

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Комп'ютерних наук і технологій
(повне найменування факультету)

Комп'ютерні системи та мережі
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)
бакалаврський
(ступінь вищої освіти)

на тему «РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ
ПІДПРИЄМСТВА «WBG»

Виконав: студент 4 курсу, групи КНТ-512сп

Спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма (спеціалізація)

Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності)

ЗЕЛІК К.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник СКРУПСЬКИЙ С.Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент МАЛИЙ О.Ю.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Комп'ютерних наук і технологій
Кафедра комп'ютерних систем та мереж
Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) бакалаврський
Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(код і назва)
Освітня програма (спеціалізація) Комп'ютерна інженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КУДЕРМЕТОВ Р.К.

«14» квітня 2025 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

ЗЕЛІК Костянтин Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) «Розробка комп'ютерної системи підприємства «WBG»

керівник проекту (роботи) к. т. н., доцент, СКРУПСЬКИЙ Степан Юрійович

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “08” квітня 2025 року № 151

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01.06.2025 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Cisco IOS, PHP, SQL. СКБД MySQL
phpMyAdmin

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1) Аналіз предметної області

2) Апаратне забезпечення комп'ютерної мережі

3) Проектування комп'ютерної мережі

4) Реалізація бази даних комп'ютерної системи підприємства “WBG”

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Слайди презентацій

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	СКРУПСЬКИЙ С.Ю.		
Нормоконтроль	ЩЕРБАК Н.В.		

7. Дата видачі завдання 14.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз структури підприємства	15.04.2025 р.	
2	Вибір середовища передачі даних	19.04.2025 р.	
3	Апаратне забезпечення комп'ютерної мережі	22.04.2025р.	
4	Вибір мережевого обладнання	30.05.2025 р.	
5	Проектування комп'ютерної мережі	10.05.2025 р.	
6	Створення бази даних	20.05.2025 р.	
7	Реалізація бази даних в комп'ютерній мережі	25.05.2025 р.	
9	Оформлення ПЗ	30.05.2025 р.	

Студент(ка)

(підпис)Костянтин ЗЕЛІК

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)Степан СКРУПСЬКИЙ

(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної кваліфікаційної роботи бакалавра:
66 с., 9 табл., 30 рис., 19 джерел.

IPSEC, ETHERNET, OSPF, БАЗА ДАНИХ, КОМП'ЮТЕРНА МЕРЕЖА,
КОМУТАТОР, МАРШРУТИЗАТОР, СЕРВЕР, СКРУЧЕНА ПАРА

Об'єкт розробки - комп'ютерна система підприємства "WBG".

Метою роботи є розробка комп'ютерної системи та створення бази даних для користування співробітниками фірми.

У пояснювальній записці описаний процес створення комп'ютерної системи, який складається з вибору технологій для реалізації комп'ютерної системи, моделювання предметної області і розробка комп'ютерної системи.

Для створення комп'ютерної системи використовувалася Cisco IOS, PHP, SQL. Для створення схеми мережі та її налаштування використовувалась Cisco Packet Tracer 8.2.2. Для створення бази даних використовувалися СКБД MySQL і клієнт для СКБД phpMyAdmin.

Розроблена комп'ютерна система відображає процес створення комп'ютерної мережі та бази даних для локального користування.

ABSTRACT

Explanatory note to the master's work: 66 p. , 9 tables, 30 figures, 19 sources.

IPSEC, ETHERNET, OSPF, DATABASE, COMPUTER NETWORK,
SWITCH ROUTER, SERVER TWISTED PAIR

Object of Development: The computer system of the “WBG” enterprise.

Objective: The objective of this work is to design a computer network and develop a database intended for use by the company's employees.

The explanatory note outlines the process of developing the computer system, which includes the selection of appropriate technologies, domain modeling, and the implementation of the system.

The development of the computer system involved the use of Cisco IOS, PHP, and SQL. Cisco Packet Tracer version 8.2.2 was utilized for network design and configuration. The database was created using the MySQL database management system (DBMS) in conjunction with the phpMyAdmin client.

The resulting computer system demonstrates the process of building a local area network and a database for internal use within the enterprise.

ЗМІСТ

Вступ	9
1 Аналіз предметної області	11
1.1 Аналіз структури підприємства	11
1.2 Комп'ютерна мережа	13
1.2.1 Середовище передачі даних	14
1.2.2 Фактори, що впливають на вибір середовища передачі даних	19
1.2.3 Класифікація комп'ютерних мереж	19
1.2.4 Топологія мереж	21
1.2.5 Основи побудови мережі	27
2 Апаратне забезпечення комп'ютерної мережі	30
2.1 Вибір технології для мережі	30
2.2 Вибір протоколів мережі	31
2.2.1 DHCP	31
2.2.2 OSPF	32
2.2.3 IPSec	34
2.3 Вибір мережевого обладнання	35
2.3.1 Маршрутизатори	35
2.3.2 Комутатори	36
2.3.3 Точки доступу до WiFi	38
2.3.4 Робочі станції	39
2.3.5 Сервери	39
3 Проектування комп'ютерної мережі	41
3.1 Формування структури мережі	41
3.2 Налаштування динамічної адресації	44
3.3 Налаштування динамічної маршрутизації	45
3.4 Налаштування VPN	45
4 Реалізація бази даних комп'ютерної системи підприємства "WBG"	49

4.1 База даних	49
4.1.1 PHPMyAdmin	49
4.1.2 MySQL	50
4.1.3 PHP	50
4.2 Налаштування серверу бази даних	50
4.3 Діаграми варіантів використання	53
4.4 Створення бази даних	54
Висновки	64
Перелік джерел посилання	65

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

AH	-	Authentication Header, Заголовок автентифікації
AP	-	Access Point, Точка доступу
DLC	-	Data Link Control, Керування каналом передачі даних
DHCP	-	Dynamic Host Configuration Protocol, Протокол динамічного конфігурування хостів
DHCP RA	-	DHCP Relay Agent, Агент ретрансляції DHCP
DSL	-	Digital Subscriber Line, Цифрова абонентська лінія
ESP	-	Encapsulating Security Payload, Інкапсульоване корисне навантаження безпеки
IPSec	-	Internet Protocol Security, Безпека інтернет-протоколу
IKE	-	Internet Key Exchange, Обмін ключами в інтернеті
LSA	-	Link State Advertisement, Оголошення про стан каналу
LS	-	Link State, Стан каналу
OSI	-	Open Systems Interconnection, Взаємодія відкритих систем
OSPF	-	Open Shortest Path First, Відкритий протокол пошуку найкоротшого шляху
PVC	-	Permanent Virtual Circuit, Постійне віртуальне з'єднання
SVC	-	Switched Virtual Circuit, Комутоване віртуальне з'єднання
VLSM	-	Variable Length Subnet Mask, Маска підмережі змінної довжини
WAN	-	Wide Area Network, Глобальна мережа

ВСТУП

У сучасному світі важко уявити суспільство без активного використання інформаційних та мережевих технологій. Засоби комунікації відіграють ключову роль у більшості сфер виробництва та повсякденного життя. Комп'ютерні мережі забезпечують можливість поєднання пристроїв, які виконують різноманітні функції за допомогою дротового чи бездротового зв'язку. Локальні мережі в межах підприємств дозволяють ефективно й безпечно обмінюватися даними без залучення зовнішніх мереж. Проектування таких мереж здійснюється за допомогою спеціальних програм.

Результативність роботи підприємства значною мірою залежить від правильної організації мережі. Завдяки мережам забезпечується спільний доступ до інформації, ефективний обмін даними та зручне спілкування між працівниками. Нижче розглянемо ключові переваги використання комп'ютерних мереж в офісному середовищі.

Комп'ютерна мережа дозволяє зберігати інформацію на централізованому локальному сервері, доступ до якого мають співробітники. Це суттєво полегшує спільну роботу з документами та файлами, підвищує ефективність праці.

Мережеві технології забезпечують зручне спілкування за допомогою електронної пошти, месенджерів і загальних календарів. Це значно спрощує координацію дій, зменшує потребу в частих зустрічах і покращує організацію робочого процесу [1].

Централізоване адміністрування комп'ютерів та ресурсів офісу також є значною перевагою. Фахівці можуть оперативно встановлювати необхідне програмне забезпечення, налаштовувати доступ і гарантувати безпеку корпоративних даних.

Комп'ютерні мережі дозволяють організувати регулярне резервне копіювання, що забезпечує надійний захист інформації від втрат у разі збоїв або несправностей обладнання.

Окрім того, мережі дають змогу спільно використовувати периферійні пристрої - принтери, сканери та інше офісне обладнання, що сприяє економії ресурсів та зменшенню витрат.

Отже, ефективне використання комп'ютерних мереж є важливою умовою стабільної роботи та є невід'ємною частиною функціонування сучасних організацій. Саме тому дана тема залишається актуальною.

Метою роботи є створення та конфігурація мережі для підприємства «WBG» шляхом проектування і розробки мережі для трьох філій в межах одного міста, які відповідають за свої райони надаючи необхідні послуги.

Для досягнення поставленої мети необхідно реалізувати такі завдання:

- провести аналіз предметної області;
- обрати програмне та апаратне забезпечення мережі;
- проаналізувати інструменти моделювання;
- спроектувати мережу;
- налаштувати роботу мережі.

У сучасних компаніях, велике значення надається якості виконання роботи. Значною мірою продуктивність визначається тим, наскільки добре компанія забезпечена інформаційними технологіями та технічними засобами.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Аналіз структури підприємства

Метою даної роботи є комплексне створення та детальна конфігурація комп'ютерної мережі для підприємства «WBG», що включає розробку проєкту та поетапне впровадження мережевої інфраструктури для головного офісу та трьох територіально розподілених філій, розташованих у різних районах одного міста. Кожна філія несе відповідальність за обслуговування клієнтів у своєму визначеному районі, надаючи повний спектр необхідних послуг, що вимагає оперативного обміну інформацією та злагодженої роботи з головним офісом.

Головний офіс компанії «WBG», стратегічно розміщений у центральній частині міста, виконує ключові адміністративні та управлінські функції. Саме тут зосереджено вище керівництво компанії, включаючи генерального директора, його заступників, керівників ключових департаментів, а також адміністративний апарат, секретаріат та інші важливі підрозділи, що відповідають за стратегічне планування, прийняття ключових рішень та координацію діяльності всіх філій.

Під офісом у контексті даної роботи розуміється як головний офіс, так і кожна з його філій – це спеціально обладнане приміщення або комплекс будівель, призначений для ефективної трудової діяльності працівників підприємства «WBG». В офісних просторах проводяться зустрічі з клієнтами для надання консультацій та обслуговування, здійснюється зберігання, систематизація та обробка різноманітної документації, включаючи юридичні документи, фінансові звіти, клієнтські дані та архівні матеріали. Головний офіс, будучи центральною адміністративною одиницею, є місцем прийняття стратегічних рішень та координації діяльності всіх структурних підрозділів компанії. Філія, відповідно до чинного законодавства, є юридично відокремленим підрозділом підприємства, що розташовується поза основним місцезнаходженням юридичної особи (головним офісом) та наділяється повноваженнями для надання послуг від імені «WBG» або представлення її інтересів у визначеному регіоні міста.

Забезпечення надійною та функціональною комп'ютерною мережею головного офісу є критично важливим для забезпечення оперативного доступу до корпоративних інформаційних ресурсів для ключових представників фірми, які в основному відповідають за потреби юридичного характеру, прийняття стратегічних рішень та мають безпосередній вплив на внутрішні справи компанії. Зокрема, мережева інфраструктура головного офісу забезпечить ефективну роботу:

- керівництва - для оперативного доступу до аналітичної інформації, прийняття обґрунтованих управлінських рішень, контролю за діяльністю філій та забезпечення ефективної комунікації між усіма підрозділами;
- адміністраторів - для централізованого управління інформаційними системами, базами даних, обліковими записами користувачів та забезпечення безперебійної роботи внутрішньої інфраструктури;
- бухгалтерії - для швидкого обміну фінансовою інформацією з філіями, ведення обліку, складання звітності та забезпечення своєчасного доступу до необхідних фінансових даних;
- інших ключових відділів - юридичного відділу, відділу кадрів, відділу маркетингу тощо, забезпечуючи їх ефективну взаємодію та доступ до необхідної інформації.

Водночас, належне забезпечення філій сучасною комп'ютерною мережею матиме значний позитивний вплив на їхню операційну діяльність. Це допоможе суттєво пришвидшити процес реагування на запити клієнтів, спростить та оптимізує роботу з клієнтами за визначеними територіальними напрямками, надаючи можливість оперативно отримувати необхідну інформацію з центральної бази даних та обмінюватися даними з головним офісом. Крім того, наявність власної мережевої інфраструктури дозволить філіям приймати рішення локального характеру, що стосуються безпосередньо їхньої зони відповідальності, без витрачання зайвого часу на узгодження з центральним офісом у випадках, коли це не є критично необхідним, підвищуючи таким чином їхню автономність та оперативність.

1.2 Комп'ютерна мережа

У сучасному цифровому світі комп'ютерна мережа є фундаментальною технологічною інфраструктурою, що об'єднує різноманітні обчислювальні пристрої – від персональних комп'ютерів і серверів до смартфонів, принтерів, сенсорів Інтернету речей (IoT) та промислового обладнання – в єдину інтегровану систему. Її головна мета полягає у забезпеченні безперешкодної взаємодії між цими пристроями, створенні можливостей для ефективного обміну інформацією, спільного використання апаратних та програмних ресурсів, а також підтримки комунікації та співпраці незалежно від фізичного розташування користувачів [2].

Основне призначення комп'ютерних мереж охоплює широкий спектр функціональних можливостей, що є критично важливими для сучасного бізнесу, освіти, науки та повсякденного життя:

- високошвидкісний обмін даними та миттєва передача інформації між користувачами, різноманітними комп'ютерними системами та периферійними пристроями, це включає обмін файлами будь-якого розміру та формату, потокове передавання мультимедійного контенту, синхронізацію даних між різними пристроями та забезпечення оперативного доступу до актуальної інформації;
- ефективне спільне використання цінних ресурсів, що значно знижує витрати та підвищує продуктивність, до таких ресурсів належать не лише периферійні пристрої, такі як високопродуктивні принтери, сканери, плотери та мережеві накопичувачі (NAS), але й дороге програмне забезпечення, бази даних та навіть обчислювальні потужності серверів;
- централізоване управління інформаційними ресурсами та спрощене зберігання даних на спеціалізованих серверах, що забезпечує кращу організацію даних, полегшує їх резервне копіювання та відновлення у випадку збоїв, а також спрощує адміністрування прав доступу та контроль версій документів;
- забезпечення ефективної та різноманітної комунікації між співробітниками всередині організації, а також між географічно розподіленими

командами та зовнішніми партнерами, це досягається за допомогою таких інструментів, як електронна пошта, миттєві повідомлення (месенджери), системи голосового та відеозв'язку (VoIP, відеоконференції), платформи для спільної роботи та інструменти управління проектами;

– підвищення рівня безпеки інформації та забезпечення контролю над доступом до критично важливих даних, мережеві технології дозволяють впроваджувати централізовані системи аутентифікації та авторизації, використовувати міжмережеві екрани (firewalls), системи виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS), а також застосовувати методи шифрування для захисту конфіденційності та цілісності даних, що передаються.

1.2.1 Середовище передачі даних

Ефективна передача даних є фундаментальною основою функціонування будь-якої комп'ютерної мережі. Середовище передачі даних визначає фізичний шлях, яким інформація у вигляді сигналів (електричних, оптичних або електромагнітних) поширюється між різними пристроями мережі. Вибір відповідного середовища передачі є критично важливим, оскільки він безпосередньо впливає на такі характеристики мережі, як швидкість передачі даних (пропускна здатність), дальність зв'язку, стійкість до перешкод, вартість розгортання та обслуговування, а також загальну надійність мережевої інфраструктури [3].

У контексті комп'ютерних мереж використовуються два основних типи середовищ передачі даних: провідні (кабельні) та бездротові. Кожен з цих типів має свої унікальні характеристики, переваги та недоліки, що визначають їх застосування в різних сценаріях побудови мереж.

Провідні середовища використовують фізичні кабелі для передачі даних у вигляді електричних або оптичних сигналів. До основних видів провідних середовищ належать:

- скручена пара (Twisted Pair);
- коаксіальний кабель (Coaxial Cable);
- оптичне волокно (Optical Fiber);

- бездротові середовища передачі даних.

Скручена пара є одним з найпоширеніших типів кабелів, що використовуються в сучасних комп'ютерних мережах, особливо в локальних мережах Ethernet. Вона складається з кількох (зазвичай чотирьох або восьми) ізольованих мідних провідників, скручених попарно. Скручування провідників зменшує електромагнітні завади (перехресні перешкоди) між сусідніми парами та зовнішніми джерелами [4].

Залежно від категорії (Cat5e, Cat6, Cat6a, Cat7 тощо), кабелі скрученої пари мають різні характеристики щодо максимальної швидкості передачі даних та частотного діапазону. Вищі категорії забезпечують більшу пропускну здатність та кращу стійкість до перешкод, дозволяючи передавати дані на більших швидкостях та відстанях.

Переваги скрученої пари:

- низька вартість: Є одним з найдешевших типів кабелів;
- простота встановлення та підключення: Легко монтується та підключається за допомогою стандартних роз'ємів RJ-45;
- широка поширеність: Є стандартом для багатьох локальних мереж.

Недоліки скрученої пари:

- обмежена дальність передачі: Зазвичай не перевищує 100 метрів без використання підсилювачів сигналу (репітерів);
- чутливість до електромагнітних завад: Особливо не екрановані варіанти (UTP);
- відносно низька пропускну здатність порівняно з оптоволоком (для новітніх категорій – вища).

Коаксіальний кабель складається з центрального мідного провідника, оточеного ізоляційним шаром, металевим екраном (обплетенням або фольгою) та зовнішньою ізоляційною оболонкою. Екран забезпечує кращий захист від електромагнітних завад порівняно зі скрученою парою.

Коаксіальні кабелі раніше широко використовувалися в комп'ютерних мережах (наприклад, в топології "шина") та досі застосовуються в кабельному

телебаченні та деяких типах мереж передачі даних.

Переваги коаксіального кабелю:

- краща стійкість до електромагнітних завад завдяки екрануванню;
- більша дальність передачі порівняно зі скрученою парою (залежно від типу кабелю).

Недоліки коаксіального кабелю:

- вища вартість порівняно зі скрученою парою;
- складніше встановлення та підключення потребує спеціальних роз'ємів;
- обмежена пропускна здатність порівняно з оптоволоконном;
- менша гнучкість порівняно зі скрученою парою.

Оптичне волокно є сучасним та високоефективним середовищем передачі даних, яке використовує імпульси світла для передачі інформації по тонких скляних або пластикових волокнах. Воно забезпечує надзвичайно високу швидкість передачі даних та дуже низький рівень втрат сигналу на великих відстанях.

Існують два основних типи оптичного волокна:

- одномодове (Single-mode Fiber) - має дуже малий діаметр ядра, що дозволяє передавати лише один промінь світла, забезпечує дуже високу швидкість передачі на великі відстані та використовується в магістральних мережах, телекомунікаціях та міжміських з'єднаннях;
- багатомодове (Multi-mode Fiber) - має більший діаметр ядра, що дозволяє одночасно передавати кілька променів світла різними шляхами. Використовується в локальних мережах, центрах обробки даних та для з'єднань на короткі відстані.

Переваги оптичного волокна:

- надзвичайно висока пропускна здатність - підтримує значно вищі швидкості передачі даних порівняно з мідними кабелями;
- велика дальність передачі - сигнал може передаватися на десятки та сотні кілометрів без значних втрат;

- висока стійкість до електромагнітних завад: нечутливе до електричних та магнітних полів;
- високий рівень безпеки: важко перехопити передані дані;
- мала вага та розмір.

Недоліки оптичного волокна:

- висока вартість - як самих кабелів, так і обладнання для підключення та передачі;
- складніше встановлення та з'єднання - потребує спеціалізованого обладнання та кваліфікованого персоналу для зрощування та підключення;
- більша крихкість - чутливе до механічних пошкоджень.

Бездротові середовища використовують електромагнітні хвилі різних частотних діапазонів для передачі даних через повітря або вакуум, усуваючи необхідність у фізичних кабелях. До основних бездротових технологій належать:

- радіохвилі;
- мікрохвилі;
- інфрачервоне та видиме світло.

Радіохвилі використовуються в багатьох бездротових технологіях, включаючи Wi-Fi (стандарти IEEE 802.11), Bluetooth, мобільний зв'язок (GSM, LTE, 5G) та радіомовлення. Різні частотні діапазони радіохвиль мають різні характеристики щодо дальності передачі, проникаючої здатності та пропускну здатності.

Переваги радіохвиль:

- мобільність та зручність - дозволяють пристроям підключатися до мережі без фізичних кабелів, забезпечуючи свободу переміщення;
- легке розгортання - не потребують прокладання кабелів, що спрощує встановлення в складних або тимчасових умовах;
- широке покриття - можуть забезпечувати зв'язок на значних відстанях (залежно від потужності передавача та чутливості приймача).

Недоліки радіохвиль:

- чутливість до перешкод - можуть зазнавати впливу від інших електромагнітних джерел, атмосферних явищ та фізичних перешкод;
- обмежена пропускна здатність: порівняно з провідними технологіями (хоча постійно зростає з новими стандартами);
- проблеми з безпекою: передача даних повітрям є більш вразливою до перехоплення, тому потребує застосування надійних методів шифрування та аутентифікації;
- загальний доступ до спектру частот: деякі діапазони є загальнодоступними, що може призводити до інтерференції.

Мікрохвилі є різновидом радіохвиль з вищою частотою. Вони використовуються для передачі даних на великі відстані в прямій видимості, наприклад, у супутниковому зв'язку та між наземними ретрансляційними станціями.

Переваги мікрохвиль:

- висока пропускна здатність - забезпечують більшу швидкість передачі даних порівняно з нижчими частотами радіохвиль;
- велика дальність передачі - використовуються для міжміських та міжнародних з'єднань.

Недоліки мікрохвиль:

- потреба в прямій видимості - перешкоди на шляху сигналу (будівлі, гори) можуть блокувати зв'язок;
- чутливість до атмосферних умов - дощ, сніг можуть погіршувати якість сигналу;
- висока вартість обладнання.

Інфрачервоне випромінювання використовується для бездротової передачі даних на короткі відстані в прямій видимості, наприклад, у пультах дистанційного керування. Технологія Li-Fi (Light Fidelity) використовує видиме світло для передачі даних через світлодіодне освітлення.

Переваги інфрачервоного та видимого світла:

- простота та низька вартість (для IR пультів);

- потенційно висока пропускна здатність (для Li-Fi);
- безпека (для прямого спрямованого сигналу).

Недоліки інфрачервоного та видимого світла:

- обмежена дальність передачі - зазвичай кілька метрів;
- потреба в прямій видимості - будь-яка перешкода блокує сигнал;
- чутливість до зовнішнього освітлення (для Li-Fi).

1.2.2 Фактори, що впливають на вибір середовища передачі даних

Вибір оптимального середовища передачі даних для конкретної комп'ютерної мережі залежить від багатьох факторів, серед яких [5]:

- вимоги до пропускної здатності - відстані на які потрібно передавати дані;
- бюджет - фінансові обмеження існують на придбання та встановлення обладнання та кабелів;
- умови експлуатації - особливі вимоги до стійкості до перешкод, вологості, температури тощо;
- мобільність користувачів - бездротовий доступ до мережі;
- вимоги до безпеки - рівень захисту даних;
- масштабованість - розширення мережі в майбутньому.

Враховуючи ці фактори, інженери мережних систем приймають рішення щодо вибору найбільш підходящого середовища передачі даних або їх комбінації для забезпечення ефективної, надійної та безпечної роботи комп'ютерної мережі. У багатьох сучасних мережах часто використовується комбінація провідних (для стаціонарних пристроїв та магістральних з'єднань) та бездротових (для забезпечення мобільності користувачів) технологій.

1.2.3 Класифікація комп'ютерних мереж

Архітектура комп'ютерних мереж може варіюватися залежно від їхнього розміру, призначення та географічного охоплення [6]. Основні типи мереж включають (таблиця 1.1):

- персональні мережі (Personal Area Network) - невеликі мережі, що об'єднують пристрої однієї людини, наприклад, бездротові навушники, смартфон,

планшет та ноутбук, використовуючи технології Bluetooth або Wi-Fi Direct;

- локальні мережі (Local Area Network) - об'єднують комп'ютери та інші пристрої в межах обмеженої географічної зони, такої як офіс, будинок, школа чи невеликий кампус. Найчастіше використовуються технології Ethernet та Wi-Fi;

- кампусні мережі (Campus Area Network) - об'єднують кілька локальних мереж, розташованих на території одного кампусу університету, великого офісного комплексу або військової бази;

- міські мережі (Metropolitan Area Network) - охоплюють великі географічні райони, такі як місто або агломерація, і можуть належати одному оператору або консорціуму. Прикладом є кабельні телевізійні мережі або деякі публічні Wi-Fi мережі;

- глобальні мережі (Wide Area Network) - охоплюють великі географічні відстані, включаючи різні країни та континенти. Найвідомішим прикладом є Інтернет. WAN можуть використовувати різні технології передачі даних, включаючи оптоволоконні кабелі, супутниковий зв'язок та орендовані лінії зв'язку;

- віртуальні приватні мережі (Virtual Private Network) - створюють безпечне та зашифроване з'єднання поверх публічної мережі (наприклад, Інтернету), дозволяючи користувачам отримувати доступ до ресурсів приватної мережі віддалено, зберігаючи при цьому конфіденційність та цілісність даних.

Таблиця 1.1 – Порівняння типів мереж

Тип мережі	Опис	Приклад з реального життя	Радіус дії	Технології та пристрої
Персональна мережа (PAN)	Мережа для з'єднання пристроїв однієї людини на невеликій відстані	Підключення телефону до бездротових навушників або передачі фото з телефону на ноутбук	До 10 метрів	Bluetooth, Wi-Fi Direct, USB
Локальна мережа (LAN)	Мережа в межах однієї будівлі чи офісу	Офісна мережа, де всі комп'ютери підключені до загального сервера	До кількох сотень метрів	Ethernet, Wi-Fi

Продовження таблиці 1.1

Тип мережі	Опис	Приклад з реального життя	Радіус дії	Технології та пристрої
Кампусна мережа (CAN)	Мережа для кількох будівель на одній території	Університетська мережа, що з'єднує всі корпуси і гуртожитки	До кількох кілометрів	Ethernet, оптоволокно
Глобальна мережа (WAN)	Мережа, що охоплює великі відстані, з'єднуючи різні міста і країни	Інтернет, або мережа для з'єднання віддалених офісів великої компанії	Міжнародний масштаб	MPLS, VPN, оптоволокно
Віртуальна приватна мережа (VPN)	Технологія, що створює безпечне та зашифроване з'єднання поверх загальнодоступної мережі	Віддалений доступ, обхід географічних обмежень для доступу до контенту, анонімність та захист трафіку при використанні публічних Wi-Fi мереж.	Глобальний (через Інтернет)	Протоколи VPN (IPSec, OpenVPN, WireGuard), шифрування

1.2.4 Топологія мереж

Топологія мережі є фундаментальним поняттям у сфері комп'ютерних мереж, що описує спосіб з'єднання її компонентів – комп'ютерів (робочих станцій), серверів, маршрутизаторів, комутаторів, хабів, кабелів та іншого мережевого обладнання. Вона визначає як фізичне розташування цих елементів, так і логічні зв'язки між ними, тобто шляхи, якими дані передаються в межах мережі [7].

Важливо розрізняти фізичну топологію та логічну топологію:

- фізична топологія стосується фактичного, геометричного розташування пристроїв та кабелів. Це те, як мережа виглядає на фізичному плані. Наприклад, у фізичній топології "зірка" всі пристрої фізично підключені окремими кабелями до центрального пристрою.

- логічна топологія описує, як дані проходять мережею, незалежно від її фізичного розташування. Вона визначає, як пристрої взаємодіють один з одним і як відбувається передача інформації. Наприклад, у логічній топології "кільце"

дані можуть рухатися по колу, навіть якщо фізично пристрої з'єднані інакше.

Вибір відповідної топології має вирішальне значення для продуктивності, надійності, масштабованості та вартості мережі. Існує кілька основних типів топологій, кожна з яких має свої унікальні характеристики, переваги та недоліки:

Основні типи топологій мереж.

Топологія «Зірка» (Star Topology). У цій топології кожен пристрій мережі (комп'ютер, принтер тощо) підключається окремим кабелем до центрального пристрою, яким зазвичай є хаб, комутатор або маршрутизатор. Центральний пристрій виступає як єдина точка підключення, через яку проходить весь мережевий трафік між периферійними пристроями.

Принцип роботи топології. Коли один пристрій надсилає дані, він передає їх центральному пристрою. Хаб просто ретранслює сигнал усім підключеним пристроям (якщо це хаб), тоді як комутатор перенаправляє дані лише до пристрою-одержувача на основі його MAC-адреси, що робить мережу ефективнішою.

Переваги:

- надійність (для окремих з'єднань) - відмова одного периферійного пристрою або його кабелю не впливає на роботу решти мережі;
- простота встановлення та налаштування - легко додавати або видаляти нові пристрої, підключаючи або відключаючи їх від центрального вузла без переривання роботи мережі;
- легке пошук і усунення несправностей - оскільки кожне з'єднання є окремим, легко ідентифікувати, де саме виникла проблема;
- вища продуктивність (з комутатором): Комутатор дозволяє одночасну передачу даних між різними парами пристроїв.

Недоліки:

- єдина точка відмови - відмова центрального пристрою (хаба або комутатора) призводить до виходу з ладу всієї мережі;
- висока вартість кабелювання - потребує значної кількості кабелів, оскільки кожен пристрій має окреме з'єднання з центром;

– залежність від центрального пристрою - продуктивність мережі залежить від потужності та пропускної здатності центрального пристрою.

Застосування. Дуже поширена в локальних мережах (LAN) в офісах, школах, домашніх мережах.

Топологія «Шина» (Bus Topology). У цій топології всі пристрої підключені до одного спільного лінійного кабелю, який називається магістраллю або шиною. На кінцях кабелю встановлюються термінатори для запобігання відбиттям сигналу.

Принцип роботи топології. Коли один пристрій надсилає дані, він передає їх по всій шині. Кожен пристрій в мережі "слухає" шину і перевіряє адресу одержувача в заголовку пакета даних. Якщо адреса збігається, пристрій приймає дані; якщо ні – ігнорує їх.

Переваги:

– Простота та економічність - використовується мінімальна кількість кабелю, що робить її однією з найдешевших для реалізації, особливо для невеликих мереж;

– легке підключення нових пристроїв - нові пристрої можна відносно легко підключити до існуючої шини.

Недоліки:

– єдина точка відмови - пошкодження основного кабелю (шини) або обрив призводить до зупинки роботи всієї мережі;

– проблеми з колізіями - коли кілька пристроїв намагаються передати дані одночасно, виникають колізії, що знижує продуктивність, особливо в мережах з високим трафіком;

– складність пошуку несправностей - важко локалізувати проблему, оскільки несправність на шині впливає на всю мережу;

– обмежена масштабованість: кількість пристроїв, які можна підключити до однієї шини, обмежена через погіршення сигналу та зростання кількості колізій.

Застосування. Раніше була поширеною в невеликих локальних мережах,

зараз використовується рідше, але принцип шини лежить в основі деяких внутрішніх шин комп'ютера.

Топологія «Кільце» (Ring Topology). У цій топології пристрої з'єднані послідовно один з одним, утворюючи замкнуте коло. Кожен пристрій підключений рівно до двох інших пристроїв.

Принцип роботи топології. Дані передаються від одного пристрою до наступного по колу, як правило, в одному напрямку (однонаправлене кільце). Кожен пристрій по дорозі до одержувача виступає як ретранслятор, посилюючи сигнал. У двонаправленому кільці дані можуть рухатися в обох напрямках. Часто використовується механізм маркера (token), який передається по колу, і тільки пристрій, що володіє маркером, може передавати дані.

Переваги:

- рівний доступ до мережі: кожен пристрій має рівні можливості для передачі даних;
- зниження колізій: механізм маркера (якщо використовується) ефективно запобігає колізіям;
- стабільна продуктивність під навантаженням: продуктивність не так сильно деградує при збільшенні кількості користувачів, як у шині.

Недоліки:

- єдина точка відмови: вихід з ладу одного кабелю або пристрою може розірвати кільце і вивести з ладу всю мережу (хоча в деяких реалізаціях передбачені механізми обходу);
- складність додавання/видалення пристроїв: додавання або видалення пристрою потребує розриву кільця, що тимчасово зупиняє роботу мережі;
- затримка передачі даних: дані повинні пройти через кожен пристрій в кільці до досягнення одержувача, що може викликати затримки у великих мережах;
- складність пошуку несправностей: локалізація проблеми може бути складною.

Застосування. Раніше використовувалася в мережах Token Ring та FDDI,

зараз менш поширена в локальних мережах, але принципи кільця використовуються в деяких магістральних мережах та системах зберігання даних.

Топологія «Мережа повного з'єднання» (Mesh Topology). У топології повного з'єднання кожен пристрій мережі має пряме, окреме з'єднання з кожним іншим пристроєм в мережі. У частковій топології з'єднання здійснюються лише між деякими парами пристроїв, які мають високу інтенсивність обміну даними або вимагають високої надійності [8].

Принцип роботи топології. Дані можуть передаватися між будь-якими двома пристроями без проходження через проміжні вузли. У разі відмови одного з'єднання, дані можуть бути перенаправлені іншим шляхом.

Переваги:

- висока надійність та відмовостійкість - наявність множинних шляхів передачі даних означає, що відмова одного або кількох з'єднань не призводить до зупинки роботи мережі. це найстійкіша до збоїв топологія;
- висока пропускна здатність - можливість одночасної передачі даних між багатьма парами пристроїв;
- безпека - кожне з'єднання є приватним, що зменшує ризик перехоплення даних.

Недоліки:

- дуже висока вартість та складність - потребує величезної кількості кабелів та портів на мережевих пристроях (для мережі з n пристроїв потрібно $n*(n-1)/2$ з'єднань), що робить її надзвичайно дорогою та складною для реалізації, особливо для великої кількості пристроїв;
- складність встановлення та адміністрування - вимагає значних зусиль для прокладання кабелів та налаштування.

Застосування. Застосовується там, де критично важлива висока надійність, наприклад, у магістральних мережах, мережах військового призначення, мережах систем управління критичною інфраструктурою. Також принципи часткової сітки використовуються у бездротових Mesh-мережах.

Топологія «Дерево» (Tree Topology). Є гібридною топологією, що поєднує

елементи "зірки" та "шини". Вона має ієрархічну структуру. Містить кореневий вузол (центральный хаб або комутатор), від якого розгалужуються сегменти, що можуть бути реалізовані як шини або зірки. Кожен сегмент-зірка підключається до шини вищого рівня.

Принцип роботи топології. Дані рухаються вгору або вниз по ієрархії. Зв'язок між пристроями в одному сегменті-зірці відбувається через відповідний хаб/комутатор. Зв'язок між пристроями в різних сегментах відбувається через шину вищого рівня та відповідні центральні пристрої.

Переваги:

- масштабованість - легко розширювати мережу, додаючи нові сегменти-зірки до існуючих шин;
- легке управління сегментами - можливість розділення мережі на логічні сегменти спрощує адміністрування та пошук несправностей у межах окремих сегментів;
- ізоляція збоїв (в межах сегмента) - проблема в одному сегменті-зірці не обов'язково впливає на інші сегменти, якщо не зачеплено магістральну шину.

Недоліки:

- єдина точка відмови (магістральна шина) - відмова головної магістральної шини або кореневого пристрою виводить з ладу значну частину або всю мережу;
- складність -: складніша для встановлення та налаштування порівняно з простою зіркою чи шиною;
- залежність від центрального обладнання - продуктивність залежить від пропускної здатності магістральної шини та центральних пристроїв.

Застосування. Часто використовується у великих корпоративних мережах, де потрібно організувати підключення для різних відділів або поверхів будівлі.

Окрім перерахованих основних топологій, на практиці часто зустрічаються гібридні топології, які поєднують елементи двох або більше базових топологій для оптимізації продуктивності, надійності або вартості відповідно до специфічних потреб. Наприклад, мережа може мати магістраль типу "шина", до

якої підключені кілька сегментів типу "зірка".

Вибір оптимальної топології мережі є важливим етапом проектування і залежить від багатьох факторів, включаючи розмір мережі, бюджет, вимоги до продуктивності, надійності та безпеки, а також фізичні особливості місця розташування мережі. Кожна топологія має свої компроміси, і правильний вибір допомагає побудувати ефективну та стійку мережеву інфраструктуру.

1.2.5 Основи побудови мережі

Модель мережі підприємства відображає зв'язки між вузлами та мережевими пристроями [9]. Основні елементи мережі наступні:

- комп'ютери;
- маршрутизатори;
- комутатори;
- сервери;
- принтери;
- точки доступу.

Побудова ефективної та надійної комп'ютерної мережі є складним процесом, що вимагає розуміння основних принципів, технологій та компонентів.

Першим кроком у побудові мережі є визначення потреб. Необхідно чітко розуміти призначення майбутньої мережі: для чого вона створюється, скільки пристроїв планується підключити, які обсяги даних будуть передаватися, які вимоги до безпеки та швидкості. Відповіді на ці питання визначають подальший вибір технологій та обладнання.

Наступним важливим аспектом є вибір топології мережі. Топологія визначає фізичне або логічне розташування компонентів мережі та спосіб їх з'єднання. Існують різні типи топологій, такі як "зірка", "шина", "кільце", "дерево" та "сітка", кожна з яких має свої переваги та недоліки з точки зору надійності, вартості, масштабованості та продуктивності. Вибір топології залежить від конкретних потреб та умов.

Ключовим елементом будь-якої комп'ютерної мережі є мережеве обладнання. До основного обладнання належать [10]:

- мережеві адаптери - встановлюються в кожному пристрої для забезпечення фізичного підключення до мережі;
- кабелі - використовуються для провідного з'єднання (скручена пара, коаксіальний кабель, оптоволокно), вибір залежить від швидкості передачі, відстані та вартості;
- комутатори (Switches) - інтелектуальні пристрої, що з'єднують кілька пристроїв в локальній мережі та спрямовують трафік лише до адресата;
- маршрутизатори (Routers) - пристрої, що з'єднують різні мережі (наприклад, локальну мережу з Інтернетом) та визначають оптимальні шляхи передачі даних між ними;
- хаби - простіші пристрої, що повторюють отриманий сигнал на всі підключені порти (менш ефективні за комутатори через можливість колізій);
- точки доступу (Access Points) - забезпечують бездротове підключення пристроїв до мережі за технологією Wi-Fi;
- брандмауери (Firewalls) - пристрої або програмне забезпечення, що контролюють мережевий трафік та блокують несанкціонований доступ.

Для забезпечення функціонування мережі необхідне мережеве програмне забезпечення. Це включає операційні системи з підтримкою мережевих функцій, драйвери для мережевого обладнання, протоколи передачі даних (наприклад, TCP/IP), а також програмне забезпечення для управління та моніторингу мережі.

Важливим аспектом є проектування IP-адресації. Кожен пристрій у мережі повинен мати унікальну IP-адресу для ідентифікації та зв'язку. Правильне планування IP-адресного простору є критично важливим для ефективного управління мережею, особливо при її розширенні.

На етапі побудови необхідно враховувати питання безпеки. Захист мережі від несанкціонованого доступу, вірусів та інших загроз є пріоритетним завданням. Впровадження брандмауерів, систем аутентифікації та авторизації, шифрування даних та регулярне оновлення програмного забезпечення є важливими кроками для забезпечення безпеки мережі.

Після фізичного підключення обладнання та налаштування програмного

забезпечення проводиться тестування мережі. Перевіряється працездатність усіх компонентів, швидкість передачі даних, стабільність з'єднання та коректність роботи мережевих сервісів.

На завершальному етапі здійснюється документування мережі, що включає схеми підключень, конфігурацію обладнання, IP-адресацію та іншу важливу інформацію. Документація полегшує подальше обслуговування, діагностику та модернізацію мережі.

Побудова комп'ютерної мережі – це ітеративний процес, який може вимагати коригувань на кожному етапі. Розуміння основних принципів та ретельне планування є запорукою створення ефективної, надійної та безпечної мережевої інфраструктури, що відповідає потребам користувачів та організацій.

Створюючи комп'ютерну мережу, надзвичайно важливо прагнути до простоти та уникати зайвих ускладнень в її архітектурі та налаштуваннях. Застосування надмірно складних схем підключення, використання несумісного або застарілого обладнання, а також ігнорування базових принципів мережевої інженерії можуть призвести до нестабільної роботи, частих збоїв, труднощів у діагностиці та обслуговуванні. Проста та логічно організована мережа, побудована на основі сумісних та надійних компонентів, не лише забезпечує стабільний зв'язок та високу продуктивність, але й значно полегшує її подальшу експлуатацію та масштабування, мінімізуючи ризики виникнення критичних помилок та простоїв.

Підсумовуючи, створення ефективної та функціональної комп'ютерної мережі вимагає комплексного підходу, що охоплює чітке визначення потреб, обґрунтований вибір відповідної топології, ретельний підбір надійного мережевого обладнання (включаючи активне та пасивне), вибір оптимального середовища передачі даних, грамотне проєктування IP-адресації, впровадження належних заходів безпеки, якісне тестування та детальне документування всієї інфраструктури. Лише врахування всіх цих ключових аспектів дозволить побудувати стабільну, продуктивну та безпечну мережу, яка відповідатиме потребам користувачів та завданням, для яких вона призначена.

2 АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

2.1 Вибір технології для мережі

У сучасних мережах існує низка технологій передачі даних, кожна з яких має свої переваги та недоліки. Вибір оптимальної технології залежить від таких факторів, як швидкість передачі, відстань, вартість, надійність та масштабованість. Нижче розглядаються основні технології, що застосовуються для побудови локальних та глобальних мереж [11].

Огляд технологій передачі даних.

Ethernet (IEEE 802.3) – найпоширеніша технологія для локальних мереж (LAN), що підтримує різні швидкості (10 Мбіт/с, 100 Мбіт/с, 1 Гбіт/с, 10 Гбіт/с та вище). Використовує кабельні (медні та оптичні) та бездротові рішення (табл..2.1).

Таблиця 2.1 - Характеристики обраних кабельних середовищ передачі даних

Технологія	Швидкість передачі	Відстань	Середовище передачі
Fast Ethernet (100BASE-TX)	100 Мбіт/с	До 100 м (Cat 5)	Вита пара
Gigabit Ethernet (1000BASE-T)	1 Гбіт/с	До 100 м (Cat 5e/6)	Вита пара
Оптоволокно (PON, GPON)	До 2.5 Гбіт/с (GPON)	До 20 км	Одномодове волокно

Wi-Fi (IEEE 802.11) – бездротова технологія для локальних мереж, що забезпечує гнучкість підключення (табл..2.2). Основні стандарти: 802.11n (до 600 Мбіт/с), 802.11ac (до 6,77 Гбіт/с), 802.11ax (Wi-Fi 6, до 9,6 Гбіт/с).

Оптоволоконні технології (PON, DWDM, OTN) – забезпечують високу пропускну здатність (до десятків Тбіт/с) на великі відстані. Використовуються в магістральних мережах та центрах обробки даних.

5G/NR (New Radio) – технологія мобільного зв'язку п'ятого покоління, що пропонує високу швидкість (до 20 Гбіт/с), низьку затримку та підтримку масового

підключення IoT-пристроїв.

DSL (Digital Subscriber Line) – технологія передачі даних через телефонні лінії, що забезпечує швидкості до 100 Мбіт/с (VDSL2).

Таблиця 2.2 - Характеристики обраних бездротових середовищ передачі даних

Стандарт	Діапазон частот	Реальна швидкість	Відстань
802.11g	2,4 ГГц	~20-25 Мбіт/с	До 100 м
802.11n (Wi-Fi 4)	2,4/5 ГГц	~100-150 Мбіт/с	До 150 м
802.11ac (Wi-Fi 5)	5 ГГц	~500 Мбіт/с – 1.3 Гбіт/с	До 100 м

2.2 Вибір протоколів мережі

Для забезпечення ефективного функціонування сучасних комп'ютерних мереж, а також для гарантування безпеки та надійності передачі даних, використовується низка фундаментальних технологій. Цей розділ присвячений детальному розгляду чотирьох таких технологій: Frame Relay, DHCP, OSPF та IPSec, які відіграють важливу роль у різних аспектах мережевої інфраструктури.

2.2.1 DHCP

DHCP - це мережевий протокол прикладного рівня, який дозволяє мережевим пристроям (хостам) автоматично отримувати IP-адреси та іншу мережеву конфігураційну інформацію від DHCP-сервера. Це значно спрощує адміністрування мережі, особливо у великих масштабах [12].

Принципи роботи:

- DHCP Discover - коли новий пристрій підключається до мережі, він надсилає широкомовний запит "DHCP Discover" для пошуку DHCP-сервера;
- DHCP Offer - DHCP-сервер, отримавши запит, відповідає "DHCP Offer", пропонуючи IP-адресу та іншу конфігураційну інформацію (маску підмережі, шлюз за замовчуванням, DNS-сервери тощо);

- DHCP Request - пристрій-клієнт надсилає "DHCP Request" для підтвердження прийняття запропонованої IP-адреси;
- DHCP Acknowledge - DHCP-сервер підтверджує виділення IP-адреси за допомогою "DHCP ACK".

Переваги DHCP:

- автоматизація - усуває необхідність ручного налаштування IP-адрес на кожному пристрої;
- ефективність використання IP-адрес - DHCP дозволяє динамічно виділяти IP-адреси з пулу, що особливо корисно для пристроїв, які часто підключаються та відключаються від мережі (наприклад, ноутбуки, смартфони). Невикористані адреси повертаються в пул;
- зменшення помилок - мінімізує ризик конфліктів IP-адрес, які можуть виникнути при ручному налаштуванні;
- централізоване управління - дозволяє централізовано керувати всіма мережевими налаштуваннями.

Компоненти DHCP:

- DHCP-сервер - пристрій, що містить базу даних IP-адрес та іншої конфігураційної інформації та розподіляє її клієнтам;
- DHCP-клієнт - пристрій, що запитує та отримує IP-адреси від DHCP-сервера;
- DHCP-ретранслятор - пристрій (зазвичай маршрутизатор), який пересилає DHCP-запити між клієнтами та серверами, що знаходяться в різних підмережах.

2.2.2 OSPF

OSPF - це протокол маршрутизації внутрішнього шлюзу, що використовується для маршрутизації IP-пакетів у великих корпоративних та провайдерських мережах. Він належить до класу протоколів маршрутизації за станом каналу зв'язку (link-state routing protocols) [13].

Основні принципи роботи:

- алгоритм Дейкстри - OSPF використовує алгоритм Дейкстри для

обчислення найкоротших шляхів до всіх пунктів призначення в мережі;

- Link-State - кожен маршрутизатор OSPF підтримує базу даних стану каналу зв'язку, яка містить інформацію про власні з'єднання та з'єднання інших маршрутизаторів у тій самій області;

- LSA - маршрутизатори періодично генерують та обмінюються пакетами LSA, що містять інформацію про їхні інтерфейси, сусіди та метрики (вартість) зв'язків;

- області Areas - OSPF дозволяє розділяти велику мережу на менші, керовані області, це зменшує розмір бази даних LSDB та обсяг трафіку оновлень, покращуючи масштабованість при цьому область 0 (backbone area) є центральною і з'єднує всі інші області;

- типи маршрутизаторів - OSPF визначає різні типи маршрутизаторів, такі як внутрішні маршрутизатори (internal routers), граничні маршрутизатори області та граничні маршрутизатори автономної системи;

- сусіди - маршрутизатори OSPF встановлюють сусідські відносини (adjacency) з іншими маршрутизаторами в тому ж сегменті, обмінюючись пакетами Hello;

- конвергенція - OSPF забезпечує швидку конвергенцію, тобто швидке поширення інформації про зміни в топології мережі та оновлення таблиць маршрутизації.

Переваги OSPF:

- швидка конвергенція - дуже швидко реагує на зміни в мережі;
- безпетлева маршрутизація - завдяки алгоритму Дейкстри, OSPF гарантує відсутність петель маршрутизації;

- підтримка ієрархічної структури - використання областей дозволяє масштабувати мережу;

- використання метрик - використовує вартість (cost) каналу як метрику для вибору оптимального шляху;

- підтримка змінної довжини підмережевих масок (VLSM) - ефективно використовує IP-адресний простір.

2.2.3 IPSec

IPSec - це набір протоколів для забезпечення безпеки зв'язку на рівні IP. Він дозволяє створювати захищені VPN-з'єднання, забезпечувати цілісність, автентифікацію та конфіденційність даних, що передаються через IP-мережі (включаючи Інтернет) [14].

Основні компоненти та протоколи IPSec:

- Authentication Header - протокол АН забезпечує безз'єднанєву цілісність даних та автентифікацію джерела даних. Він захищає IP-пакет від модифікації під час передачі та дозволяє перевірити, що пакет надійшов від легітимного відправника. АН не надає конфіденційності (шифрування).

- Encapsulating Security Payload - протокол ESP забезпечує конфіденційність (шифрування), цілісність даних та автентифікацію джерела даних. Він інкапсулює вихідний IP-пакет, шифрує його та додає механізми цілісності та автентифікації. ESP є найбільш широко використовуваним протоколом IPSec, оскільки він надає повний спектр послуг безпеки.

- керування ключами - IPSec використовує Internet Key Exchange протокол для автоматичного обміну криптографічними ключами між сторонами, що взаємодіють.

ІКЕ діє у двох фазах.

Фаза 1: встановлює захищений канал зв'язку SA між сторонами, використовуючи автентифікацію за допомогою попередньо узгоджених ключів Preshared Keys, цифрових сертифікатів або ЕАР.

Фаза 2: встановлює IPsec SA для фактичної передачі даних, використовуючи сесійні ключі, згенеровані в Фазі 1.

Режими роботи IPSec:

- транспортний режим - захищає лише корисне навантаження IP-пакета (дані). IP-заголовок залишається незмінним, використовується для захисту зв'язку між двома хостами (наприклад, клієнт-сервер);

- тунельний режим - захищає весь IP-пакет (заголовок та дані), оригінальний IP-пакет інкапсулюється в новий IP-пакет з новим заголовком,

широко використовується для створення VPN-тунелів між мережами (наприклад, між маршрутизаторами або шлюзами безпеки).

Застосування IPSec:

- VPN - створення захищених тунелів для передачі даних через незахищені мережі (наприклад, Інтернет);
- захист трафіку між серверами - забезпечення конфіденційності та цілісності даних при обміні інформацією між серверами в центрі обробки даних;
- безпечний доступ до ресурсів - забезпечення захищеного доступу віддалених користувачів до корпоративних ресурсів.

2.3 Вибір мережевого обладнання

2.3.1 Маршрутизатори

Маршрутизатор - це мережевий пристрій, що здійснює пересилання пакетів даних між різними мережами на основі IP-адрес. Основна функція маршрутизатора - вибір оптимального маршруту для передачі даних та ізоляція підмереж [15].

Основні функції маршрутизатора:

- розмежування мереж різного типу або з різними адресними просторами;
- визначення маршрутів на основі таблиць маршрутизації;
- виконання мережевої адресної трансляції (NAT);
- підтримка протоколів динамічної маршрутизації (OSPF, EIGRP, RIP, BGP).

В якості прикладу можливим маршрутизатором для даного проєкту можна розглядати Mikrotik CCR2216-1G-12XS-2XQ, його характеристики наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Параметри Mikrotik CCR2216-1G-12XS-2XQ

Характеристика	Значення
Модель	MikroTik CCR2216-1G-12XS-2XQ
Процесор	16-ядерний ARM64 AL73400, 2.2 ГГц
Оперативна пам'ять (RAM)	16 ГБ DDR4 ECC
Порти 10G SFP+	12 × SFP+
Порти 25G/40G QSFP28	2 × QSFP28 (сумісні з 25G/40G)
Gigabit Ethernet	1 × RJ45 (керування/адміністративний порт)
Пам'ять (накопичувач)	128 МБ NAND + слот M.2 NVMe
Живлення	2 × змінних блоки живлення (включені)
Охолодження	Активне (вентилятори з регулюванням обертів)
Продуктивність (routing)	До 200 Gbps (у залежності від конфігурації)
Операційна система	RouterOS v7
Призначення	Ядро мережі, дата-центри, провайдерські маршрутизації

2.3.2 Комутатори

Модель OSI - це теоретична структура, розроблена для уніфікації процесів обміну даними між різними мережевими пристроями. Вона складається з семи рівнів, кожен з яких виконує певні функції у процесі передавання інформації.

Комутатори - це мережеві пристрої, що в основному функціонують на каналному рівні (рівень 2), хоча деякі моделі також працюють на мережевому рівні (рівень 3).

- фізичний рівень L1 - комутатор забезпечує фізичне з'єднання між пристроями через порти Ethernet, кабелі та електричні сигнали;
- каналний рівень L2 - основний рівень роботи комутатора, пересилає кадри (фрейми) між пристроями в межах однієї локальної мережі, використовуючи MAC-адреси і створює таблицю MAC-адрес для визначення, на який порт пересилати дані;
- мережевий рівень L3 - комутатори рівня 3 (Layer 3 Switches) поєднують функції комутатора та маршрутизатора. Вони можуть виконувати IP-маршрутизацію між VLAN або підмережами, використовуючи IP-адреси та протоколи маршрутизації.

Таким чином, звичайні комутатори працюють на рівні 2 та

використовуються для з'єднання пристроїв у межах однієї підмережі, тоді як L3 - комутатори дозволяють будувати більш складні мережі з міжмережевою маршрутизацією без потреби у виділених маршрутизаторах.

Прикладів маршрутизаторів, які можна було б обрати для реалізації проекту наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Параметри комутаторів

Характеристика	CRS326-24G-2S+RM	CRS310-8G+2S+IN	RB4011iGS+RM
Тип пристрою	L2/L3 керований комутатор	L3 Smart Switch (керований комутатор із розширеними функціями)	Гігабітний маршрутизатор із SFP+
Процесор	1 × 800 МГц 32-bit ARM (MediaTek 98DX3236)	1 × 800 МГц ARM v7 (88F3300)	4-ядерний ARM Cortex-A15 1.4 ГГц
Оперативна пам'ять (RAM)	512 МБ DDR3	256 МБ DDR3	1 ГБ DDR4
Ethernet-порти	24 × 1G RJ45	8 × 2.5G RJ45	10 × 1G RJ45
SFP/SFP+ порти	2 × SFP+ (10G)	2 × SFP+ (10G)	1 × SFP+ (10G)
Рівень комутації	L2 з підтримкою базових L3-функцій (статична маршрутизація)	L2/L3 Smart Switch	Повноцінний L3 маршрутизатор
Ліцензія RouterOS	Level 5	Level 5	Level 5
Операційна система	SwOS / RouterOS (режим вибору)	RouterOS v7	RouterOS v7
Розмір / форм-фактор	1U, для монтажу в стійку (rackmount)	Desktop (настільний, металічний корпус)	1U, для монтажу в стійку (rackmount)
Пам'ять (Flash)	16 МБ	32 МБ	512 МБ NAND
Продуктивність L3	Обмежена, статична маршрутизація	Базова маршрутизація	Висока, підтримка багатьох L3-функцій
Живлення	Від стандартного адаптера або через ІЕС	12–28 В через блок живлення	24 В DC (в комплекті)

Продовження таблиці 2.4

Характеристика	CRS326-24G-2S+RM	CRS310-8G+2S+IN	RB4011iGS+RM
Цільове застосування	Велика кількість портів — ядро або доступ до мережі	Гігабітна мережа з потребою у 2.5G і 10G аплінках	Основний маршрутизатор у середніх мережах

2.3.3 Точки доступу до WiFi

Точки доступу - це мережеві пристрої, що забезпечують бездротове підключення користувачів до локальної мережі. Вони відіграють ключову роль у розгортанні Wi-Fi мереж у офісах, навчальних закладах, комерційних приміщеннях і навіть на підприємствах. Точки доступу можуть працювати автономно або бути частиною централізованої системи керування (через контролер) (табл.2.5) [16].

Таблиця 2.5 - Параметри точок доступу

Модель	Стандарти Wi-Fi	Діапазони	Макс. швидкість	Живлення	Призначення
Ubiquiti UniFi U6-Lite	802.11a/b/g/n/ac/ax	2.4 GHz / 5 GHz	до 1200 Мбіт/с	PoE 802.3af	Бізнес/офіси, школи
TP-Link EAP245 (v3)	802.11a/b/g/n/ac	2.4 GHz / 5 GHz	до 1750 Мбіт/с	PoE / 12В адаптер	Офіси, кафе, готелі
MikroTik cAP ax	802.11a/b/g/n/ac/ax	2.4 GHz / 5 GHz	до 1800 Мбіт/с	PoE-in (802.3af/at)	Сучасна корпоративна мережа
Ubiquiti UniFi U6-Pro	802.11a/b/g/n/ac/ax	2.4 GHz / 5 GHz	до 5400 Мбіт/с	PoE+ (802.3at)	Великі офіси, навчальні корпуси
Cisco Business 240AC	802.11a/b/g/n/ac	2.4 GHz / 5 GHz	до 1733 Мбіт/с	PoE	Малий та середній бізнес

При виборі точки доступу важливо враховувати:

- підтримувані стандарти Wi-Fi (802.11n/ac/ax);
- кількість антен і частотні діапазони (2.4 GHz / 5 GHz / 6 GHz);

- максимальну швидкість передачі даних;
- тип живлення (PoE або адаптер);
- можливості керування та масштабування.

2.3.4 Робочі станції

Робочі станції є ключовими елементами будь-якої комп'ютерної мережі. Вони забезпечують взаємодію користувачів з мережею, виконання прикладних програм, обробку даних та доступ до ресурсів локальної або глобальної мережі. Залежно від призначення, робочі станції можуть мати різну обчислювальну потужність: від офісних ПК до високопродуктивних машин для графіки, CAD-систем чи програмування.

При виборі робочої станції враховуються такі параметри, як продуктивність процесора, обсяг оперативної пам'яті, тип накопичувача, підтримка мережевих інтерфейсів та розширюваність (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6 - Параметри ПК

Характеристика	Значення
Модель	Vinga Advanced D8395 (R7M16INT.D8395)
Процесор (CPU)	AMD Ryzen 7 5700G, 8 ядер / 16 потоків, 3.8–4.6 ГГц
Оперативна пам'ять (RAM)	16 ГБ DDR4 (3200 МГц), розширювана до 64 ГБ
Накопичувач	1 ТБ SSD M.2 NVMe
Відеокарта	Вбудована: AMD Radeon Vega 8 Graphics
Мережевий інтерфейс	Gigabit Ethernet (1 Gbps)
Операційна система	Без ОС (можлива установка Windows/Linux)
Форм-фактор корпусу	Middle Tower
Інтерфейси	USB 3.2, USB 2.0, HDMI, DisplayPort, Audio
Блок живлення	500 Вт

2.3.5 Сервери

Сервери - це обчислювальні пристрої, які забезпечують централізовану обробку, зберігання та розповсюдження даних у комп'ютерній мережі. Вони виконують роль основи для розгортання різноманітних сервісів: файлових сховищ, DNS, DHCP, баз даних, віртуалізації, веб-додатків тощо (таблиця 2.7).

Основні критерії вибору сервера:

- обчислювальна потужність (процесори, ядра, потоки);
- обсяг оперативної пам'яті;
- обсяг і тип накопичувачів (HDD/SSD, RAID);
- підтримка віртуалізації (Hyper-V, VMware, Proxmox);
- можливості масштабування та енергоефективність;
- підтримка резервного живлення та дублювання компонентів (живлення, вентиляція).

Таблиця 2.7 - Параметри серверів

Модель	Процесор	ОЗП	Накопичувачі	Форм-фактор	Призначення
Dell PowerEdge T40	Intel Xeon E-2224 (4 ядра, 3.4 ГГц)	8–64 ГБ DDR4	1 ТБ HDD (можливість RAID)	Mini Tower	Базові серверні завдання в офісі
HPE ProLiant ML30 Gen10	Intel Xeon E-2134 (4 ядра, 3.5 ГГц)	до 64 ГБ DDR4	До 4x HDD/SSD	Tower	Файловий, друк-сервер, резервне копіювання
Lenovo ThinkSystem ST50	Intel Xeon E-2224G	16–64 ГБ DDR4	1×1 ТБ HDD (розширювано)	Tower	Малий бізнес, навчальні заклади
Supermicro SuperServer E300	Intel Xeon D-2123IT (4 ядра, low power)	32 ГБ DDR4 ECC	SSD M.2 + 2×2.5" SATA	Компактний (1U mini)	Віртуалізація, мережеві сервіси
Dell PowerEdge R250	Intel Xeon E-2314	до 128 ГБ ECC	4×SATA/SAS, RAID-контролер	1U Rackmount	Централізований сервер для дата-мережі

3 ПРОЄКТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Проектування комп'ютерної мережі — це комплексний процес створення ефективної, надійної та масштабованої інфраструктури для обміну даними між різними пристроями. Гарно спроектована мережа забезпечує високу продуктивність, безперебійний доступ до інформаційних ресурсів та захист даних.

3.1 Формування структури мережі

Структура комп'ютерної мережі у проєктованій системі побудована за принципом централізації з підключенням віддалених філій до головного офісу через маршрутизовані підмережі.

Такий підхід забезпечує ефективне управління, централізований доступ до серверних ресурсів, а також високу масштабованість і безпеку.

Мережа складається з трьох основних логічних частин: головного офісу та двох філій. У кожному вузлі створюється власна підмережа або підмережі відповідно до кількості підключених пристроїв, типу трафіку та потреб у доступі до ресурсів (рис.3.1, 3.2).

Головний офіс має містити робочі станції, сервери, точку доступу Wi-Fi, а також мережевий принтер. Це дозволяє централізовано розподіляти ресурси, у тому числі серверні сервіси (файл-сервер, бази даних, DHCP, DNS тощо).

Кожна філія має окрему мережу з Wi-Fi покриттям і доступом до мережевого принтера.

Основні параметри структури мережі наведено у таблиці 3.1.

Умовні позначення

- R - Маршрутизатор
- S - Сервер
- Sr - Сервер
- PC - Комп'ютер
- AP - Точка доступу WiFi

Таблиця 3.1 - Структура комп'ютерної мережі

Монтажна схема розробленої мережі в результаті роботи має вигляд, який представлено на рисунках 3.3 та 3.4.

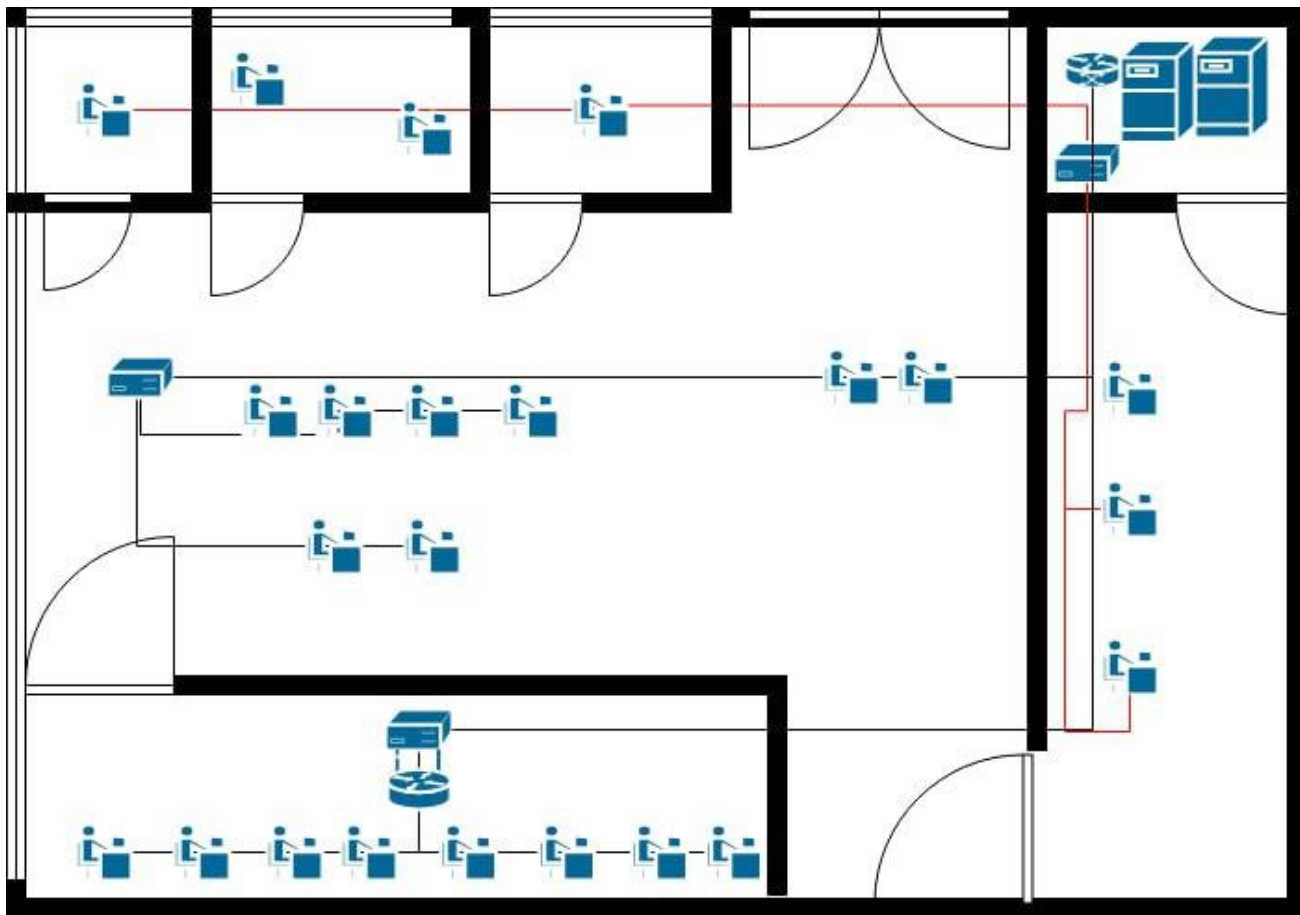


Рисунок 3.3 – Схема розміщення обладнання головного офісу

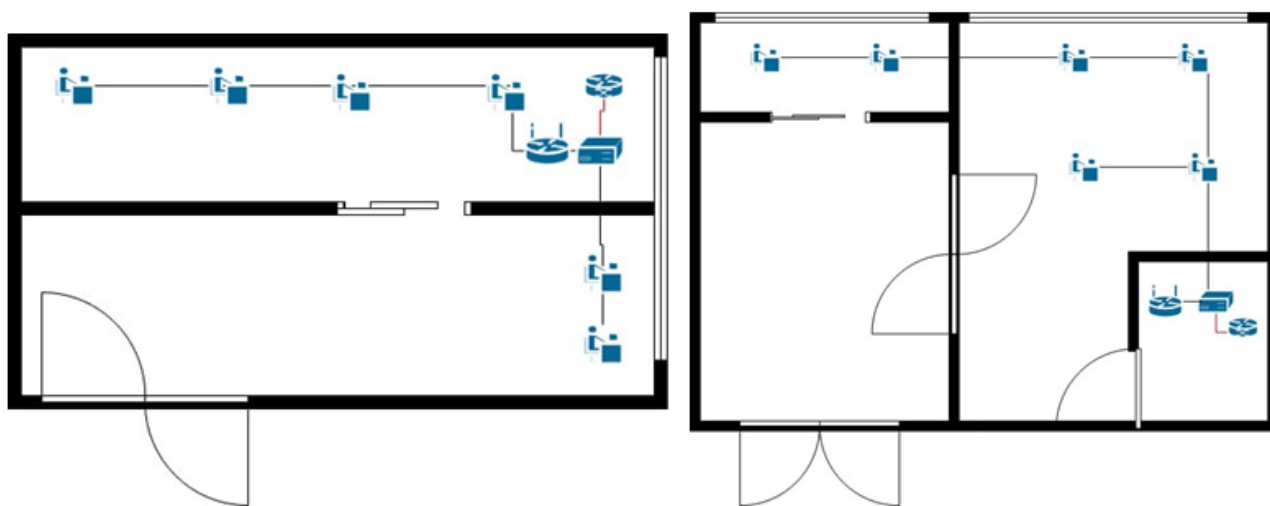


Рисунок 3.4 – Схема розміщення обладнання першої та другої філії

3.2 Налаштування динамічної адресації

Для налаштування мережі було з імітовано схему при якій маршрутизатори отримують адреса для підмереж з головного серверу який виконую роль DNS та DHCP серверів. Налаштування DHCP серверу для розробленої схеми зображено на рисунках 3.5 та 3.6.

The screenshot shows the 'Server_DHCP_DNS' configuration window. The 'Services' tab is active, and the 'DHCP' service is selected. The 'GigabitEthernet1' interface is configured with the DHCP service turned 'On'. The 'serverPool' is defined with a default gateway of 0.0.0.0, a DNS server of 0.0.0.0, a start IP address of 192.168.0.0, a subnet mask of 255.255.255.0, and a maximum number of users of 512. Below the configuration fields, there is a table listing several DHCP pools.

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
Local_1_Pool	100.11.100.1	192.168.0.90	100.11.100.10	255.255.255.0	246	0.0.0.0	0.0.0.0
Local_2_Pool	100.12.100.1	192.168.0.90	100.12.100.10	255.255.255.0	246	0.0.0.0	0.0.0.0
Mein_Pool_Res	100.10.101.1	192.168.0.90	100.10.101.10	255.255.255.0	246	0.0.0.0	0.0.0.0
Mein_Pool_Akk	100.10.100.1	192.168.0.90	100.10.100.0	255.255.255.0	256	0.0.0.0	0.0.0.0
Mein_Pool_Serv	192.168.0.1	192.168.0.90	192.168.0.0	255.255.255.0	256	0.0.0.0	0.0.0.0
serverPool	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.0	255.255.255.0	512	0.0.0.0	0.0.0.0

Рисунок 3.5 - Створення DHCP-пулів на сервері

```
interface GigabitEthernet0/1/0.1
 encapsulation dot1Q 101
 ip address 100.10.101.1 255.255.255.0
 ip helper-address 192.168.0.90
```

Рисунок 3.6 - Привласнення порту маршрутизатора сервера DHCP

3.3 Налаштування динамічної маршрутизації

За допомогою протоколу OSPF було поєднано мережі головного офісу. Налаштування OSPF на головному маршрутизаторі офісу зображено (рис.3.7).

```
Router_M>
Router_M>en
Router_M#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router_M(config)#
Router_M(config)#rou
Router_M(config)#router os
Router_M(config)#router ospf 1
Router_M(config-router)#rou
Router_M(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router_M(config-router)#net
Router_M(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
Router_M(config-router)#network 100.10.100.0 0.0.0.255 area 0
Router_M(config-router)#network 100.10.101.0 0.0.0.255 area 0
Router_M(config-router)#ex
```

Рисунок 3.7 - Налаштування OSPF

3.4 Налаштування VPN

Для створення зв'язку між філіями та основною мережою було налаштовано VPN-IPsec для кожної філії, приклад налаштування для маршрутизатора головного офісу зображено на рисунках 3.8 - 3.11 порядок налаштування зі сторони філії такий самий, але з переміною адрес при налаштуванні списків VLAN, які відображені у таблиці 3.1, налаштування зображено на рисунку 3.8.

Таблиця 3.1 - Параметри VLAN

Мережа	VLAN	Адреса мережі	Маршрутизатор
Головний офіс - Серверна	Vlan 10	192.168.0.0/24	Router_Head_Office
Головний офіс - Бухгалтерія та Обслуговуючий персонал	Vlan 100	100.10.100.0/24	
Головний офіс - Приймальня та відділ роботи з клієнтами	Vlan 101	100.10.101.0/24	
Філіал 1	Vlan 20	100.11.100.0/24	Router_Local_1
Філіал 2	Vlan 30	100.12.100.0/24	Router_Local_2

```

SwOpt#
SwOpt#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
SwOpt(config)#interface range gig1/1 - gig 9/1
SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport mo
SwOpt(config-if-range)#switchport mode ac
SwOpt(config-if-range)#switchport mode access
SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport ac
SwOpt(config-if-range)#switchport access vlan 10
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 10
SwOpt(config-if-range)#ex
SwOpt(config)#interface range gig0/1
SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport mode
SwOpt(config-if-range)#switchport mode tr
SwOpt(config-if-range)#switchport mode trunk

SwOpt(config-if-range)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to down

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1, changed state to up

SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport tr
SwOpt(config-if-range)#switchport trunk al
SwOpt(config-if-range)#switchport trunk allowed vlan 10
SwOpt(config-if-range)#ex

```

Рисунок 3.8 - Приклад конфігурації Vlan для мережі 192.168.0.0/24

```

Router_M(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 121.43.94.1
Router_M(config)#int
Router_M(config)#interface gig0/3/0.1
Router_M(config-subif)#ip nat
Router_M(config-subif)#ip nat in
Router_M(config-subif)#ip nat inside
Router_M(config-subif)#ex
Router_M(config)#interface gig0/2/0.1
Router_M(config-subif)#ip nat inside
Router_M(config-subif)#ex
Router_M(config)#interface gig0/1/0.1
Router_M(config-subif)#ip nat inside
Router_M(config-subif)#ex
Router_M(config)#ip ac
Router_M(config)#ip access-list ex
Router_M(config)#ip access-list extended NAT-M
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip

```

Рисунок 3.9 - Налаштування IPSec для маршрутизатора головного офісу

```

Router_M(config)#ip access-list extended NAT-M
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.11.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.12.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.10.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.10.101.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#per
Router_M(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 any
Router_M(config-ext-nacl)#ex
Router_M(config)#ip nat so
Router_M(config)#ip nat in
Router_M(config)#ip nat inside so
Router_M(config)#ip nat inside source list NAT-M in
Router_M(config)#ip nat inside source list NAT-M interface gig0/0/0 over
Router_M(config)#ip nat inside source list NAT-M interface gig0/0/0 overload
Router_M(config)#|

```

Рисунок 3.10 - Налаштування IPSec для маршрутизатора головного офісу

```

Router_M(config)#crypto isakmp policy 1
Router_M(config-isakmp)#en
Router_M(config-isakmp)#encryption 3des
Router_M(config-isakmp)#ha
Router_M(config-isakmp)#hash md5
Router_M(config-isakmp)#au
Router_M(config-isakmp)#authentication pre
Router_M(config-isakmp)#authentication pre-share
Router_M(config-isakmp)#gro
Router_M(config-isakmp)#group 2
Router_M(config-isakmp)#ex
Router_M(config)#cr
Router_M(config)#crypto is
Router_M(config)#crypto isakmp key FilialWBG_Eins ad
Router_M(config)#crypto isakmp key FilialWBG_Eins address 12.134.81.2
Router_M(config)#crypto isakmp key FilialWBG_Zwei address 183.92.51.2
Router_M(config)#cr
Router_M(config)#crypto ip
Router_M(config)#crypto ipsec tr
Router_M(config)#crypto ipsec transform-set TS esp-3des esp-md5-hmac
                                     ^
% Invalid input detected at '^' marker.

Router_M(config)#crypto ipsec transform-set TS esp-3des esp-md5-hmac
Router_M(config)#
Router_M(config)#
Router_M(config)#ip ac
Router_M(config)#ip access-list ex
Router_M(config)#ip access-list extended FOR-VPN
Router_M(config-ext-nacl)#per
Router_M(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.11.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.12.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#ex
... ..

```

Рисунок 3.11 - Налаштування IPSec для маршрутизатора головного офісу

Після налаштування протоколу IPSec на маршрутизаторі головного офісу, були виконані аналогічні дії для конфігурації пристроїв філій та було виконано перевірку коректного налаштування відповідною командою, що зображено на рисунку 3.12.

```

Router_M#sh crypto isakmp sa
IPv4 Crypto ISAKMP SA
dst          src          state          conn-id slot status
12.134.81.2   121.43.94.2   QM_IDLE        1077    0 ACTIVE

183.92.51.2   121.43.94.2   QM_IDLE        1091    0 ACTIVE

IPv6 Crypto ISAKMP SA

Router M#

```

Рисунок 3.12 - Перевірка IPSec з маршрутизатору головного офісу

Після конфігурації та додавання пристроїв, фінальна схема проєкту матиме вигляд, який представлено на рисунках 3.13, 3.14.

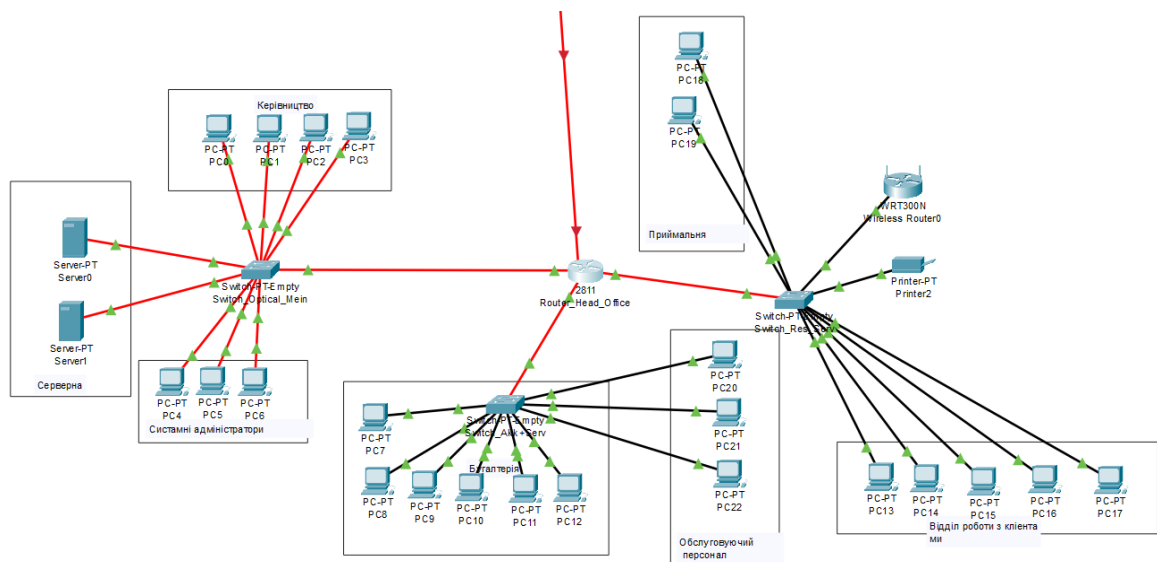


Рисунок 3.13 - Структура головного офісу

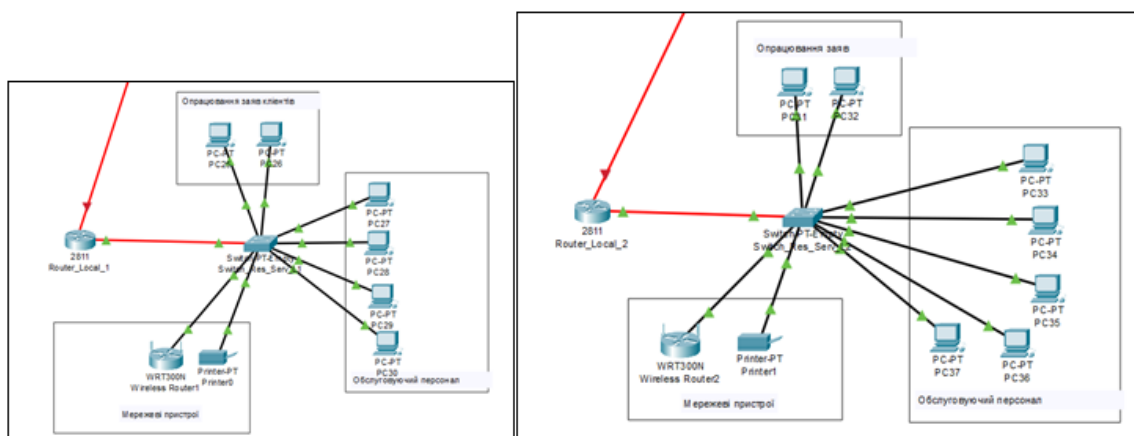


Рисунок 3.14 - Структура першої та другої філії підприємства

4 РЕАЛІЗАЦІЯ БАЗИ ДАНИХ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА “WBG”

4.1 База даних

База даних - це структурована система зберігання та управління даними, яка забезпечує їх організоване збереження, швидкий пошук, зручне оновлення та видалення інформації. Вона є ключовим компонентом більшості сучасних програмних систем, оскільки дозволяє ефективно працювати з великими обсягами даних, забезпечує цілісність інформації та підтримує багатокористувацький доступ.

Основне призначення бази даних - надавати зручний та безпечний спосіб зберігати та обробляти інформацію, яка використовується в програмному забезпеченні. Наприклад, у веб-додатках база даних може містити дані користувачів, товарів, замовлень тощо. Вона дозволяє швидко отримувати потрібну інформацію, фільтрувати її за певними критеріями та забезпечувати узгодженість даних при паралельній роботі багатьох користувачів.

До сучасної бази даних висуваються ряд вимог, серед яких надійність, продуктивність, масштабованість та безпека. Надійність полягає в тому, що система повинна коректно зберігати дані навіть у разі збоїв апаратного забезпечення. Продуктивність визначає швидкість виконання запитів, особливо при роботі з великими обсягами інформації. Масштабованість дозволяє збільшувати потужності бази даних без суттєвих змін у архітектурі. Безпека включає захист даних від несанкціонованого доступу, резервне копіювання та можливість відновлення інформації у разі аварійних ситуацій [17].

4.1.1 PHPMyAdmin

PHPMyAdmin є популярним веб-інтерфейсом для керування базами даних MySQL та MariaDB. Він дозволяє легко створювати, редагувати та адмініструвати таблиці, виконувати SQL-запити, експортувати та імпортувати дані. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс робить його зручним інструментом як для початківців, так і

для досвідчених розробників.

4.1.2 MySQL

Обрана версія MySQL (або сумісна MariaDB 10.6+) забезпечує високу продуктивність, оптимізовані запити та стабільне зберігання даних. Серед ключових переваг – підтримка транзакцій, індексації, реплікації та безпечного доступу, що робить її ідеальним рішенням для сучасних вебдодатків.

4.1.3 PHP

Робота з базою даних потребує ефективної взаємодії з серверною частиною, тому було обрано PHP 8.4. Ця версія пропонує значні покращення продуктивності завдяки JIT-компіляції, строгій типізації та оптимізованій роботі з пам'яттю. Вона також забезпечує кращу сумісність із сучасними фреймворками та бібліотеками для роботи з базами даних.

Обране середовище PHPMyAdmin, MySQL 7.5, PHP 8.4 забезпечує зручне управління даними, високу швидкодію та стабільність, що є критично важливим для успішної реалізації проекту.

4.2 Налаштування серверу бази даних

Для імітації серверу на якому буде зберігатися база даних, на локальній машині було використано програму OpenServer Panel [18].

OpenServer Panel — це потужна та безкоштовна платформа, що спрощує процес веб-розробки на локальному комп'ютері. Завдяки цій панелі ви можете легко розгортати та керувати кількома веб-проектами без необхідності вручну налаштовувати серверне оточення.

Серед основних можливостей через які було обрано цю програму є можливість моделювання створення домену, підтримка різних версій PHP, MySQL, тощо, та вбудовані інструменти для зручної розробки та імітації користування.

Конфігурація програми включає наступні кроки:

- завантаження програми;
- встановлення;
- створення необхідного доменного ім'я;
- запуск необхідних модулів.

Процес створення доменного ім'я відбувається шляхом створення відповідної директорії к каталозі програми та додаткової папки, за допомогою якої OpenServer Panel розпізнає, що це саме адреса за якою необхідно створити локальний сервер. Це зображено на рисунках 4.1 та 4.2.

Після цього в необхідному каталозі створюється директорія .osp та файл project.ini, що відображає для OpenServer Panel домену адресу, яку ми хочемо створити, та з якою будемо надалі взаємодіяти. Також цей файл може зберігати значення з версіями компонентів, це наведено у лістингу 4.1.

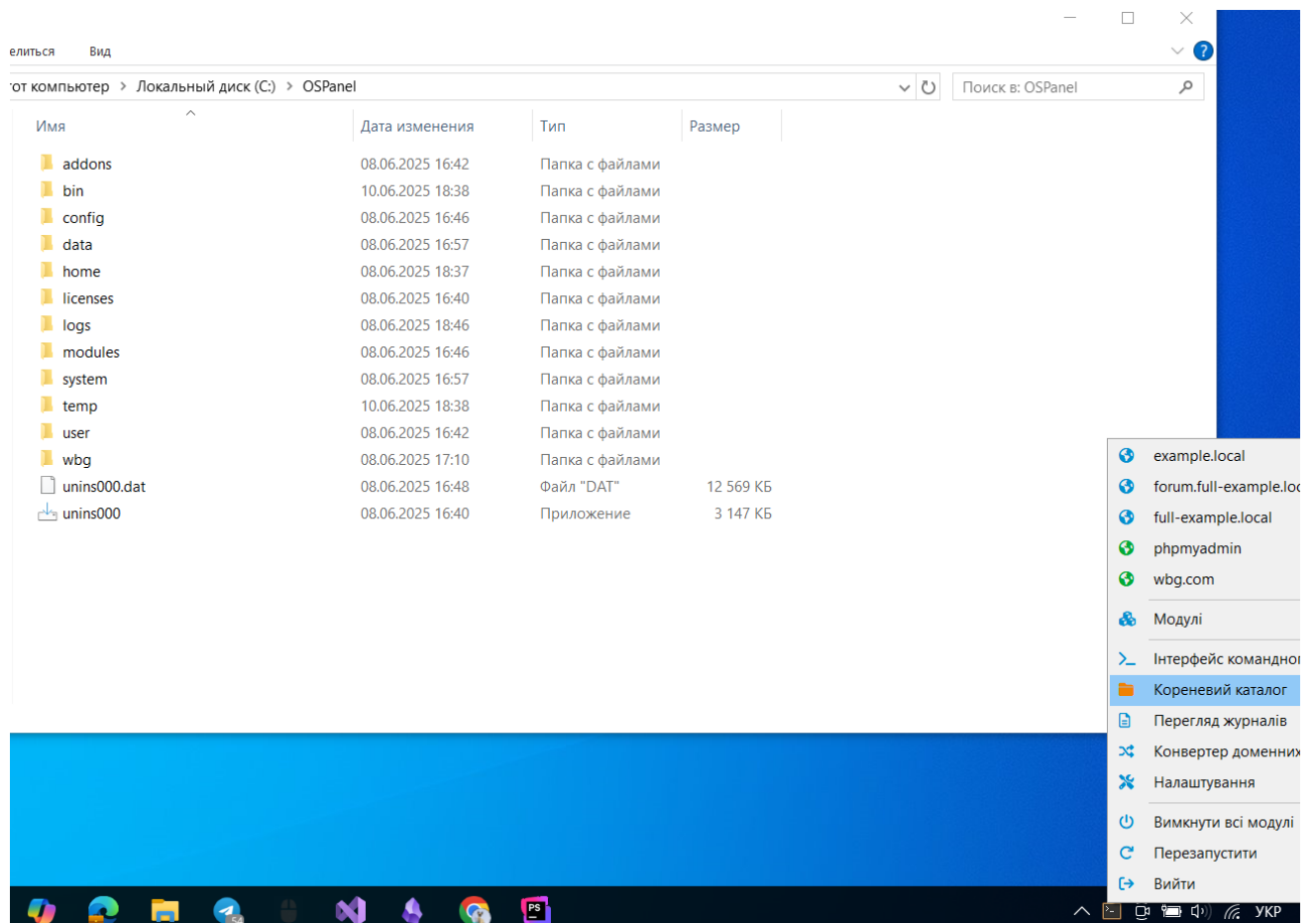


Рисунок 4.1 - Перехід ко кореневого каталогу

компьютер > Локальный диск (C:) > OSPanel > home >		
Имя		Дата изменения
example.local		08.06.2025 16:40
full-example.local		08.06.2025 17:22
phpmyadmin		08.06.2025 18:38
wbg.com		10.06.2025 03:28

Рисунок 4.2 - Створення відповідних директорій в каталозі проектів

Лістинг 4.1 - Приклад конфігурації файлу project.ini для домену phpmyadmin

```
[phpmyadmin]
php_engine = PHP-8.4
public_dir = {base_dir}/public
```

Процес конфігурації для роботи з phpMyAdmin виглядає схожим чином, але в каталог з відповідним ім'ям, після створення, розкривається архів, який можливо завантажити з офіційної сторінки, він має всі необхідні для функціонування дані.

Версій PHP та MySQL є вбудованими компонентами, які знаходяться в окремій директорії програми, також при необхідності можуть бути додані новіші версії. Процес вмикання компонентів відображено на рисунку 4.3.

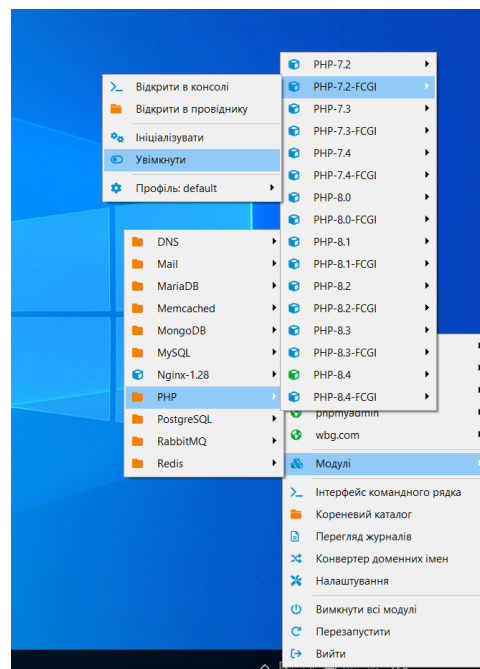


Рисунок 4.3 - Увімкнення необхідного компоненту на прикладі PHP-7.2-FCGI

4.3 Діаграми варіантів використання

Під час реалізації бази даних було створено діаграму використання Use-Case, яка відображає взаємодію користувачів (акторів) з різними функціональними можливостями системи (рис.4.4).

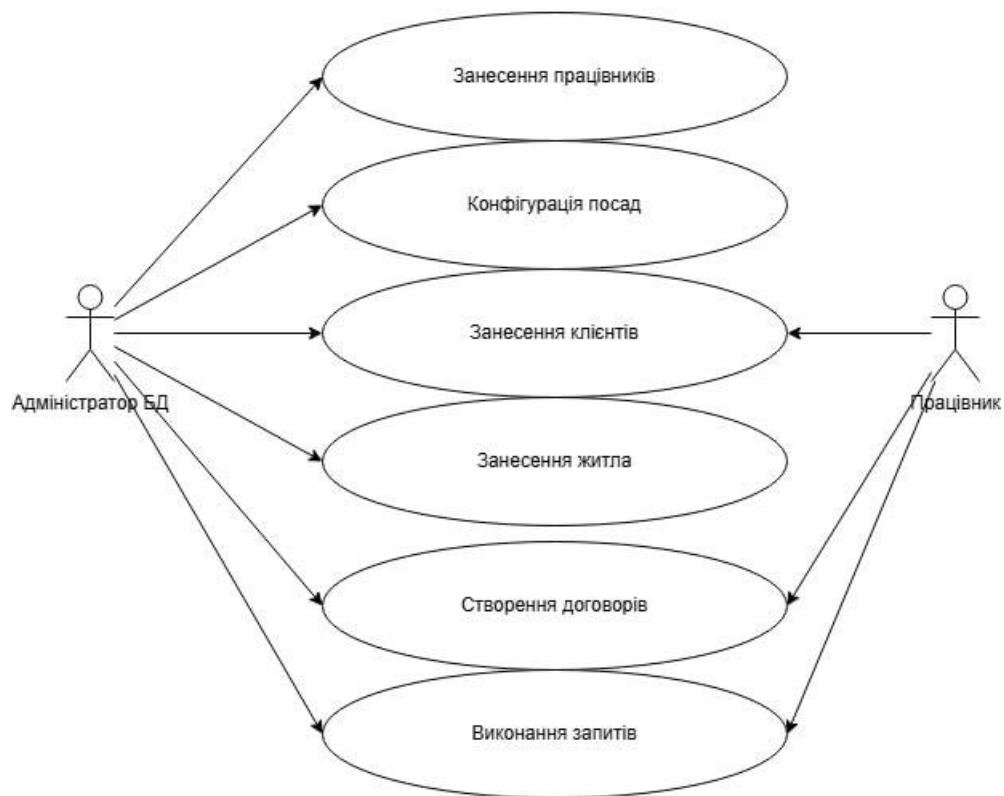


Рисунок 4.4 - Діаграма доступних дій адміністратора і працівника

Дана діаграма демонструє повноваження адміністратора БД та працівника, а саме:

- адміністратор БД - має розширені права доступу та відповідає за керування основними даними системи;
- працівник - звичайний користувач системи, який виконує повсякденні операції, пов'язані з клієнтами, житлом та договорами.

Права адміністратора БД передбачають:

- занесення працівників - додавання нової інформації про працівників до бази даних.:

- конфігурація посад - дозволяє налаштовувати або оновлювати різні посади, які можуть займати працівники в організації;

- занесення житла - можливість додавання інформацію про об'єкти житла до бази даних.

Адміністратор та працівник мають однакові права для наступних дій:

- занесення клієнтів - обидва типи користувачів можуть додавати нових клієнтів до бази даних;

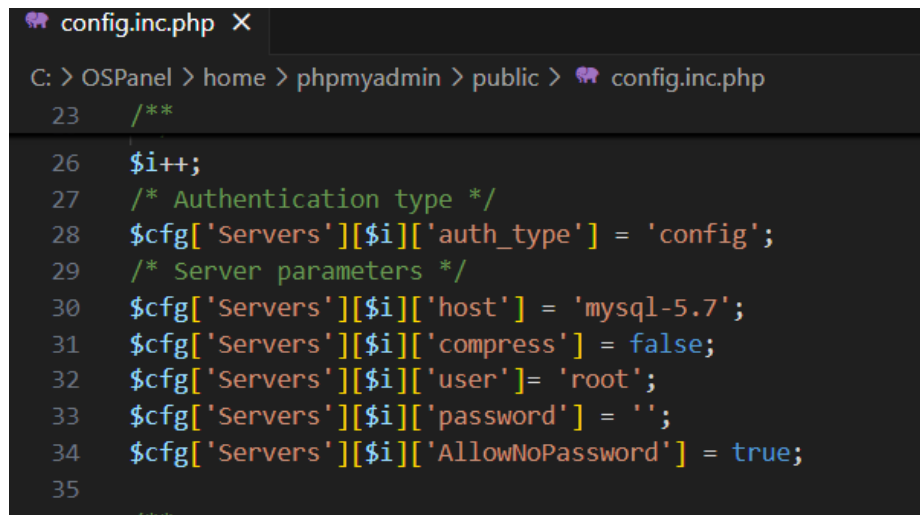
- створення договорів – база дозволяє обом акторам створювати нові договори в системі;

- виконання запитів - цей варіант використання є досить загальним і може охоплювати будь-які дії, пов'язані з пошуком, фільтрацією або отриманням даних з бази даних.

Діаграма відображає основні функціональні можливості бази даних, які доступні двом ключовим користувачам: Адміністратору БД та Працівнику. Вона демонструє чітке розмежування ролей, де Адміністратор БД відповідає за базові налаштування та керування працівниками та посадами, тоді як обидва актори можуть спільно працювати з даними клієнтів, житла та договорів, а також виконувати запити до бази даних. Це дозволяє зрозуміти, хто і які дії може виконувати в системі.

4.4 Створення бази даних

Процес створення бази даних розпочинається з конфігурації файлу `config.inc.php`, де у відповідні поля вказуються тип, ім'я хосту, чи потрібно використовувати стискання при взаємодії, ім'я користувача (логін), пароль, чи дозволено під'єднання без паролю (рис.4.5).



```

23  /**
24
26  $i++;
27  /* Authentication type */
28  $cfg['Servers'][$i]['auth_type'] = 'config';
29  /* Server parameters */
30  $cfg['Servers'][$i]['host'] = 'mysql-5.7';
31  $cfg['Servers'][$i]['compress'] = false;
32  $cfg['Servers'][$i]['user'] = 'root';
33  $cfg['Servers'][$i]['password'] = '';
34  $cfg['Servers'][$i]['AllowNoPassword'] = true;
35

```

Рисунок 4.5 - Конфігурація файлу config.inc.php

Після цього отримуємо змогу встановити коректний зв'язок та почати працювати з phpMyAdmin. Процес під'єднання (рис.4.6), після цього повинна відкритися головна сторінка [18].

На головній сторінці phpMyAdmin потрібно знайти розділ "Бази даних" (Databases). У полі "Створити базу даних" ввести назву БД: wbg_sql. Обрати кодування: utf8_general_ci. Натиснути кнопку "Створити". Після створення БД потрібно перейти до неї та створити таблиці за допомогою інтерфейсу або за допомогою sql запиту. Створення таблиць наведень у лістингах 4.2 - 4.6 та результати на рисунках 4.6 - 4.12 з поясненнями полів таблиці.

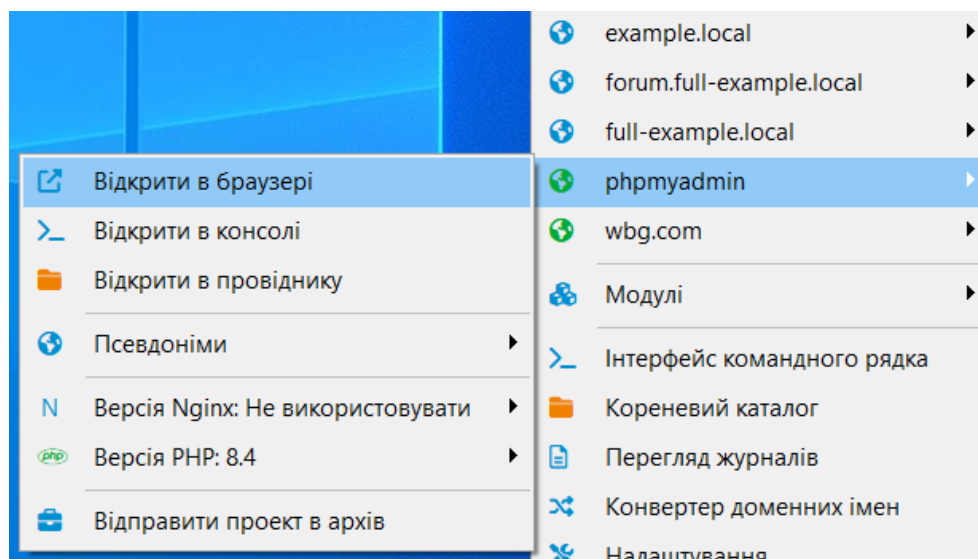


Рисунок 4.6 - Запуск phpMyAdmin

Лістинг 4.2 - Створення таблиці positions

```
CREATE TABLE positions ( position_id int(11) NOT NULL
AUTO_INCREMENT, position_name varchar(100) NOT NULL, work_hours
varchar(50) DEFAULT NULL, salary decimal(10,2) DEFAULT NULL, PRIMARY
KEY (position_id) ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4
COLLATE=utf8mb4_unicode_ci;
```

1	<u>position_id</u>	int(11)	Нет	Нет	id Посади	AUTO_INCREMENT
2	<u>position_name</u>	varchar(100) utf8_general_ci	Нет	Нет	Назва посади	
3	<u>work_hours</u>	varchar(50) utf8_general_ci	Да	NULL	Робочі години	
4	<u>salary</u>	decimal(10,2)	Да	NULL	Заробітня плата	

Рисунок 4.7 – Таблиця «Посади»

Ця таблиця зберігає інформацію про посадові позиції, їхні назви, робочі години та зарплату. Вона має чотири основні стовпці:

- position_id – унікальний ідентифікатор для кожної посади;
- position_name – назва посади, має текстове поле з максимальною довжиною 100 символів, яке використовує кодування utf8_general_ci. NULL;
- work_hours – кількість робочих годин, інформація про години роботи записується у текстовому форматі;
- salary – зарплата, дозволяє зберігати числові значення.

Лістинг 4.3 - Створення таблиці employees

```
CREATE TABLE employees ( employee_id int(11) NOT NULL
AUTO_INCREMENT, first_name varchar(50) NOT NULL, last_name
varchar(50) NOT NULL, position_id int(11) NOT NULL, phone
varchar(20) DEFAULT NULL, email varchar(100) DEFAULT NULL, password
varchar(255) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (employee_id), KEY
position_id (position_id), CONSTRAINT employees_ibfk_1 FOREIGN KEY
(position_id) REFERENCES positions (position_id) ) ENGINE=InnoDB
DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci;
```

1	<u>employee_id</u>	int(11)	Нет	Нет	id Працівника	AUTO_INCREMENT
2	<u>first_name</u>	varchar(50) utf8_general_ci	Нет	Нет	Ім'я	
3	<u>last_name</u>	varchar(50) utf8_general_ci	Нет	Нет	Прізвище	
4	<u>position_id</u>	int(11)	Да	NULL	id Житла	
5	<u>phone</u>	varchar(20) utf8_general_ci	Нет	Нет	Телефон	
6	<u>email</u>	varchar(100) utf8_general_ci	Да	NULL	Пошта	
7	<u>password</u>	varchar(255) utf8_general_ci	Нет	Нет	Пароль користувача	

Рисунок 4.8 – Таблиця «Працівник»

Наступна таблиця employees, яка містить інформацію про працівників для зберігання облікових даних персоналу. Характеристика її елементів така:

- `employee_id` (`int(11)`, `PRIMARY KEY`, `AUTO_INCREMENT`) – унікальний ідентифікатор працівника, який генерується автоматично;
- `first_name` (`varchar(50)`) – ім'я працівника;
- `last_name` (`varchar(50)`) – прізвище працівника;
- `position_id` (`int(11)`, `NULL`) – ідентифікатор посади або ролі в організації;
- `phone` (`varchar(20)`) – телефон працівника;
- `email` (`varchar(100)`, `NULL`) – адреса електронної пошти;
- `password` (`varchar(255)`) – зашифрований пароль для входу в систему.

Лістинг 4.4 - Створення таблиці properties

```
CREATE TABLE properties ( property_id int(11) NOT NULL
AUTO_INCREMENT, city varchar(100) NOT NULL, street varchar(100) NOT
NULL, house_number varchar(20) NOT NULL, floor int(11) DEFAULT NULL,
apartment_number varchar(20) DEFAULT NULL, postal_code varchar(20)
DEFAULT NULL, square_meters decimal(6,2) DEFAULT NULL, rooms int(11)
DEFAULT NULL, has_bathroom tinyint(1) DEFAULT NULL, has_kitchen
tinyint(1) DEFAULT NULL, is_furnished tinyint(1) DEFAULT NULL,
monthly_rent decimal(8,2) DEFAULT NULL, utilities_included
tinyint(1) DEFAULT NULL, heating_included tinyint(1) DEFAULT NULL,
is_available tinyint(1) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (property_id) )
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci;
```

Створена база даних дозволяє легко керувати інформацією про працівників, клієнтів, житло та контракти. Вона може бути основою для системи оренди нерухомості або менеджменту персоналу.

Вона пов'язує між собою:

- працівників із їхніми посадовими позиціями;
- прив'язує кожного клієнта до відповідного договору;
- забезпечують зв'язок між працівниками, клієнтами та житловими об'єктами.

1	<u>property_id</u> 🏠	int(11)	Нет	Нем	id Житла	AUTO_INCREMENT
2	<u>city</u>	varchar(100) utf8_general_ci	Нет	Нем	Місто	
3	<u>street</u>	varchar(100) utf8_general_ci	Нет	Нем	Вулиця	
4	<u>house_number</u>	varchar(20) utf8_general_ci	Нет	Нем	Номер будинку	
5	<u>floor</u>	int(11)	Да	NULL	Поверх	
6	<u>apartment_number</u>	varchar(20) utf8_general_ci	Да	NULL	Номер кімнат	
7	<u>postal_code</u>	varchar(20) utf8_general_ci	Да	NULL	Поштовий індекс	
8	<u>square_meters</u>	decimal(6,2)	Нет	Нем	м²	
9	<u>rooms</u>	int(11)	Нет	Нем	Кількість кімнат	
10	<u>has_bathroom</u>	tinyint(1)	Да	1	Наявність санвузлу	
11	<u>has_kitchen</u>	tinyint(1)	Да	1	Наявність кухні	
12	<u>is_furnished</u>	tinyint(1)	Да	0	Мебльована так/ні	
13	<u>monthly_rent</u>	decimal(8,2)	Нет	Нем	Орендна плата	
14	<u>utilities_included</u>	tinyint(1)	Да	0	Комунальні послуги	
15	<u>heating_included</u>	tinyint(1)	Да	0	Опалення	
16	<u>is_available</u>	tinyint(1)	Да	1	Наявність	

Рисунок 4.9 – Таблиця «Житло»

Лістинг 4.5 - Створення таблиці contracts

```
CREATE TABLE contracts ( contract_id int(11) NOT NULL
AUTO_INCREMENT, client_id int(11) NOT NULL, employee_id int(11) NOT
NULL, property_id int(11) NOT NULL, start_date date NOT NULL,
end_date date DEFAULT NULL, monthly_payment decimal(8,2) NOT NULL,
deposit decimal(8,2) DEFAULT NULL, payment_day int(11) DEFAULT NULL,
contract_terms text DEFAULT NULL, status
enum('active','expired','terminated') DEFAULT NULL, PRIMARY KEY
(contract_id), KEY employee_id (employee_id), KEY property_id
(property_id), CONSTRAINT contracts_ibfk_1 FOREIGN KEY (employee_id)
REFERENCES employees (employee_id), CONSTRAINT contracts_ibfk_2
FOREIGN KEY (property_id) REFERENCES properties (property_id) )
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci;
```

1	<u>contract_id</u> 🏠	int(11)	Нет	Нем	id Контракту	AUTO_INCREMENT
2	<u>client_id</u> 🧑	int(11)	Нет	Нем	id Клієнта	
3	<u>employee_id</u> 🧑	int(11)	Нет	Нем	id Відповідальної особи	
4	<u>property_id</u> 🏠	int(11)	Нет	Нем	id Житла	
5	<u>start_date</u>	date	Нет	Нем	Початок контракту	
6	<u>end_date</u>	date	Нет	Нем	Кінець контракту	
7	<u>monthly_payment</u>	decimal(8,2)	Нет	Нем	Місячна вартість	
8	<u>deposit</u>	decimal(8,2)	Да	NULL	Застава	
9	<u>payment_day</u>	int(11)	Да	1	День оплати	
10	<u>contract_terms</u>	text utf8_general_ci	Да	NULL	Умови договору	
11	<u>status</u>	enum('active','expired','terminated') utf8_general_ci	Да	active	Статус контракту	

Рисунок 4.10 – Таблиця «Контракти»

Кожне поле містить таку інформацію:

– `contract_id` (`int(11)`, `PRIMARY KEY`, `AUTO_INCREMENT`) – унікальний ідентифікатор договору, значення генерується автоматично;

- `client_id` (`int(11)`) – посилання на клієнта, з яким укладено договір;
- `employee_id` (`int(11)`) – ідентифікатор відповідальної особи (співробітника);
- `property_id` (`int(11)`) – ідентифікатор об'єкта нерухомості, що здається або продається;
- `start_date` (`date`) – дата початку дії договору;
- `end_date` (`date`) – дата закінчення дії договору;
- `monthly_payment` (`decimal(8,2)`) – щомісячна вартість згідно з договором;
- `deposit` (`decimal(8,2)`, `NULL`) – заставна сума, може бути відсутня;
- `payment_day` (`int(11)`, `default = 1`) – день місяця, коли потрібно здійснити оплату;
- `contract_terms` (`text`, `NULL`) – текстові умови договору;
- `status` (`enum('active', 'expired', 'terminated')`, `default = 'active'`) – статус договору (активний, строк дії закінчився, розірваний).

Ця таблиця чітко фіксує зв'язок між учасниками угоди (клієнт, працівник, житло), терміни її дії, фінансові зобов'язання та статус. Вона добре підходить для систем обліку оренди або купівлі-продажу житла.

Лістинг 4.6 - Створення таблиці `clients`

```
CREATE TABLE clients ( client_id int(11) NOT NULL
AUTO_INCREMENT, first_name varchar(50) NOT NULL, last_name
varchar(50) NOT NULL, phone varchar(20) NOT NULL, email varchar(100)
DEFAULT NULL, passport_number varchar(50) DEFAULT NULL,
registration_date date DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (client_id) )
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_unicode_ci;
```

Таблиця складається з шести полів і містить наступні поля:

- `client_id` – цілочисельне поле (тип `int(11)`), яке є первинним ключем таблиці (`PRIMARY KEY`). Поле не може містити значення `NULL` і має властивість `AUTO_INCREMENT`, тобто значення автоматично збільшується при додаванні нового запису. Відповідає за унікальний ідентифікатор клієнта.

- `first_name` – символне поле типу `varchar(50)`, що зберігає ім'я клієнта. Не допускає `NULL`.
- `last_name` – поле типу `varchar(50)`, яке містить прізвище клієнта. Також не допускає `NULL`.
- `phone` – поле типу `varchar(20)` для зберігання номера телефону клієнта. Значення повинно бути обов'язково вказано (не допускає `NULL`).
- `email` – поле типу `varchar(100)`, в якому зберігається електронна адреса клієнта. Це поле є необов'язковим (допускає `NULL`).
- `contract_id` – цілочисельне поле типу `int(11)`, яке може використовуватись як зовнішній ключ для зв'язку з таблицею контрактів. Поле допускає `NULL`, тобто наявність контракту для клієнта необов'язкова.

☐	1	<u>client_id</u> 	int(11)		Нет	Нет	id Клієнта	AUTO_INCREMENT
☐	2	<u>first_name</u>	varchar(50)	utf8_general_ci	Нет	Нет	Ім'я	
☐	3	<u>last_name</u>	varchar(50)	utf8_general_ci	Нет	Нет	Прізвище	
☐	4	<u>phone</u>	varchar(20)	utf8_general_ci	Нет	Нет	Телефон	
☐	5	<u>email</u>	varchar(100)	utf8_general_ci	Да	NULL	Пошта	
☐	6	<u>contract_id</u> 	int(11)		Да	NULL	id Контракту	

Рисунок 4.11 - Таблиця «Клієнти»

Загальний вигляд створених таблиць (рис.4.12) можна переглянути на головній сторінці створеної БД у вкладці Designer.

Було створено запити що відображають інформацію стосовно БД, вони наведені у лістингах 4.7 - 4.9.

Лістинг 4.7 - Договори що спливають у ближчий місяць

```
SELECT c.contract_id, CONCAT(cl.first_name, ' ', cl.last_name)
AS client, p.city, p.street, p.house_number, p.apartment_number,
c.end_date, DATEDIFF(c.end_date, CURDATE()) AS days_left FROM
contracts c JOIN clients cl ON c.client_id = cl.client_id JOIN
properties p ON c.property_id = p.property_id WHERE c.status =
'active' AND c.end_date BETWEEN CURDATE() AND DATE_ADD(CURDATE(),
INTERVAL 30 DAY);
```

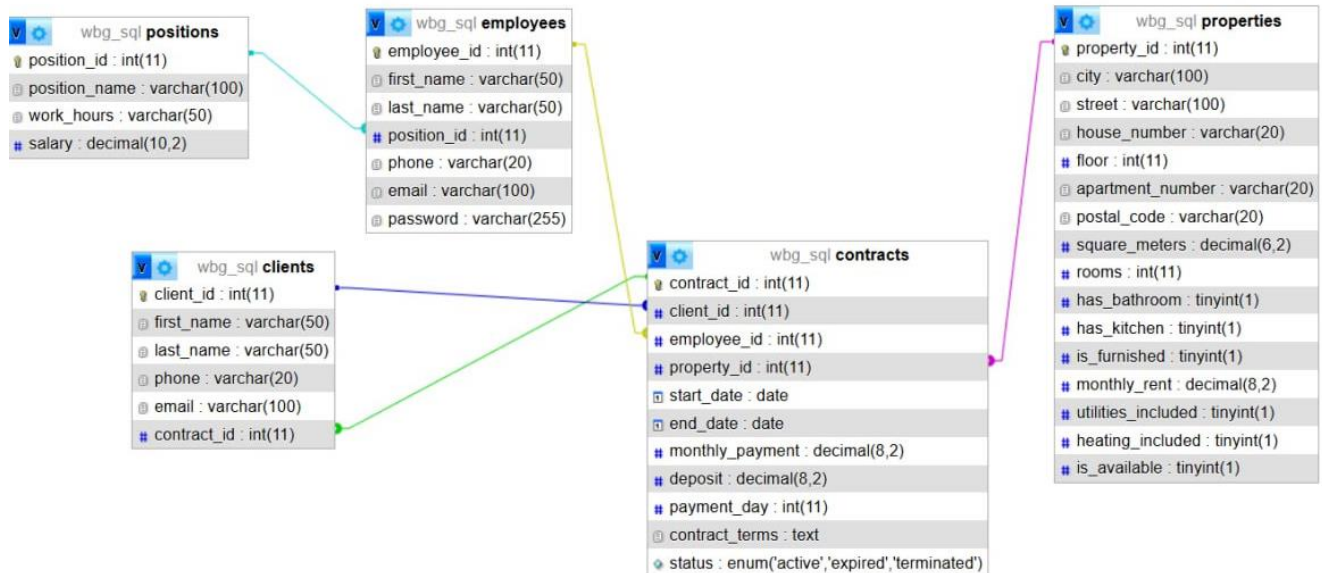


Рисунок 4.12 – Загальний вигляд бази даних підприємства

Лістинг 4.8 - Доступне житло у місті

```
SELECT property_id, city, street, house_number,
apartment_number, square_meters, rooms, monthly_rent FROM properties
WHERE is_available = TRUE AND city = '';
```

Лістинг 4.9 - Активні договори

```
SELECT c.contract_id, CONCAT(cl.first_name, ' ', cl.last_name)
AS client, CONCAT(e.first_name, ' ', e.last_name) AS employee,
p.city, p.street, p.house_number, p.apartment_number, c.start_date,
c.end_date, c.monthly_payment FROM contracts c JOIN clients cl ON
c.client_id = cl.client_id JOIN employees e ON c.employee_id =
e.employee_id JOIN properties p ON c.property_id = p.property_id
WHERE c.status = 'active';
```

Для виконання запиту можливо скористуватися sql запитами, для цього потрібно ввести необхідний код та натиснути виконати. Результати виконання запитів та результати відображено у рисунках 4.13 - 4.16.

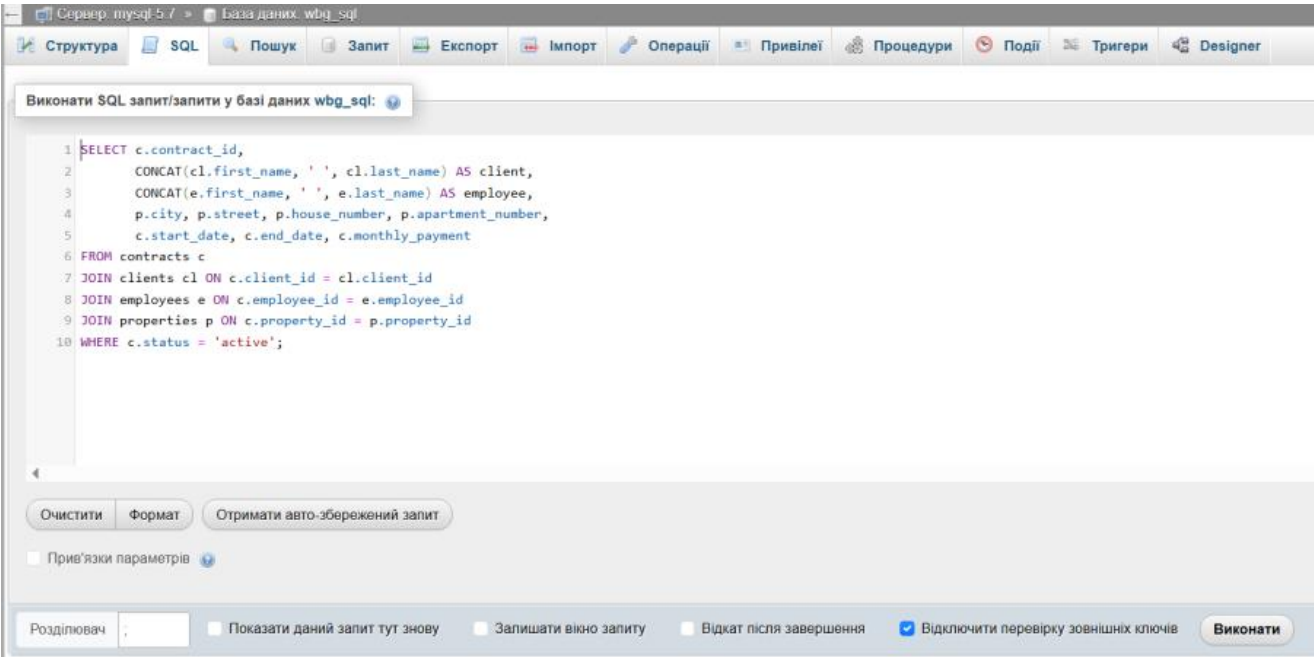


Рисунок 4.13 - Приклад запиту

Екстра параметри

contract_id	client	employee	city	street	house_number	apartment_number	start_date	end_date	monthly_payment
3	Nikola Seifert	Frederik Pergande	Ерфурт	Schulstraße	28	5	2023-09-26	2024-04-07	988.79
4	Edeltraut Peukert	Margita Bohnbach	Йена	Dorfstraße	21	29	2024-11-29	2026-06-02	610.25
17	Louise Rosenow	Raimund Dietz	Гота	Lindenweg	71	17	2024-01-15	2025-05-26	574.26
22	Helena Gorlitz	Frederik Pergande	Гота	Schulstraße	86	11	2024-01-05	2024-08-17	1105.72
25	Lene Pruschke	Hanny Renner	Ерфурт	Schulstraße	28	5	2024-10-29	2025-04-30	962.96
27	Stefanie Hettner	Abram Krein	Беймар	Dorfstraße	89	11	2023-07-30	2023-11-05	956.48
30	Meinhard Jungfer	Ioannis Fröhlich	Нордхаузен	Schulstraße	13	9	2024-01-05	2024-08-18	913.26
31	Erhardt Wulf	Raimund Dietz	Нордхаузен	Hauptstraße	73	48	2024-11-04	2026-09-01	406.78
33	Alexa Tschentscher	Jonas Fritsch	Йена	Lindenweg	77	38	2025-05-18	2026-11-12	1087.97
35	Muhammed Kade	Constantin Martin	Айзенах	Dorfstraße	37	45	2024-03-14	2024-11-02	598.23
38	Justine Conradi	Frederik Pergande	Альтенбург	Bergstraße	82	39	2023-06-23	2024-10-26	636.43
40	Roswitha Mosemann	Raimund Dietz	Нордхаузен	Hauptstraße	73	48	2025-04-12	2025-07-23	1189.51
41	Hüseyin Kranz	Nils Löffler	Йена	Hauptstraße	68	16	2025-04-25	2026-09-27	692.33
42	Nikolaj Hartmann	Monika Reichmann	Ерфурт	Dorfstraße	46	32	2024-10-25	2025-04-07	413.35
46	Baptist Bender	Raimund Dietz	Зуль	Bahnhofstraße	59	22	2024-07-07	2024-12-24	809.04
48	Wencke Eberhardt	Raimund Dietz	Зуль	Bahnhofstraße	59	22	2023-08-25	2025-02-12	983.97
51	Vadim Seidel	Magnus Hahn	Зуль	Hauptstraße	11	43	2024-06-19	2024-09-29	966.32
57	Leokadia Roskoth	Josefa Rohricht	Зуль	Bergstraße	29	13	2023-11-10	2025-02-18	525.85
58	Katherina Pieper	Josefa Rohricht	Айзенах	Dorfstraße	89	27	2024-07-01	2025-01-25	582.72

☐ Показати все | Число рядків: 25 | Фільтрувати рядки: Шукати в таблиці

Рисунок 4.14 - Результат виконання запиту стосовно активних договорів

Показано рядки 0 - 0 (всього 1, Запит виконувався 0.0003 секунди.)

```

SELECT c.contract_id, CONCAT(c.first_name, ' ', c.last_name) AS client, p.city, p.street, p.house_number, p.apartment_number, c.end_date, DATEDIFF(c.end_date, CURDATE()) AS
days_left FROM contracts c JOIN clients cl ON c.client_id = cl.client_id JOIN properties p ON c.property_id = p.property_id WHERE c.status = 'active' AND c.end_date BETWEEN
CURDATE() AND DATE_ADD(CURDATE(), INTERVAL 30 DAY);

```

☐ Профілювання [Порядкове редагування] [Редагувати] [Тлумачити SQL] [Створити PHP код] [Оновити]

☐ Показати все | Число рядків: 25 | Фільтрувати рядки: Шукати в таблиці

Екстра параметри

contract_id	client	city	street	house_number	apartment_number	end_date	days_left
60	Christine Losekann	Беймар	Bergstraße	12	20	2025-07-10	30

☐ Показати все | Число рядків: 25 | Фільтрувати рядки: Шукати в таблиці

Рисунок 4.15 - Результат виконання запиту стосовно спливаючих договорів

`SELECT property_id, city, street, house_number, apartment_number, square_meters, rooms, monthly_rent FROM properties WHERE is_available = TRUE AND city = 'Гота';`

☐ Профілювання [[Порядкове редагування](#)] [[Редагувати](#)] [[Тлумачити SQL](#)] [[Створити PHP код](#)] [[Оновити](#)]

☐ Показати все | Число рядків: Фільтрувати рядки: Сортувати за ключем:

Екстра параметри

	property_id Ід Житла	city Місто	street Вулиця	house_number Номер будинку	apartment_number Номер кімнат	square_meters м²	rooms Кількість кімнат	monthly_rent Орендна плата
☐ Редагувати Копіювати Видалити	1	Гота	Bahnhofstraße	20	19	105.22	1	837.52
☐ Редагувати Копіювати Видалити	3	Гота	Bergstraße	31	31	110.88	2	992.49
☐ Редагувати Копіювати Видалити	8	Гота	Dorfstraße	20	47	82.84	4	571.04
☐ Редагувати Копіювати Видалити	10	Гота	Bergstraße	54	43	88.48	5	651.41
☐ Редагувати Копіювати Видалити	13	Гота	Hauptstraße	41	33	62.83	5	977.96
☐ Редагувати Копіювати Видалити	30	Гота	Lindenweg	16	29	48.55	1	1077.75
☐ Редагувати Копіювати Видалити	39	Гота	Lindenweg	65	31	107.92	1	1198.31
☐ Редагувати Копіювати Видалити	45	Гота	Dorfstraße	37	19	86.36	1	676.10
☐ Редагувати Копіювати Видалити	53	Гота	Bergstraße	69	11	56.17	5	945.23
☐ Редагувати Копіювати Видалити	63	Гота	Gartenstraße	91	30	111.90	5	649.58
☐ Редагувати Копіювати Видалити	65	Гота	Dorfstraße	98	47	88.79	2	572.87
☐ Редагувати Копіювати Видалити	66	Гота	Schulstraße	16	16	91.08	2	997.96
☐ Редагувати Копіювати Видалити	79	Гота	Gartenstraße	71	28	42.65	5	1018.25
☐ Редагувати Копіювати Видалити	84	Гота	Lindenweg	14	20	25.64	4	696.20
☐ Редагувати Копіювати Видалити	90	Гота	Bergstraße	96	36	80.15	5	652.02

Консоль

Рисунок 4.16 - Результат виконання запиту стосовно житла

База даних містить 5 основних таблиці, які пов'язані між собою та охоплюють всі ключові аспекти бізнес-процесів: посади співробітників, інформацію про працівників та клієнтів, об'єкти нерухомості та орендні договори.

ВИСНОВКИ

У межах даної роботи була розроблена та реалізована комп'ютерна система для підприємства «WBG», яка включає побудову сучасної ІТ-інфраструктури з урахуванням потреб централізованого управління, безпеки та масштабованості.

Локальна мережа підприємства реалізована за топологією "зірка", що передбачає наявність центрального комутатора, до якого підключаються всі робочі станції та сервери. Такий підхід забезпечує високу відмовостійкість, ефективне адміністрування мережі та можливість швидкого розширення шляхом додавання нових вузлів без значного впливу на існуючу інфраструктуру. Проєкт включає створення структурної та монтажною схем із зазначенням типів кабелів, точок доступу та активного мережевого обладнання (маршрутизаторів, комутаторів, серверів).

Для забезпечення безпечної взаємодії між центральним офісом та віддаленими філіями підприємства впроваджено VPN-з'єднання на базі протоколу IPsec з використанням шифрування. Це дало змогу забезпечити конфіденційність та цілісність даних при передачі через загальнодоступні мережі, а також зменшити витрати на створення виділених каналів.

Було створено реляційну базу даних на платформі MySQL, призначену для автоматизації процесів управління орендою комерційної нерухомості. Структура БД включає взаємопов'язані таблиці, що охоплюють ключові бізнес-об'єкти: персонал (посади, працівники), клієнтів, нерухомість та договори оренди. В базі реалізовано зовнішні ключі для забезпечення цілісності даних, індекси для пришвидшення пошуку, а також базова система розмежування прав доступу.

Для розгортання та тестування серверної частини використано OpenServer Panel, що забезпечує інтеграцію MySQL-сервера, PHP та Apache у локальному середовищі з можливістю гнучкого налаштування доступу, резервного копіювання та управління сервісами.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі. Частина 1. Навчальний посібник. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с.
2. Семенюк І. М. Комп'ютерні мережі : навч. посіб. / І. М. Семенюк. – Львів : Новий світ – 2000, 2021. – 320 с.
3. Білоус І. П. Основи комп'ютерних мереж: теорія і практика / І. П. Білоус. – Київ : КНУ, 2020. – 285 с.
4. Кондратенко Ю. П. Інформаційні мережі : підручник / Ю. П. Кондратенко. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – 400 с.
5. Пархоменко А. В. Мережеві технології: від основ до практики / А. В. Пархоменко. – Дніпро : Університетська книга, 2022. – 250 с.
6. Tanenbaum A. S. Computer Networks / A. S. Tanenbaum, D. J. Wetherall. – 6th ed. – Boston : Pearson, 2021. – 880 p.
7. Kurose J. F. Computer Networking: A Top-Down Approach / J. F. Kurose, K. W. Ross. – 8th ed. – Boston : Pearson, 2021. – 864 p.
8. Olifer N. Computer Networks: Principles, Technologies and Protocols for Network Design / N. Olifer, V. Olifer. – Hoboken : Wiley, 2020. – 1008 p.
9. Black U. D. Data Communications and Distributed Networks / U. D. Black. – 5th ed. – Boston : Pearson, 2022. – 640 p.
10. Forouzan B. A. Data Communications and Networking / B. A. Forouzan. – 6th ed. – New York : McGraw-Hill, 2023. – 1200 p.
11. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. 8-th ed. Boston : Pearson, 2022. - 864 p.
12. Комарова Н. П. Протоколи передачі даних в об'єднаних мережах // Мережеві технології: зб. наук. пр. / за ред. І. О. Петренка. Київ, 2023. С. 45–62.
13. Іваненко О. М. Налаштування маршрутизатора Cisco для протоколу OSPF. Київ : Ін-т комп'ютерних наук, 2022. - 48 с.
14. Петренко Г. І. Безпечні мережі з IPSec : підруч. Львів : Ліга-Прес,

2022. - 224 с.

15. Seifert R., Edwards J. The All-New Switch Book : The Complete Guide to LAN Switching Technology. 2-nd ed. Indianapolis : Wiley, 2019. - 912 p.

16. Шевчук О. П. Вибір і налаштування точок доступу Wi-Fi для офісного середовища. Черкаси : ПНЗ «Університет», 2023. - 112 с.

17. MySQL 8.4 URL: <https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/> Last accessed 17.05.2025).

18. OSPanel/OpenServerPanel URL: <https://github.com/OSPanel/OpenServerPanel> (Last accessed 21.05.2025).

19. Bringing MySQL to the web URL: <https://www.phpmyadmin.net/docs/> (Last accessed 24.05.2025).

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра «Комп'ютерні системи та мережі»

Дипломна робота бакалавра

на тему: «РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА
«WBG»

Ст. групи КНТ- 512сп К.В.ЗЕЛІК

Керівник С.Ю. СКРУПСЬКИЙ

1

Мета роботи: створення та конфігурація системи для підприємства «WBG» шляхом проектування і розробки мережі для трьох філій в межах одного міста, які відповідають за свої райони надаючи необхідні послуги.

Завдання:

- провести аналіз предметної області;
- обрати програмне та апаратне забезпечення мережі;
- проаналізувати інструменти моделювання;
- спроектувати мережу;
- створення бази даних;
- налаштувати роботу мережі.

2

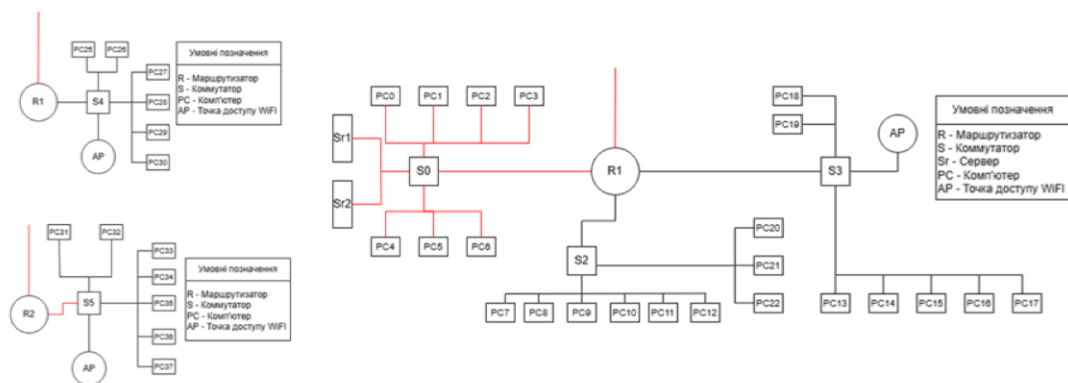
Мережеве обладнання

Для створення схеми мережі та її налаштування використовувалась Cisco Packet Tracer 8.2.2:

- ✓ середовище передачі даних - скручена пара, оптичний кабель
- ✓ топологія - "зірка"
- ✓ Технологія передачі даних - [GigabitEthernet](#)
- ✓ маршрутизатор - [Cisco 2811](#)
- ✓ Комутатор - [Switch-PT-Empty](#)
- ✓ точка доступу до [WiFi](#) - WRT300N
- ✓ сервер - Server-PT
- ✓ робочі станції

Програмне забезпечення:

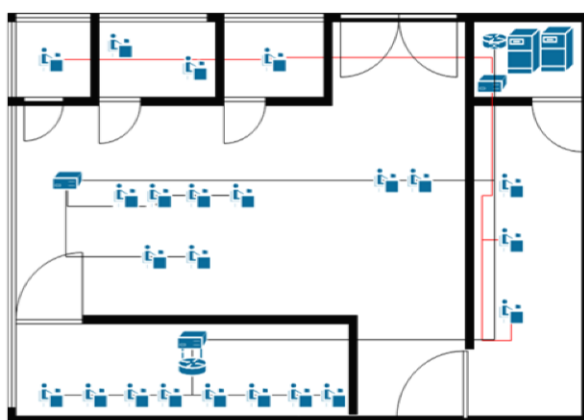
- ✓ Cisco Packet Tracer 8.2.2;
- ✓ СКБД [MySQL](#)
- ✓ [phpMyAdmin](#);
- ✓ OpenServer Panel



Структурна схема

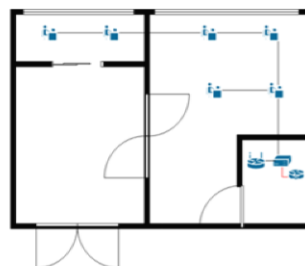
5

Монтажна схема

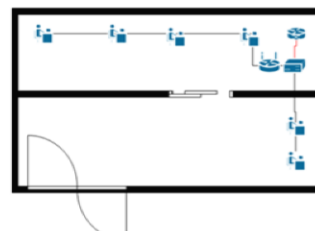


Головний офіс

Перша філія

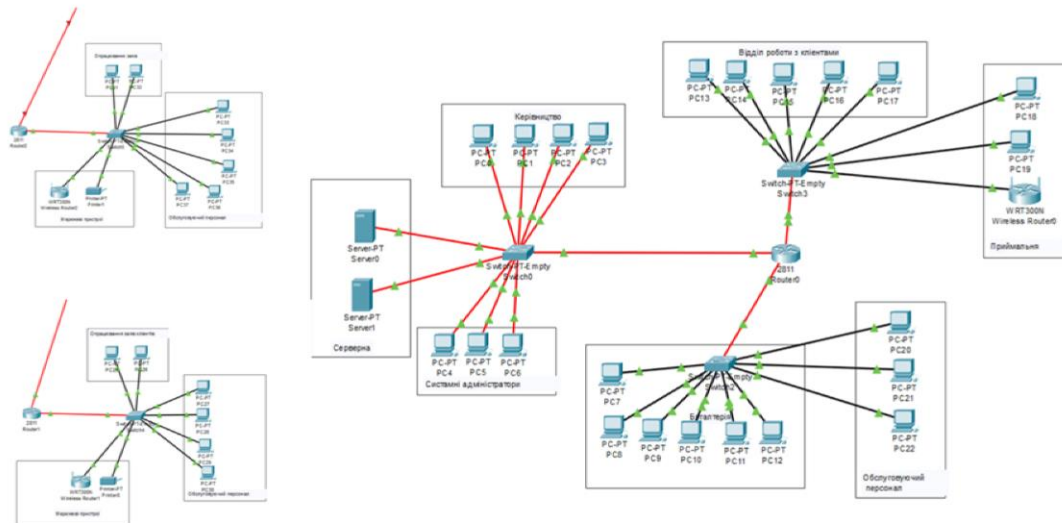


Друга філія



6

Вигляд розробленої мережі у Cisco Packet Tracer



7

- Конфігурація VLAN
- Налаштування OSPF



```
Router_M>
Router_M>en
Router_M#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL
Router_M(config)#
Router_M(config)#router os
Router_M(config)#router ospf 1
Router_M(config-router)#router-id 1.1.1.1
Router_M(config-router)#net
Router_M(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255 area
Router_M(config-router)#network 100.10.100.0 0.0.0.255 are
Router_M(config-router)#network 100.10.101.0 0.0.0.255 are
Router_M(config-router)#ex
```

```
SwOpt#
SwOpt#conf t
Enter configuration commands, one per line. End wi
SwOpt(config)#interface range gig1/1 - gig 9/1
SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport mo
SwOpt(config-if-range)#switchport mode ac
SwOpt(config-if-range)#switchport mode access
SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport ac
SwOpt(config-if-range)#switchport access vlan 10
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 10
SwOpt(config-if-range)#ex
SwOpt(config)#interface range gig0/1
SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport mode
SwOpt(config-if-range)#switchport mode tr
SwOpt(config-if-range)#switchport mode trunk

SwOpt(config-if-range)#
VLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Gig
VLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Gig

SwOpt(config-if-range)#sw
SwOpt(config-if-range)#switchport tz
SwOpt(config-if-range)#switchport trunk al
SwOpt(config-if-range)#switchport trunk allowed via
SwOpt(config-if-range)#ex
```

8

• Налаштування IPsec

```
Router_M(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 121.43.94.1
Router_M(config)#int
Router_M(config)#interface gig0/3/0.1
Router_M(config-subif)#ip nat
Router_M(config-subif)#ip nat in
Router_M(config-subif)#ip nat inside
Router_M(config-subif)#ex
Router_M(config)#interface gig0/2/0.1
Router_M(config-subif)#ip nat inside
Router_M(config-subif)#ex
Router_M(config)#interface gig0/1/0.1
Router_M(config-subif)#ip nat inside
Router_M(config-subif)#ex
Router_M(config)#ip ac
Router_M(config)#ip access-list ex
Router_M(config)#ip access-list extended NAT-M
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.11.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.12.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.10.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#deny ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.10.101.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#per
Router_M(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 any
Router_M(config-ext-nacl)#ex
Router_M(config)#ip nat so
Router_M(config)#ip nat in
Router_M(config)#ip nat inside so
Router_M(config)#ip nat inside source list NAT-M in
Router_M(config)#ip nat inside source list NAT-M interface gig0/0/0 over
Router_M(config)#ip nat inside source list NAT-M interface gig0/0/0 overload
Router_M(config)#
```



```
Router_M(config)#crypto isakmp policy 1
Router_M(config-isakmp)#en
Router_M(config-isakmp)#encryption 3des
Router_M(config-isakmp)#a
Router_M(config-isakmp)#auth md5
Router_M(config-isakmp)#a
Router_M(config-isakmp)#authentication pre
Router_M(config-isakmp)#authentication pre-share
Router_M(config-isakmp)#gr
Router_M(config-isakmp)#group 2
Router_M(config-isakmp)#ex
Router_M(config)#cr
Router_M(config)#crypto is
Router_M(config)#crypto isakmp key File1WBO_Elne ad
Router_M(config)#crypto isakmp key File1WBO_Elne address 12.134.51.2
Router_M(config)#crypto isakmp key File1WBO_Elne address 123.92.51.2
Router_M(config)#cr
Router_M(config)#crypto ip
Router_M(config)#crypto ipsec tr
Router_M(config)#crypto ipsec transform-set TS esp-3des esp-md5-hmac
Router_M(config)#
% Invalid input detected at ... marker.
Router_M(config)#crypto ipsec transform-set TS esp-3des esp-md5-hmac
Router_M(config)#
Router_M(config)#ip ad
Router_M(config)#ip access-list ex
Router_M(config)#ip access-list extended PCB-VN
Router_M(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.11.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 100.12.100.0 0.0.0.255
Router_M(config-ext-nacl)#ex
Router_M(config-ext-nacl)#ex
```

9

• Конфігурація DHCP

Server_DHCP_DNS

Physical Config **SERVICES** Desktop Programming Attributes

SERVICES

- HTTP
- DHCP
- DHCPv6
- TFTP
- DNS
- SYSLD
- AAA
- NTP
- EMAIL
- FTP
- IoT
- VM Management
- Radius EAP

DHCP

Interface: GigabitEthernet1 Service: ☒ On ☐ Off

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 0.0.0.0

DNS Server: 0.0.0.0

Start IP Address: 192.168.0.100

Subnet Mask: 255.255.255.0

Maximum Number of Users: 512

TFTP Server: 0.0.0.0

WLC Address: 0.0.0.0

Add Save Remove

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
Local_1_Pool	100.11.100.1	192.168.0.90	100.11.100.10	255.255.255.0	246	0.0.0.0	0.0.0.0
Local_2_Pool	100.12.100.1	192.168.0.90	100.12.100.10	255.255.255.0	246	0.0.0.0	0.0.0.0
Main_Pool_Res	100.10.101.1	192.168.0.90	100.10.101.10	255.255.255.0	246	0.0.0.0	0.0.0.0
Main_Pool_Akk	100.10.100.1	192.168.0.90	100.10.100.10	255.255.255.0	256	0.0.0.0	0.0.0.0
Main_Pool_Serv	192.168.0.1	192.168.0.90	192.168.0.10	255.255.255.0	256	0.0.0.0	0.0.0.0
serverPool	0.0.0.0	0.0.0.0	192.168.0.0	255.255.255.0	512	0.0.0.0	0.0.0.0

```
interface GigabitEthernet0/1/0.1
encapsulation dot1Q 101
ip address 100.10.101.1 255.255.255.0
ip helper-address 192.168.0.90
```

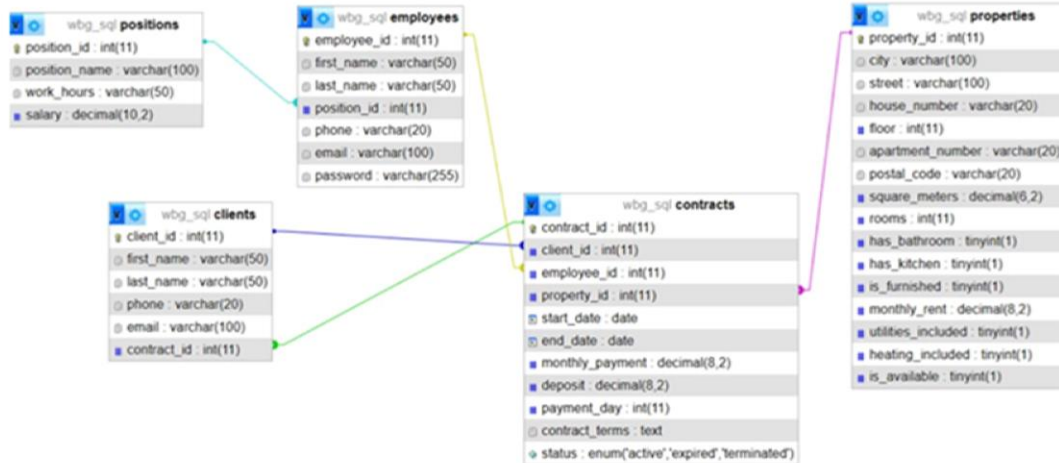
10

use-case Діаграма



11

ER-модель бази даних



12

База даних

mysql-5.7 » База даних: wbg_sql » Таблиця: clients

Переглянути Структура SQL Пошук Вставити Експорт Імпорт Привілеї Операції

Таблиця Вид відносин

	Тип	Зіставлення	Атрибути	Нуль	За замовчуванням	Коментарі	Додатково	Дія
	int(11)			Ні	Немає	id Клієнта	AUTO_INCREMENT	Змінити
	varchar(50)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Ім'я		Змінити
	varchar(50)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Прізвище		Змінити
	varchar(20)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Телефон		Змінити
	varchar(100)	utf8_general_ci		Так	NULL	Пошта		Змінити
	int(11)			Так	NULL	id Контракту		Змінити

Таблиця «Клієнти»

Сервер: mysql-5.7 » База даних: wbg_sql » Таблиця: contracts

Переглянути Структура SQL Пошук Вставити Експорт Імпорт Привілеї Операції Тригери

Структура таблиці Вид відносин

#	Ім'я	Тип	Зіставлення	Атрибути	Нуль	За замовчуванням	Коментарі	Додатково	Дія
☐ 1	contract_id	int(11)			Ні	Немає	id Контракту	AUTO_INCREMENT	Змінити Знищити Більше
☐ 2	client_id	int(11)			Ні	Немає	id Клієнта		Змінити Знищити Більше
☐ 3	employee_id	int(11)			Ні	Немає	id Відповідальної особи		Змінити Знищити Більше
☐ 4	property_id	int(11)			Ні	Немає	id Житла		Змінити Знищити Більше
☐ 5	start_date	date			Ні	Немає	Початок контракту		Змінити Знищити Більше
☐ 6	end_date	date			Ні	Немає	Кінець контракту		Змінити Знищити Більше
☐ 7	monthly_payment	decimal(8,2)			Ні	Немає	Місячна вартість		Змінити Знищити Більше
☐ 8	deposit	decimal(8,2)			Так	NULL	Застава		Змінити Знищити Більше
☐ 9	payment_day	int(11)			Так	1	День оплати		Змінити Знищити Більше
☐ 10	contract_terms	text	utf8_general_ci		Так	NULL	Умови договору		Змінити Знищити Більше
☐ 11	status	enum('active', 'expired', 'terminated')	utf8_general_ci		Так	active	Статус контракту		Змінити Знищити Більше

Таблиця «Контракти»

Сервер: mysql:5.7 > База даних: wbq_sql > Таблиця: employees

Переглянути Структура SQL Пошук Вставити Експорт Імпорт Привілеї Операції Тригери

Структура таблиці Вид відносин

#	Ім'я	Тип	Зіставлення	Атрибути	Нуль	За замовчуванням	Коментарі	Додатково	Дія
☐ 1	<u>employee_id</u>	int(11)			Ні	Немає	id Працівника	AUTO_INCREMENT	Змінити Знищити Більше
☐ 2	<u>first_name</u>	varchar(50)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Ім'я		Змінити Знищити Більше
☐ 3	<u>last_name</u>	varchar(50)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Прізвище		Змінити Знищити Більше
☐ 4	<u>position_id</u>	int(11)			Так	NULL	id Житла		Змінити Знищити Більше
☐ 5	<u>phone</u>	varchar(20)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Телефон		Змінити Знищити Більше
☐ 6	<u>email</u>	varchar(100)	utf8_general_ci		Так	NULL	Пошта		Змінити Знищити Більше
☐ 7	<u>password</u>	varchar(255)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Пароль користувача		Змінити Знищити Більше

Таблиця «Працівники»

Сервер: mysql:5.7 > База даних: wbq_sql > Таблиця: positions

Переглянути Структура SQL Пошук Вставити Експорт Імпорт Привілеї Операції Тригери

Структура таблиці Вид відносин

#	Ім'я	Тип	Зіставлення	Атрибути	Нуль	За замовчуванням	Коментарі	Додатково	Дія
☐ 1	<u>position_id</u>	int(11)			Ні	Немає	id Посади	AUTO_INCREMENT	Змінити Знищити Більше
☐ 2	<u>position_name</u>	varchar(100)	utf8_general_ci		Ні	Немає	Назва посади		Змінити Знищити Більше
☐ 3	<u>work_hours</u>	varchar(50)	utf8_general_ci		Так	NULL	Робочі години		Змінити Знищити Більше
☐ 4	<u>salary</u>	decimal(10,2)			Так	NULL	Заробітна плата		Змінити Знищити Більше

Таблиця «Посади»

Структура таблиці									
#	Im'a	Тип	Зіставлення	Атрибути	Нуль	За замовчуванням	Коментарі	Додатково	Дія
1	property_id	int(11)	Ні	Немає	id Житла	AUTO_INCREMENT			Змінити Знищити Більше
2	city	varchar(100) utf8_general_ci	Ні	Немає	Місто				Змінити Знищити Більше
3	street	varchar(100) utf8_general_ci	Ні	Немає	Вулиця				Змінити Знищити Більше
4	house_number	varchar(20) utf8_general_ci	Ні	Немає	Номер будинку				Змінити Знищити Більше
5	floor	int(11)	Так	NULL	Поверх				Змінити Знищити Більше
6	apartment_number	varchar(20) utf8_general_ci	Так	NULL	Номер кімнат				Змінити Знищити Більше
7	postal_code	varchar(20) utf8_general_ci	Так	NULL	Поштовий індекс				Змінити Знищити Більше
8	square_meters	decimal(6,2)	Ні	Немає	м²				Змінити Знищити Більше
9	rooms	int(11)	Ні	Немає	Кількість кімнат				Змінити Знищити Більше
10	has_bathroom	tinyint(1)	Так	1	Наявність санвузлу				Змінити Знищити Більше
11	has_kitchen	tinyint(1)	Так	1	Наявність кухні				Змінити Знищити Більше
12	is_furnished	tinyint(1)	Так	0	Мобльована та іні				Змінити Знищити Більше
13	monthly_rent	decimal(8,2)	Ні	Немає	Орендна плата				Змінити Знищити Більше
14	utilities_included	tinyint(1)	Так	0	Комунальні послуги				Змінити Знищити Більше
15	heating_included	tinyint(1)	Так	0	Опалення				Змінити Знищити Більше
16	is_available	tinyint(1)	Так	1	Наявність				Змінити Знищити Більше

Таблиця «Житло»

ВИСНОВОК

У межах проекту для підприємства «WBG» була реалізована комп'ютерна система з локальною мережею за топологією "зірка". Така структура забезпечує стабільну роботу, простоту обслуговування та можливість подальшого масштабування. Створено структурну та монтажну схеми з урахуванням сучасного мережевого обладнання.

Для з'єднання центрального офісу з філіями впроваджено VPN на основі протоколу IPsec з шифруванням, що забезпечує захищений обмін даними через загальнодоступні мережі без потреби у виділених каналах.

Розроблено базу даних на MySQL для автоматизації орендних процесів. Вона включає інформацію про співробітників, клієнтів, об'єкти нерухомості та договори. Для локального розгортання та адміністрування використано OpenServer Panel.