

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного
транспорту

Факультет

Інформаційно-керуючі системи та технології
(повна назва)

Кафедра

Спеціалізовані комп'ютерні системи
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПРОЄКТ)

Пояснювальна записка

БАКАЛАВР

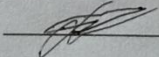
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

ДП СКС ПЗ

(позначення документа)

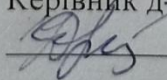
Розроблення проєкту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу

Розробив студент IV курсу, групи 102-СКС-322,
F7 – Комп'ютерна інженерія
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Данііл КРАСІЙ

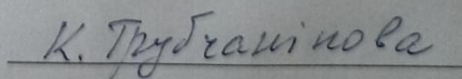
« 15 » червня 2026 р.

Керівник д-р техн. наук, професор

 Сергій ДОЦЕНКО

« 15 » червня 2026 р.

Рецензент

 К. Трубахінова

(прізвище, ініціали)

2026

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет інформаційно-керуючих систем та технологій

Кафедра «Спеціалізовані комп'ютерні системи»

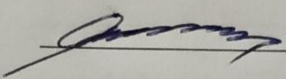
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: F7 – Комп'ютерна інженерія

Освітня програма: «Спеціалізовані комп'ютерні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, д.т.н, професор

 **Валентин Мойсєнко**

«18» червня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Красій Данііла Ігоровича

(ПІБ здобувача освіти)

1. Тема «Розроблення проекту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу»
керівник кваліфікаційної роботи Доценко Сергій Ілліч, доктор технічних наук, професор

затверджена наказом УкрДУЗТ від «18» 05 2026 року № 9

2. Строк подання роботи здобувачем освіти «10» 06 2026 року

3. Вихідні дані до роботи вимоги до локальної обчислювальної мережі, план приміщень підприємства, кількість і опис комп'ютерів, що об'єднуються у мережу

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

4.1 Огляд комп'ютерних (обчислювальних) мереж

4.2 Маршрутизатори

4.3 Практична частина

4.4 Визначення економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу _____

4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
комп'ютерних екранних форм презентаційного матеріалу, що відображують основні частини пояснювальної записки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

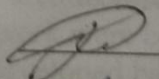
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економіка			
Охорона праці			

Дата видачі завдання "10" березня 2026 року

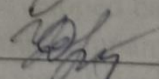
7. КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Огляд комп'ютерних (обчислювальних) мереж	13.03.2026	Виконано
2	Маршрутизатори	22.03.2026	Виконано
3	Практична частина	15.04.2026	Виконано
4	Визначення економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу	20.04.2026	Виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	05.06.2026	Виконано

Здобувач освіти

 (підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

 (підпис)

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає пояснювальну записку обсягом 92 аркуші формату А4, 25 рисунків, 4 таблиці та 24 літературних джерел.

Ключові слова: ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ, ПОБУДОВА МЕРЕЖІ, МЕРЕЖЕВЕ ОБЛАДНАННЯ.

Об'єктом дослідження є процеси інформаційного забезпечення організації малого бізнесу. Метою даної кваліфікаційної роботи є розроблення локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

В теоретичній частині кваліфікаційної роботи (перший та другий розділи) було визначено суть терміну «локальної обчислювальної мережі» та послуги, що вона надає користувачу. Було розглянуто структуру локальної обчислювальної мережі, елементи її архітектури та способи побудови мережі, обзори маршрутизаторів а також обрано архітектуру та мережне обладнання для організації розроблюваної локальної обчислювальної мережі.

В практичній частині (третій розділ) було розроблено локальну обчислювальну мережу на основі мережної архітектури D-Link та мережного обладнання компанії D-Link. Для підтвердження працездатності розробленої мережі були проведені розрахунки часу подвійного оберту сигналу та скорочення міжкадрового інтервалу. Було проведено розрахунок економічної ефективності впровадження мережі та розглянуто заходи безпеки для забезпечення комфортних умов праці персоналу.

ABSTRACT

This qualification work includes an explanatory note of 92 A4 sheets, 25 figures, 4 tables and 24 literary sources.

Keywords: COMPUTER SYSTEM, LOCAL NETWORK, COMPUTER NETWORK ARCHITECTURE, NETWORK CONSTRUCTION, NETWORK EQUIPMENT.

The object of the study is the processes of information support of a small business organization. The purpose of this qualification work is to develop a local computer network for a small business.

In the theoretical part of the qualification work (the first and second sections), the essence of the term “local computer network” and the services it provides to the user were defined. The structure of the local area network, elements of its architecture and methods of building the network, reviews of routers, and the architecture and network equipment for the organization of the developed local area network were considered.

In the practical part (third section), a local area network was developed based on the D-Link network architecture and network equipment of the D-Link company. To confirm the operability of the developed network, calculations of the signal double-round trip time and reduction of the interframe interval were carried out. The economic efficiency of the network implementation was calculated and security measures were considered to ensure comfortable working conditions for personnel.

Вступ	7
1 Огляд комп'ютерних (обчислювальних) мереж	8
1.1 Комп'ютерні мережі	9
1.2 Засоби обчислювальної техніки	10
1.3 Класифікація обчислювальних мереж	11
1.4 Апаратні засоби передачі даних	13
1.5 Характеристики комунікаційної мережі	15
1.6 Основні форми взаємодії абонентних ПЕОМ	16
1.7 Особливості організації локальних обчислювальних мереж	18
1.8 Бездротові мережі	20
1.9 Огляд мереж RadioEthernet	21
1.10 Стандарти IEEE 802.11	22
1.11 Організація бездротових мереж	26
1.12 Технологія WDS	30
1.13 Принцип роботи WDS	32
1.14 Архітектура та компоненти мережі	33
1.15 Безпека	35
1.16 Програмне забезпечення Wi-Fi	37
1.17 Недоліки Wi-Fi	39
2 Маршрутизатори	41
2.1 Призначення маршрутизаторів	41
2.2 Протоколи маршрутизації і їхньої метрики	43
2.3 Організація формування таблиць маршрутизації	51
3. Практична частина	56

					СКС.000.00.00.014 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розроблення локальної обчислювальної мережі малого бізнесу	Літ.	Арк.	Акрушів	
Розроб.		Красій Д.І.		15.06					
Перевір.		Доценко С.І.		15.06				92	
						УкрДЗТ			
Н. Контр.		Доценко С.І.		15.06					
Затверд.		Мойсесенко В.І.			5				

3.1 Розподіл мережевого устаткування	57
3.2 Розрахунок PDV та PVV	61
4 Визначення економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу	63
4.1 Поняття економічної ефективності	63
4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу	64
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	70
5.1 Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних факторів	71
5.2 Заходи, що забезпечують безпечні умови праці	75
5.3 Розрахунок штучного захисного заземлення електромеханічного обладнання серверного приміщення	79
5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	83
Висновки	86
Список використаних джерел	87
Додаток А Ілюстративний матеріал	90

					СКС.000.00.00.014 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Вступ

Практично відразу після появи ЕОМ виникло питання про наладку взаємодії комп'ютерів один з одним, щоб більш ефективно обробляти інформацію, використовувати програмні і апаратні ресурси. З'явилися і перші мережі, у той час об'єднуючі тільки великі ЕОМ в крупних комп'ютерних центрах. Однак справжній «мережний бум» розпочався після появи персональних комп'ютерів, швидко що стали доступними широкому колу користувачів — спочатку на роботі, а потім і вдома. Комп'ютери стали об'єднувати в локальні мережі, а локальні мережі — з'єднує один з одним, підключати до регіональних і глобальних мережі. В результаті за останні п'ятнадцять–двадцять років сотні мільйонів комп'ютерів в світі були з'єднані в мережі, і більше мільярда користувачів отримали спроможність взаємодіяти один з одним [1].

В даний час локальні обчислювальні мережі отримали дуже широке розповсюдження [2]. Це спричинено декількома причинами:

- об'єднання комп'ютерів в мережу дозволяє значно економити грошові кошти за рахунок зменшення витрат на утримання комп'ютерів (достатньо мати певний дисковий простір на файл-сервері (головному комп'ютері мережі) зі установленим на ньому програмними продуктами, декількома робочими станціями, що використовуються);

Крім всього іншого, в деяких сферах діяльності просто неможливо обійтися без ЛВС. До таких сфер відносяться: банківська справа, складські операції крупних компаній, електронні архіви бібліотек і ін. В цих сферах кожна окремо взята робоча станція у принципі не може зберігати всієї інформації (в основному, внаслідок дуже великого її об'єму).

Народження комп'ютерних мережі було спричинено практичною потребою сумісному використуванні даних. Якщо користувач підключив свій комп'ютер до інших, він може працювати з їх даними і їх принтерами. Група сполучених комп'ютерів і інших пристроїв називається - локальна обчислювальна мережа

1 Огляд комп'ютерних (обчислювальних) мереж

Сучасні інформаційні системи, які продовжують тенденцію розподіленої обробки даних виникли у кінці 70-х рр.. Початковим етапом розвитку таких систем з'явилися багатомашинні асоціації – сукупність обчислювальних машин різної продуктивності, з'єднаних в систему за допомогою каналів зв'язку. Вищою стадією систем розподіленої обробки даних є комп'ютерні (обчислювальні) мережі різних рівнів – від локальних до глобальних.

Комп'ютерна (обчислювальна) мережа – сукупність комп'ютерів та терміналів, об'єднаних за допомогою каналів зв'язку в єдину систему, що задовольняє вимогам розподіленої обробки даних. Під системою розуміється автономна сукупність, що складається з однієї або декількох ПЕОМ, програмного забезпечення, периферійного обладнання, терміналів, засобів передачі даних, фізичних процесів і операторів, які здатні здійснювати обробку інформації і виконувати функції взаємодії з іншими системами.

Сучасне виробництво вимагає високих швидкостей обробки інформації, зручних форм її зберігання і передачі, необхідно мати динамічні способи звернення до інформації, способи пошуку даних в задані тимчасові інтервали. Для вирішення задач управління, що забезпечують реалізацію економічної стратегії, стають важливими і актуальними швидкість зручність обміну інформацією, а також можливість тісної взаємодії всіх що беруть участь в процесі вироблення управлінських рішень.

В епоху централізованого використання ПЕОМ з пакетною обробкою інформації користувачі обчислювальної техніки вважали за краще придбати комп'ютери, на яких можна було б вирішити майже всі класи їх задач. проте складність задач, які вирішуються обернено пропорційно їх кількості, і це приводило к не ефективному використанню обчислювальної потужності ПЕОМ при значних матеріальних витратах. не можна не враховувати і той факт, що

доступ до ресурсів комп'ютерів був утруднений через існуючу політику централізації обчислювальних засобів в одному місці.

Принцип централізованої обробки даних не відповідав високим вимогам до нерухомості процесу обробки, ускладнював розвиток систем і не міг забезпечити необхідні тимчасові параметри при діалоговій обробці даних в розрахованому на багато користувачів режимі. Короткочасний вихід з ладу центральної ПЕОМ приводив до фатальних наслідків для системи в цілому, оскільки доводилося дублювати функції центральної ПЕОМ, значно збільшуючи витрати на створення систем обробки даних.

1.1 Комп'ютерні мережі

Поява малих ЕОМ, мікро ЕОМ і персональні комп'ютери зажадало нового підходу до організації систем обробки даних, до створення нових інформаційних технологій. Виникла логічно обґрунтована вимога переходу від використання окремих ЕОМ в системах централізованої обробки даних до розподіленої обробки даних.

Розподілена обробка даних - обробка даних, на незалежних, але зв'язаних між собою комп'ютерах, що представляють розподільну систему.

Для реалізації розподільної обробки даних були створені багатомашинні асоціації, структура яких розробляється по одному з наступних напрямів:

- багатомашинні обчислювальні комплекси (БОК)
- комп'ютерні (обчислювальні) мережі.

Багатомашинний обчислювальний комплекс – група встановлених рядів обчислювальних машин, з'єднаних за допомогою спеціальних засобів сполучення і виконуючих спільно єдиний інформаційно-обчислювальний процес.

Багатомашинні обчислювальні комплекси можуть бути:

– локальними, за умови установки комп'ютерів одному приміщенні, не вимагаючи для взаємозв'язку спеціального обладнання і каналів зв'язку.

– дистанційними, якщо деякі комп'ютери комплексу встановлені на значній відстані від центральної ПЕОМ і для передачі даних використовуються телефонні канали зв'язку.

Комп'ютерні мережі є вищою формою багатомашинної асоціацій. Виділяють основні відмінності від багатомашинного обчислювального комплексу.

Розмірність. До складу багатомашинного обчислювального комплексу входять звичайно дві, максимум три ПЕОМ, розташовані переважно в одному приміщенні. Обчислювальна мережа може складатися з десятків і навіть сотень ПЕОМ, розташованих на відстані один від одного від декількох метрів до десятків, сотень і навіть тисяч кілометрів.

Розподіл функцій між ПЕОМ. Якщо в багатомашинному обчислювальному комплексі функції обробки даних, передачі даних і управління системою можуть бути реалізовані в одному ПЕОМ, то в обчислювальних мережах ці функції розподілені між різними ПЕОМ.

Необхідність рішення в мережі задачі маршрутизації повідомлень. Повідомлення від однієї ПЕОМ до іншої в мережі може бути передано по різних маршрутах залежно від стану каналів зв'язку, з'єднаних ПЕОМ один з одним.

1.2 Засоби обчислювальної техніки

Об'єднання в один комплекс засобів обчислювальної техніки, апаратури зв'язку і каналів передачі даних пред'являє специфічні вимоги з боку кожного елемента багатомашинної асоціації, а також вимагає формування спеціальної термінології.

Абоненти мережі – об'єкти, які генерують або споживають інформацію в мережі.

Абонентами мережі можуть бути окремі ПЕОМ, комплекси ПЕОМ, промислові роботи, верстати з числовим програмним управлінням і т.д. будь-який абонент мережі підключається до станції.

Станція – апаратура, яка виконує функції, пов'язані з передачею і прийомом інформації.

Сукупність абонента і станції прийнято називати абонентною системою. Для організації взаємодії абонента необхідне фізичне передаюче середовище.

Фізичне передаюче середовище – лінії зв'язку або простір, в якому розповсюджуються електричні сигнали, і апаратура передачі даних.

На базі фізичного передаючого середовища будується комунікаційна мережа, яка забезпечує передачу інформації між абонентними системами.

Такий підхід дозволяє розглядати будь-яку комп'ютерну мережу, як сукупність абонентних систем і комунікаційної мережі.

1.3 Класифікація обчислювальних мереж

Залежно від територіального розташування абонентних систем обчислювальні мережі можна розділити на три основні класи:

Глобальна обчислювальна мережа об'єднує абонентів, які розташовані в різних країнах, на різних континентах. Взаємодія між абонентами такої мережі може здійснюватися на базі телефонних ліній зв'язку, радіозв'язку і систем супутникового зв'язку. Глобальні обчислювальні мережі дозволяють розв'язати проблему об'єднання інформаційних ресурсів всього людства і організації доступу до цих ресурсів.

Регіональна обчислювальна мережа зв'язує абонентів, які розташовані на значній відстані один від одного. Вона може включати абонентів усередині

великого міста, економічного регіону, окремої країни. Звичайно відстань між абонентами регіональної обчислювальної мережі складає десятки – сотні кілометрів.

Локальна обчислювальна мережа об'єднує абонентів, які розташовані в межах невеликої території (рисунок 1.1). Звичайно така мережа прив'язана до конкретного місця. Це можуть бути мережі окремих підприємств, фірм, банків, офісів і т.д.

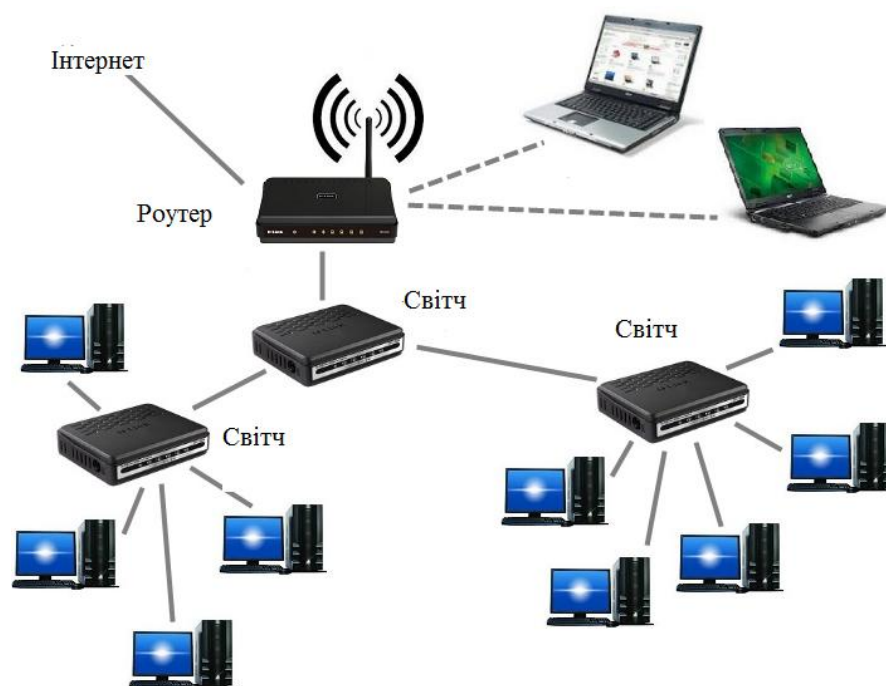


Рисунок 1.1 – Локальна обчислювальна мережа

Об'єднання глобальних, регіональних і локальних обчислювальних мереж дозволяє створювати багатомережеві ієрархії. Вони забезпечують могутні, економічно доцільні засоби обробки величезних інформаційних масивів і доступ до необмежених інформаційних ресурсів. Локальні обчислювальні мережі можуть входити як компоненти до складу регіональної мережі, регіональні мережі – об'єднуватися у складі глобальної мережі і глобальні мережі можуть утворювати також складні структури.

1.4 Апаратні засоби передачі даних

Щоб забезпечити передачу інформації з ПЕОМ в комунікаційне середовище, необхідно погоджувати сигнали внутрішнього інтерфейсу ПЕОМ з параметрами сигналів, які передаються по каналах зв'язку. При цьому повинне бути виконане як фізичне узгодження (форма, частота і тривалість сигналу), так і кодове.

Технічні пристрої, виконуючі функції сполучення ПЕОМ з каналами зв'язку, називаються адаптерами або мережевими адаптерами. Один адаптер, зображений на рисунку 1.2, забезпечує сполучення з ПЕОМ одного каналу зв'язку.



Рисунок 1.2 – мережевий адаптер.

Окрім одноканальних адаптерів використовуються і багатоканальні пристрої мультиплексори передачі даних або комутатори. Мультиплексори передачі даних використовувалися в системах телеобробки даних – перший крок на шляху до створення обчислювальних мереж [3, 4]. Надалі при появі мереж з складною конфігурацією і з великою кількістю абонентних систем для реалізації функцій сполучення стали застосовуватися спеціальні зв'язні процесори.

Для передачі цифрової інформації по каналу зв'язку необхідно потік бітів перетворити в аналогові сигнали, а при прийомі інформації з каналу зв'язку в ПЕОМ виконати зворотну дію – перетворити аналогові сигнали в потік бітів, які може обробляти ЕОМ. Такі перетворення виконує спеціальний пристрій – модем. Модем – це пристрій, що виконує модуляцію і демодуляцію інформаційних сигналів при передачі їх з ПЕОМ в канал зв'язку і при прийомі ПЕОМ з каналу зв'язку .

Найдорожчим компонентом обчислювальної мережі є канал зв'язку. Тому при побудові ряду обчислювальних мереж прагнуть заощадити на каналах зв'язку, комутуючи декілька внутрішніх каналів зв'язку на один зовнішній. Для виконання функції комутації використовуються спеціальні пристрої – концентратори (рисунок 1.3) . Концентратор - це пристрій, що комутує декілька каналів зв'язку і один шляхом частотного розділення.

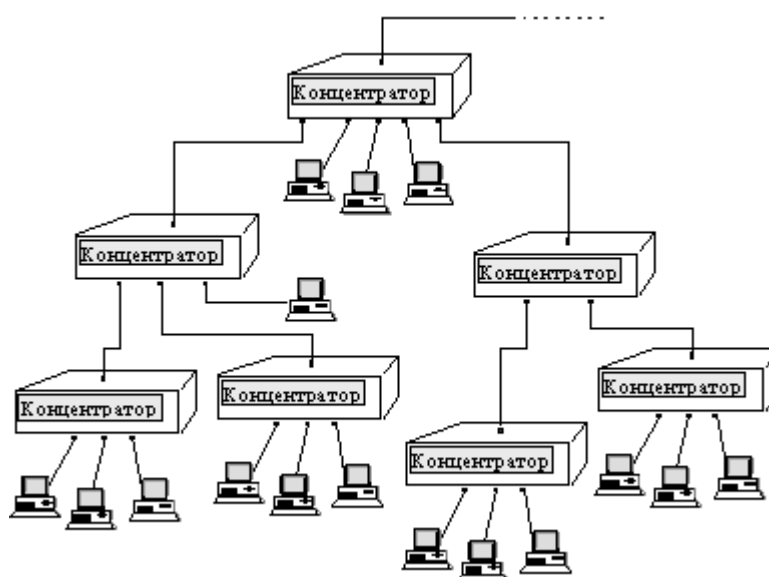


Рисунок 1.3 – Схема комутації декілька каналів

В локальній обчислювальній мережі, де фізичне передаюче середовище є кабелем обмеженої довжини, для збільшення протяжності мережі використовуються спеціальні пристрої – повторювачі. Повторювач - пристрій, який забезпечує збереження форми і амплітуди сигналу при передачі його на більшу відстань, ніж передбачено даним типом фізичного передаючого середовища (рисунок 1.4).

Існують два види повторювачів:

Локальні – дозволяють сполучати фрагменти мереж, які розташовані на відстані до 100 метрів.

Дистанційні - дозволяють сполучати фрагменти мереж, які розташовані на відстані до 2000 метрів.

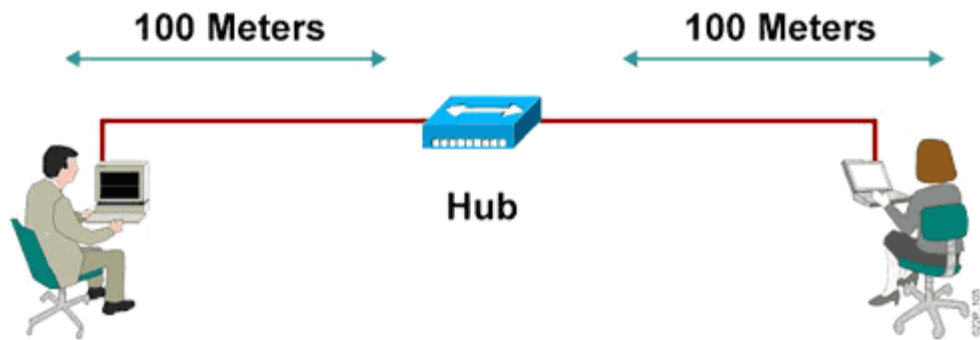


Рисунок 1.4 - З'єднання комп'ютерів за допомогою повторювача

1.5 Характеристики комунікаційної мережі

Для оцінки якості комунікаційної мережі можна використовувати характеристики:

- швидкість передачі даних по каналу зв'язку
- пропускну спроможність каналу зв'язку
- достовірність передачі інформації
- надійність каналу зв'язку і модемів

Швидкість передачі даних по каналу зв'язку вимірюється кількістю бітів інформації, які передаються за одиницю часу – секунду. Швидкість передачі даних залежить від типу і якості каналу зв'язку, типу модемів, що використовуються, і прийнятого способу синхронізації.

Для користувачів обчислювальних мереж значення мають не абстрактні біти в секунду, а інформація, одиницею вимірювання якої служать байти або

знаки. Тому більш зручною характеристикою каналу є його пропускна спроможність, яка оцінюється кількістю знаків, які передаються по каналу за одиницю часу – секунду. При цьому до складу повідомлення включаються і всі службові символи. Теоретична пропускна спроможність визначається швидкістю передачі даних. Реальна пропускна спроможність залежить від ряду чинників, серед яких і спосіб передачі, і якість каналу зв'язку, і умови його експлуатації, і структура повідомлень.

Істотною характеристикою комунікаційної системи будь-якої мережі є достовірність інформації, яка передається. Оскільки на основі обробки інформації про стан об'єкту управління ухвалюються рішення про той або інший хід процесу, то від достовірності інформації, може залежати доля об'єкту. Достовірність передачі інформації оцінюють як відношення кількості помилково переданих знаків до загального числа переданих знаків. Необхідний рівень достовірності повинна забезпечувати як апаратура, так і канал зв'язку.

Для обчислювальних мереж цей показник повинен лежати в межах 10^{-6} - 10^{-7} помилок / знак, тобто допускається одна помилка на мільйон переданих знаків або на десять мільйонів переданих знаків.

Нарешті, надійність комунікаційної системи визначається або частки часу справного стану в загальному часі роботи, або середнім часом безвідмовної роботи. Друга характеристика дозволяє більш ефективно оцінити надійність системи.

1.6 Основні форми взаємодії абонентних персональних електронних обчислювальних машин.

Найістотніше в роботі обчислювальної мережі – визначення набору функцій, доступних її абоненту.

Оскільки користувачі мережі працюють в певних наочних областях і використовують мережа для вирішення своїх прикладних задач, треба нагадати, що таке процес і визначити поняття прикладний процес.

Процес – деяка послідовність дій для вирішення задачі визначувана програмою.

Прикладний процес – деякий додаток користувача, реалізований в прикладній програмі.

Значить, взаємодію абонентних ПЕОМ в мережі можна розглядати як взаємодію прикладних процесів кінцевих користувачів через комунікаційну мережу.

Комунікаційна мережа забезпечує фізичне з'єднання між абонентними ПЕОМ – передачу повідомлень по каналах зв'язку. Для того, щоб могли взаємодіяти процеси, між ними повинен існувати і логічний зв'язок (процеси повинні бути ініційований, файли даних відкриті).

Аналіз роботи обчислювальних робіт дозволяє встановити наступні форми взаємодії між абонентними ПЕОМ:

- термінал – видалений процес;
- термінал – доступ до видаленого файлу;
- термінал – доступ до видаленої бази даних;
- термінал – термінал;
- електронна пошта.

Взаємодія термінал – видалений процес передбачає обіг з терміналу однієї з абонентних ПЕОМ до процесу, що знаходиться на іншій абонентній ПЕОМ мережі. При цьому встановлюється логічний зв'язок з процесом і проводиться сеанс роботи з ним. Можна запустити видалений процес, отримати результати обробки даних цим процесом. Можлива також робота в режимі трансляції команд мережної операційної системи на видалену ПЕОМ.

При взаємодії термінал – доступ до видаленого файлу можна відкрити видалений файл, модифікувати його або провести транспортування цього файлу

на будь-який зовнішній пристрій абонентної ПЕОМ для подальшої роботи з ним в локальному режимі.

Робота в режимі термінал – доступ до видаленої бази даних аналогічна попередній формі взаємодії. Тільки в цьому випадку проводиться робота з базою даних в її повному обсягу у відповідності справою доступу, яким володіє даний користувач обчислювальної мережі.

Взаємодія термінал – термінал передбачає обмін повідомленнями між абонентами мережі в діалоговому режимі. Повідомлення можуть посилатися як окремим абонентам, так і групам абонентів мережі. Довжина повідомлення не повинна перевищувати деякої встановленої для даної мережі величини (звичайно – рядок на екрані терміналу).

Форма взаємодії електронна пошта останнім часом стала дуже поширеною. Кожний абонент має на своїй ЕОМ «поштову скриню». Це спеціальний файл, в який записуються всі що поступають на його адресу повідомлення. Кінцевий користувач може перевіряти на початку роботи свою «поштову скриню», виводити повідомлення на друк і передавати повідомлення на адресу інших абонентів обчислювальної мережі.

1.7 Особливості організації локальних обчислювальних мереж

Основне призначення будь-якої комп'ютерної мережі надання інформаційних і обчислювальних ресурсів підключеним до неї користувачам. З цієї точки зору локальну обчислювальну мережа можна розглядати як сукупність серверів і робочих станцій.

Сервер – це комп'ютер, підключений до мережі і який забезпечує її користувачів певними послугами. Сервери можуть здійснювати зберігання даних, управління базами даних, видалену обробку завдань, друк завдань і ряд

інших функцій, потреба в яких може виникнути у користувачів мережі. Сервер - джерело ресурсів мережі.

Робоча станція – персональний комп'ютер, підключений до мережі, через який користувач дістає доступ до її ресурсів.

Робоча станція мережі функціонує як в мережному, так і в локальному режимі. Вона оснащена власною операційною системою (MS DOS, Windows, Linux і т.д.), забезпечує користувача всіма необхідними інструментами для вирішення прикладних задач.

Один з типів серверів – файл-сервер – зберігає дані користувачів мережі і забезпечує доступ до цих даних. Це комп'ютер з великою місткістю оперативної пам'яті, жорсткими дисками великої місткості і додатковими накопичувачами на магнітній стрічці. Він працює під управлінням спеціальної операційної системи, яка забезпечує одночасний доступ користувачів мережі до розташованих на ньому даних.

Файл - сервер виконує наступні функції:

зберігання даних

архівація даних

синхронізація змін даних різними користувачами

передача даних

Для багатьох задач використання одного файл - серверу виявляється недостатнім. Тоді в мережа можуть включатися декілька серверів.

Комп'ютерні мережі реалізують розподілену обробку даних, яка в цьому випадку розподілена між двома об'єктами: клієнтом і сервером.

Клієнт - задача, робоча станція або користувач комп'ютерної мережі.

В процесі обробки даних клієнт може сформулювати запит на сервер для виконання складних процедур, читання файлу, пошук інформації в базі даних і т.д.

Сервер, визначений раніше, виконує запит, що поступив від клієнта. Результати виконання запиту передаються клієнту. Сервер забезпечує зберігання

даних загального користування, організовує доступ до цих даних і передає дані клієнту.

Клієнт обробляє отримані дані і представляє результати обробки у вигляді, зручному для користувача. У принципі обробка даних може бути виконана і на сервері. Для подібних систем прийняті терміни системи клієнт - сервер або архітектура клієнт - серверу.

Архітектура клієнт – серверу може використовуватися як в однорангових локальних мережах (немає єдиного центру управління, система розподілена по всіх робочих станціях), так і в мережі з виділеним сервером (один з комп'ютерів виконує функції зберігання даних).

1.8 Бездротові мережі

У всьому світі стрімко зростає потреба в бездротових з'єднаннях. Користувачі з бездротовим доступом до інформації - завжди і скрізь можуть працювати набагато більш продуктивно і ефективно, ніж їхні колеги, прив'язані до дротяних телефонним і комп'ютерним мережам.

Зазвичай бездротові мережеві технології групуються в три типи, що розрізняються за масштабом дії їх радіосистем, але всі вони з успіхом застосовуються на транспорті, в бізнесі і сферах управління.

PAN (персональні мережі) - короткодіючі, радіусом до 10 м мережі, які пов'язують ПК і інші пристрої - КПК, мобільні телефони, принтери і т. п. За допомогою таких мереж реалізується проста синхронізація даних, усуваються проблеми з великою кількістю кабелів в офісах, реалізується простий обмін інформацією в невеликих робочих групах. Найбільш перспективний стандарт для PAN – це Bluetooth.

WLAN (бездротові локальні мережі) - радіус дії до 100 м. З їх допомогою реалізується бездротовий доступ до групових ресурсів, наприклад в будівлях,

офісах і т. д. Зазвичай такі мережі використовуються для продовження дротяних корпоративних локальних мереж. У невеликих компаніях WLAN можуть повністю замінити дротяні з'єднання. Основний стандарт для WLAN - 802.11.

WWAN (бездротові мережі широкої дії) - бездротовий зв'язок, яка забезпечує мобільним користувачам доступ до їх корпоративних мереж і Інтернету. Поки тут немає домінуючого стандарту, але найбільш активно впроваджується технологія GPRS - найшвидше в Європі і з деяким відставанням в США.

На сучасному етапі розвитку мережевих технологій, технологія бездротових мереж Wi-Fi є найбільш зручною в умовах які вимагають мобільність, простоту установки і використання. Wi-Fi (від англ. Wireless fidelity - бездротовий зв'язок) - стандарт широкосмугового бездротового зв'язку сімейства 802.11 розроблений в 1997р. Як правило, технологія Wi-Fi використовується для організації бездротових локальних комп'ютерних мереж, а також створення так званих гарячих точок високошвидкісного доступу в Інтернет.

1.9 Огляд мереж RadioEthernet

В основі WLAN-технологій лежить принцип високочастотної радіозв'язку між вузлами мережі. В якості вузла мережі може виступати як окремий комп'ютер, ноутбук або PDA, так і спеціальний пристрій "точка доступу" або "Access Point" - забезпечує доступ до кабельного сегменту мережі Ethernet, до Інтернету або іншого комп'ютера.

Спеціальні стандарти для WLAN- мереж розробляються Інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (Institute of Electrical and Electronics Engineers) більш відомого під аббревіатурою IEEE. Перший стандарт IEEE 802.11 для бездротових локальних мереж був прийнятий в 1997 році. Він мав на увазі

роботу обладнання на частоті 2.4ГГц зі швидкостями 1 і 2 Мб/с. Стандарт розроблявся протягом 7 років і тому вчасно прийняття вже не міг відповідати вирослим потребам.

Новий розширений варіант стандарту , названий 802.11b (802.11 High Rate), був прийнятий в 1999 році. З його прийняттям стала можливою робота бездротових мереж на швидкостях до 11Мб/с, що було порівняти за швидкістю з звичайними мережами Ethernet. Така швидкість дозволила істотно розширити область застосування бездротових мереж і підняти рівень завдань, для яких стало можливим використання WLAN.

У тому ж 1999 році була створена незалежна міжнародна організація Wi-Fi Alliance (Wi-Fi - скорочення від Wireless Fidelity) (раніше вона називалася WECA "Wireless Ethernet Compatibility Alliance"), що займається сертифікацією на сумісність WLAN-пристроїв від різних виробників. Ця організація об'єднує практично всіх провідних виробників Intel, IBM, Cisco [7], HP, Dell та інших. На даний момент до неї входять понад 200 компаній, і вже більше 1500 пристроїв отримали сертифікат Wi-Fi з моменту початку сертифікації в березні 2000 року.

Торгова марка Wi-Fi гарантує сумісність обладнання від різних виробників. Спочатку в ноутбуках використовувалися адаптери стандарту 802.11b, тому логотип Wi-Fi часто асоціювався саме з цим стандартом. В даний час під Wi-Fi розуміється будь-який з стандартів 802.11: a , b або g.

1.10 Стандарти IEEE 802.11

Як і всі стандарти IEEE 802, 802.11 працює на нижніх двох рівнях моделі ISO/OSI, фізичному рівні і каналному рівні (рисунок 1.5). Будь-який мережевий додаток, мережева операційна система, або протокол (наприклад, TCP/IP), будуть так само добре працювати в мережі 802.11, як і в мережі Ethernet [9-13].

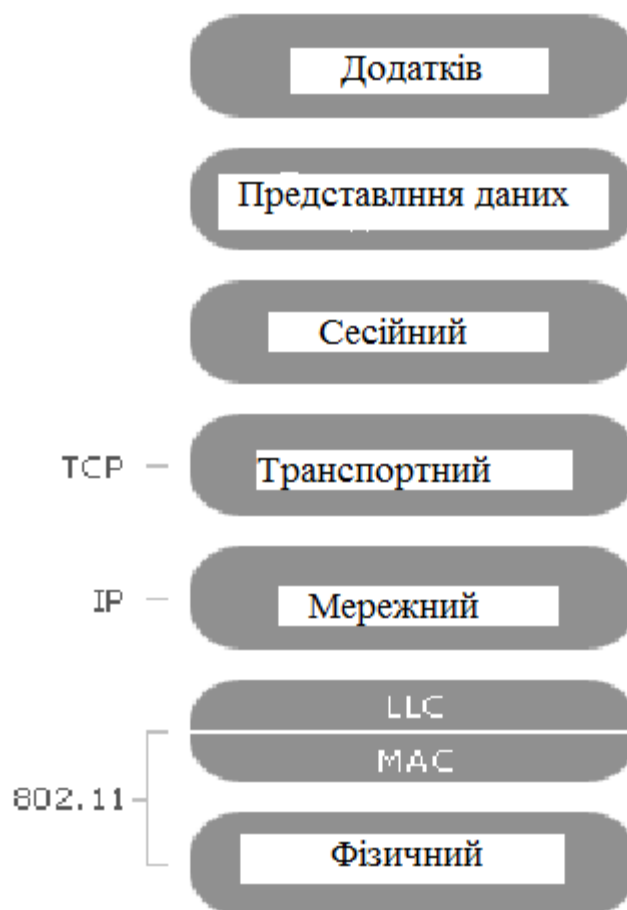


Рисунок 1.5 - Рівні моделі ISO / OSI і їх відповідність стандарту 802.11

Існує кілька різновидів WLAN-мереж, які розрізняються схемою організації сигналу, швидкостями передачі даних, радіусом охоплення мережі, а також характеристиками радіопередавачів і приймальних пристроїв. Найбільшого поширення набули бездротові мережі стандарту IEEE 802.11b, IEEE 802.11g і IEEE 802.11a. Їх порівняння подано в таблиці 1.1.

Першими в 1999р. були затверджені специфікації 802.11a і 802.11b, проте найбільшого поширення набули пристрої, виконані за стандартом 802.11b.

У стандарті 802.11b застосовується метод широкосмугової модуляції з прямим розширенням спектра - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum). Метод DSSS ділить діапазон 2,4 ГГц на 14 частково перекриваються каналів (в США доступно тільки 11 каналів) [14-20].

Для того, щоб декілька каналів могли використовуватися одночасно в одному і тому ж місці, необхідно, щоб вони відстояли один від одного на 25 МГц (перекривалися), для виключення взаємних перешкод.

Таблиця 1.1 Порівняння стандартів IEEE 802.11

Характеристики	Специфікації		
	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11a
Швидкість передачі даних	11 Мбит/с	до 54 Мбит/с	до 54 Мбит/с
Обов'язковим є підтримка швидкостей	1; 2; 5,5; 11 Мбит/с	1; 2; 5,5; 6; 11; 12 и 24 Мбит/с (опціональні швидкості 33, 36, 48 и 54 Мбит/с)	6; 12; 24 Мбит/с (опціональні швидкості 9; 18; 36; 48; 54 Мбит/с)
Число каналів	3 що не перекриваються	3 що не перекриваються	12 що не перекриваються (4 в деяких країнах)
Відстань і швидкість передачі даних	У закритих приміщеннях: 30 м (11 Мбит/с), 91 м (1 Мбит/с) У відкритих приміщеннях в межах прямої видимості: 120м (11 Мбит/с), 460м (1 Мбит/с)	У закритих приміщеннях: 30 м (54 Мбит/с), 91 м (1 Мбит/с) У відкритих приміщеннях в межах прямої видимості: 120м (54 Мбит/с), 460м (1 Мбит/с)	У закритих приміщеннях: 12 м (54 Мбит/с), 91 м (6 Мбит/с) У відкритих приміщеннях в межах прямої видимості: 30м (54 Мбит/с), 305м (6 Мбит/с)
Схема модуляції	Широкопосмугова модуляція з прямим розширенням спектра (DSSS)	Мультиплексування з поділом по ортогональних частотах (OFDM)	Мультиплексування з поділом по ортогональних частотах (OFDM)
Робоча частота	2,4 ГГц (2,4-2,4835 ГГц)	2,4 ГГц (2,4-2,4835 ГГц)	5 ГГц (5,15-5,350 ГГц и 5,725-5,825 ГГц)

Таким чином, в одному місці може одночасно використовуватися максимум 3 каналу. Дані пересилаються з використанням одного з цих каналів без перемикавання на інші канали. Щоб компенсувати сторонні шуми, використовується 11-ти бітна послідовність Баркера, коли кожен біт даних користувача перетворюється в 11 біт переданих даних. Така висока надмірність для кожного біта дозволяє істотно підвищити надійність передачі, при цьому значно знизивши потужність переданого сигналу. Навіть якщо частина сигналу буде загублена, він у більшості випадків все одно буде відновлений. Тим самим мінімізується число повторних передач даних.

Стандарт IEEE 802.11b забезпечує максимальну теоретичну швидкість передачі 11 Мбіт/с, що порівняно із звичайною кабельною мережею 10 BaseT Ethernet. Однак, така швидкість можлива лише за умови, що в даний момент тільки одне WLAN-пристрій здійснює передачу. При збільшенні числа користувачів смуга пропускання ділиться на всіх і швидкість роботи падає.

Незважаючи на ратифікацію стандарту 802.11a в 1999 році, він реально почав застосовуватися тільки з 2001 року. Даний стандарт використовується, в основному, в США і Японії. У Європі він не отримав широкого розповсюдження.

У стандарті 802.11a використовується OFDM схема модуляції сигналу - мультиплексування з поділом по ортогональних частотах (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Основний потік даних розділяється на ряд паралельних підпотоків з відносно низькою швидкістю передачі, і надалі для їх модуляції використовується відповідне число несучих. У стандарті визначено три обов'язкові швидкості передачі даних (6, 12 і 24 Мбіт/с) і п'ять додаткових (9, 18, 24, 48 і 54 Мбіт/с). Також є можливість одночасного використання двох каналів, що забезпечує збільшення швидкості вдвічі.

Стандарт 802.11g остаточно був ратифікований у червні 2003р. Він є подальшою розробкою специфікації IEEE 802.11b і здійснює передачу даних в тому ж частотному діапазоні. Основною перевагою цього стандарту є збільшена пропускна здатність - швидкість передачі даних складає до 54 Мбіт/с в порівнянні з 11 Мбіт/с у 802.11b. Як і IEEE 802.11b, нова специфікація передбачає використання діапазону 2,4 ГГц, але для збільшення швидкості застосована та ж схема модуляції сигналу - що і в 802.11a - ортогональне частотне мультиплексування (OFDM).

Особливістю даного стандарту є сумісність з 802.11b. Наприклад, адаптери 802.11b можуть працювати в мережах 802.11g (але при цьому не швидше 11 Мбіт/с), а адаптери 802.11g можуть знижувати швидкість передачі даних до 11 Мбіт/с для роботи в старих мережах 802.11b.

Зараз запроваджений новий стандарт WLAN - IEEE 802.11n. Він працює вдвічі швидше, ніж 802.11a і 802.11g , на швидкості від 100 Мбіт / с до максимального значення 540 Мбіт / с.

1.11 Організація бездротових мереж

802.11 визначає два типи обладнання - клієнт, який зазвичай являє собою комп'ютер, укомплектований бездротовою мережевою інтерфейсною картою (Network Interface Card, NIC) , і точку доступу (Access point, AP), яка виконує роль моста між бездротовою і кабельною мережами. Точка доступу зазвичай містить в собі приймач, інтерфейс провідної мережі (802.3), а також програмне забезпечення, що займається обробкою даних. У якості бездротової станції може виступати ISA, PCI або PC Card мережева карта в стандарті 802.11, або вбудовані рішення, наприклад, телефонна гарнітура 802.11.

Стандарт IEEE 802.11 визначає кілька видів організації бездротових мереж:

1) З'єднання Ad-Hoc (точка - точка).

Всі комп'ютери оснащені бездротовими картами (клієнтами) і з'єднуються безпосередньо один з одним по радіоканалу працюючому за стандартом 802.11b і забезпечують швидкість обміну 11 Мбіт/с, чого цілком достатньо для нормальної роботи.

Режим Ad-Hoc (Independent Basic Service Set (IBSS) або Peer- to - Peer) є найпростішою структурою локальної мережі , при якій вузли мережі (ноутбуки або комп'ютери) зв'язуються безпосередньо один з одним (рисунок 1.6). Така структура зручна для швидкого розгортання мереж. Для її організації потрібно мінімум обладнання - кожен вузол повинен бути обладнаний адаптером WLAN.



Рисунок 1.6 - Архітектура мережі "Ad-hoc"

2) Інфраструктурне з'єднання (Infrastructure Mode).

Всі комп'ютери оснащені бездротовими картами і підключаються до точки доступу. Яка, в свою чергу, має можливість підключення до провідної мережі.

У режимі Infrastructure Mode (рисунок 1.7) вузли мережі пов'язані один з одним не безпосередньо, а через точку доступу (Access Point-AP).

Розрізняють два режими взаємодії з точками доступу - BSS (Basic Service Set) і ESS (Extended Service Set).

У режимі BSS всі вузли пов'язані між собою через одну точку доступу, яка може грати роль моста для з'єднання з зовнішньої провідною мережею.

Режим ESS являє собою об'єднання декількох точок доступу, тобто об'єднує кілька мереж BSS. У цьому випадку точки доступу можуть взаємодіяти і один з одним. Розширений режим зручно використовувати тоді, коли необхідно об'єднати в одну мережу кілька користувачів або підключити декількох провідних мереж.

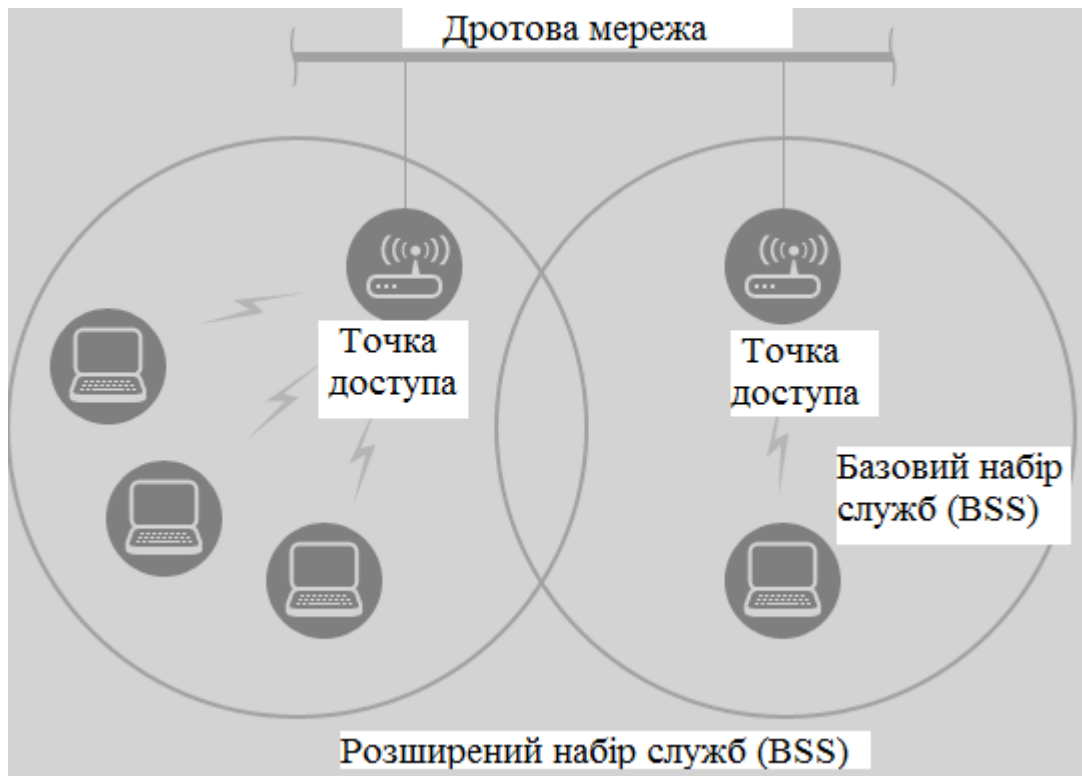


Рисунок 1.7 - Архітектура мережі Infrastructure Mode

Інфраструктурне з'єднання припускає, що всі комп'ютери оснащені бездротовими картами і підключаються до точки доступу, яка, в свою чергу, має можливість підключення до провідної мережі.

На рисунку 1.8 розглянуто варіант, коли необхідно з'єднати більше двох комп'ютерів. Сервер з точкою доступу може виконувати роль роутера і самостійно розподіляти інтернет-канал.



Рисунок 1.8 - Інфраструктурне з'єднання

3) Точка доступу, з використанням роутера і модему.

Точка доступу вмикається в роутер, роутер - в модем (ці пристрої можуть бути об'єднані в два або навіть в одне). Тепер на кожному комп'ютері в зоні дії Wi-Fi, в якому є адаптер Wi-Fi, працюватиме інтернет.

4) Клієнтська точка.

У цьому режимі точка доступу працює як клієнт і може з'єднуватися з точкою доступу працює в інфраструктурному режимі. Але до неї можна підключити тільки один MAC-адресу. Тут завдання полягає в тому, щоб об'єднати тільки два комп'ютери. Два Wi-Fi- адаптера можуть працювати один з одним безпосередньо без центральних антен.

5) З'єднання типу міст.

Комп'ютери об'єднані в проводну мережу. До кожної групи мереж підключені точки доступу, які з'єднуються один з одним по радіо каналу (рисунок 1.9). Цей режим призначений для об'єднання двох і більше проводних мереж. Підключення бездротових клієнтів до точки доступу, що працює в режимі моста неможливо.

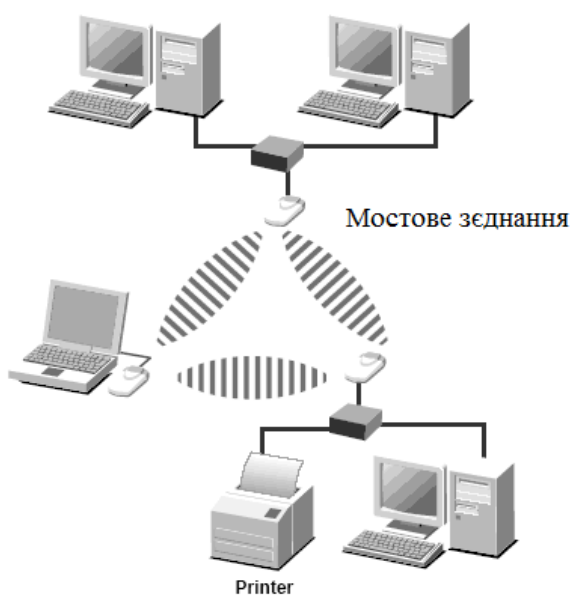


Рисунок 1.9 - З'єднання типу міст

6) Репітер.

Точка доступу просто розширює радіус дії іншої точки доступу, що працює в інфраструктурному режимі.

1.12 Технологія WDS

Термін WDS (Wireless Distribution System) розшифровується як «розподілена бездротова система». Дана технологія підтримується більшістю сучасних точок доступу [21-24]. Якщо говорити спрощено, то дана технологія дозволяє точкам доступу для бездротового з'єднання не тільки з бездротовими клієнтами, але і між собою (рисунок 1.10).

Технологія WDS дозволяє одночасно підключати бездротових клієнтів, до точок, що працює в режимі Bridge (міст точка- точка) і Multipoint Bridge (міст точка - багато точок). Однак швидкість передачі даних у бездротових клієнтів, в такому режимі буде порядку 1/3 від швидкості передачі даних між точками доступу.

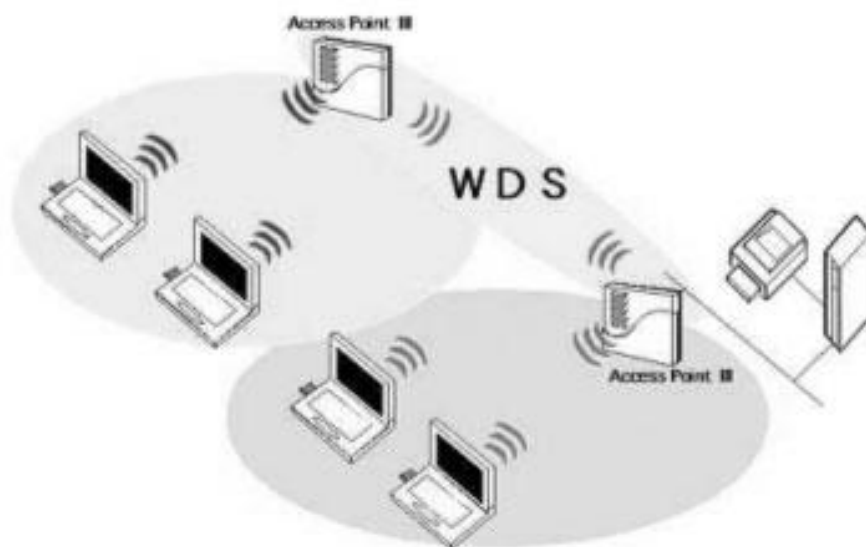


Рисунок 1.10 - З'єднання комп'ютерів за технологією WDS

Сполуки WDS ґрунтуються на MAC-адресах і використовують спеціальний тип кадрів, в яких задіяні всі чотири поля для MAC-адрес, певні стандартом 802.11, замість трьох, як при звичайній передачі даних між точкою доступу і клієнтом. Нагадаємо, що при взаємодії клієнтів з точкою доступу заголовок кожного кадру містить MAC-адреси вузла - відправника, вузла-одержувача і самої точки доступу. У разі використання WDS-технології в кожен кадр, крім MAC-адреси вузла - відправника і вузла - одержувача, вставляються також MAC-адреси асоційованої з вузлом точки доступу і взаємодіє з нею точки доступу.

Технологія WDS може використовуватися для реалізації двох режимів бездротових з'єднань між точками доступу: режиму бездротового моста (радіомосту) і режиму бездротового повторювача.

Режим бездротового моста дозволяє точкам доступу працювати тільки з іншими точками доступу, але не з клієнтськими адаптерами. Режим бездротового повторювача дозволяє точкам доступу працювати як з іншими точками доступу, так і з клієнтськими адаптерами.

Зрозуміло, що розглянута нами архітектура розподіленої бездротової мережі мають на увазі функціонування обох точок доступу в режимі бездротових повторювачів.

На рисунку 1.11 наведено приклад, коли є два стаціонарних комп'ютери й один або кілька ноутбуків, оснащених бездротовими адаптерами, а також дві точки доступу (AP), підключених до стаціонарних комп'ютерів.

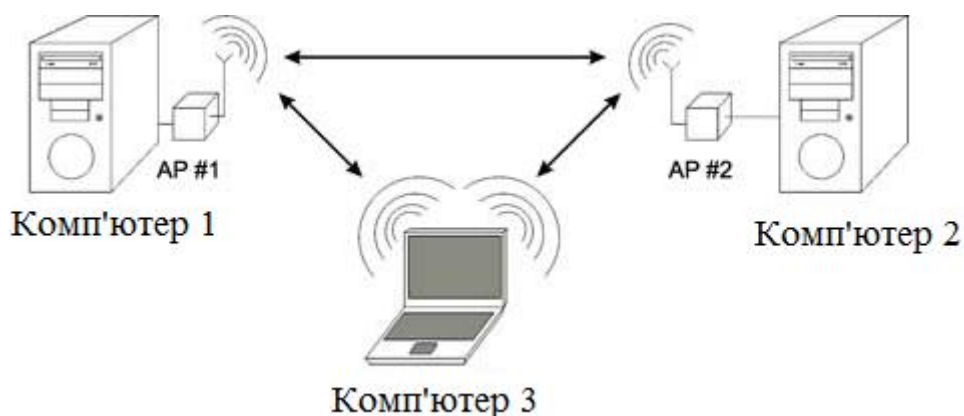


Рисунок 1.11 - Розподілена бездротова мережа на основі двох точок доступу

Важливим питанням при організації WLAN-мереж є дальність покриття.

На цей параметр впливає відразу кілька факторів:

- 1) використовувана частота (чим вона більше, тим менша дальність дії радіохвиль);
- 2) наявність перешкод між вузлами мережі (різні матеріали по-різному поглинають і відображають сигнали);
- 3) режим функціонування - Infrastructure Mode або Ad-Hoc;
- 4) потужність обладнання .

Якщо розглядати ідеальні умови, то зона покриття з однією точкою доступу буде мати наступний середній радіус покриття:

- мережу стандарту IEEE 802.11a - 50 м;
- мережі 802.11b і 802.11g - порядку 100 м.

За рахунок збільшення кількості точок доступу (у режимі Infrastructure ESS) можна розширювати зони покриття мережі на всю необхідну область охоплення.

1.13 Принцип роботи WDS

Точка доступу передає свій SSID (англ. Service Set Identifier, Network name - ідентифікатор мережі, мережеве ім'я) за допомогою спеціальних пакетів, званих сигнальними пакетами, що передаються кожні 100мс. Сигнальні пакети передаються на швидкості 0.1 Мбіт/с і мають малий розмір, тому вони не впливають на характеристики мережі. Оскільки 0.1 Мбіт/с - найменша швидкість передачі даних для Wi-Fi, то клієнт, який отримує сигнальні пакети, може бути впевнений, що зможе з'єднатися на швидкості не менше, ніж 0.1 Мбіт/с. Знаючи параметри мережі (тобто SSID), клієнт може з'ясувати, чи можливе підключення до даної точки доступу. Програма, вбудована в Wi-Fi

карту клієнта, також може впливати на підключення. При попаданні в зону дії двох точок доступу з ідентичними SSID програма може вибирати між ними на підставі даних про рівень сигналу.

Стандарт Wi-Fi дає клієнтові повну свободу при виборі критеріїв для з'єднання і роумінгу. У цьому перевага Wi-Fi, хоча воно означає, що один з адаптерів може виконувати ці дії набагато краще іншого. Останні версії операційних систем містять функцію, звану zero configuration, що показує користувачу всі доступні мережі і дозволяє перемикатися між ними «на льоту». Це означає, що роумінг буде повністю контролюватися операційною системою. Wi-Fi передає дані в ефірі, тому він має властивості, подібними з некомутованою ethernet -мережі, і для нього можуть виникати такі ж проблеми, як при роботі з некомутованими ethernet - мережами.

1.14 Архітектура та компоненти мережі

В основу стандарту 802.11 покладена стільникова архітектура, причому мережа може складатися як з однієї, так і декількох осередків. Кожна сота управляється базовою станцією, званої точкою доступу (Access Point, AP), яка, разом з розташованими в межах радіусу її дії робочими станціями, користувачів утворює базову зону обслуговування (Basic Service Set, BSS). Точки доступу багатостільникової мережі взаємодіють між собою через розподільну систему (Distribution System, DS), що є еквівалентом магістрального сегменту кабельних ЛВС. Вся інфраструктура, що включає точки доступу і розподільну систему утворює розширену зону обслуговування (Extended Service Set).

Стандартом передбачений також односотовий варіант бездротової мережі, який може бути реалізований і без точки доступу, при цьому частина її функцій виконуються безпосередньо робочими станціями.

Для забезпечення переходу мобільних робочих станцій із зони дії однієї точки доступу до іншої в багато сотових системах передбачені спеціальні

процедури сканування (активного і пасивного прослуховування ефіру) і приєднання (Association), однак строгих специфікацій з реалізації роумінгу стандарт 802.11 не передбачає.

Основними протоколами стандарту IEEE 802.11, є MAC (Medium Access Control) - протокол управління доступу до середовища і PHY - протокол передачі даних на фізичному рівні, який визначає середовище передачі даних.

Стандартом 802.11 визначений єдиний підрівень MAC, що взаємодіє з трьома типами протоколів фізичного рівня, що відповідають різним технологіям передачі сигналів - по радіоканалах в діапазоні 2,4 ГГц з широкосмугової модуляцією з прямим розширенням спектра (DSSS) і перескоком частоти (FHSS), а також за допомогою інфрачервоного випромінювання. Специфікаціями стандарту передбачені два значення швидкості передачі даних - 1 і 2 Мбіт/с.

У порівнянні з дротяними LBC Ethernet можливості підрівня MAC розширені за рахунок включення в нього ряду функцій, зазвичай виконуваних протоколами більш високого рівня, зокрема, процедур фрагментації та ретрансляції пакетів. Це викликано прагненням підвищити ефективну пропускну здатність системи завдяки зниженню накладних витрат на повторну передачу пакетів.

В якості основного методу доступу до середовища стандартом 802.11 визначено механізм CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance - множинний доступ з виявленням несучої і запобіганням колізій).

Для економії енергоресурсів мобільних робочих станцій, що використовуються в бездротових ЛЗ, стандартом 802.11 передбачений механізм перемикання станцій в так званий пасивний режим з мінімальним споживанням потужності.

1.15 Безпека

Для WLAN- мереж дуже актуальні питання безпеки і захисту переданих даних, так як для перехоплення даних в загальному випадку досить просто опинитися в зоні дії мережі.

Спочатку створені в цій сфері технології володіли невисокою ступенем захисту, дана проблема залишається актуальною і на сьогоднішній день.

Для захисту переданих даних передбачені наступні методи:

- використання MAC-адрес (Media Access Control ID) - у кожного адаптера є свій, абсолютно унікальний код, встановлений виробником. Ці адреси необхідно занести в списки адрес доступу у використовуваних для організації мережі точок доступу. Всі інші WLAN-адаптери з неправильними адресами будуть виключені з мережі автоматично;

- використання ключів SSID (Service Set Identifier): кожен легальний користувач мережі має отримати від адміністратора мережі свій унікальний ідентифікатор мережі;

- шифрування даних.

Перші два способи не забезпечують захисту від прослуховування і перехоплення пакетів даних, тому захистити мережу в разі перехоплення даних можна тільки за допомогою шифрування.

Спочатку стандарт 802.11 передбачав апаратний протокол шифрування даних WEP (Wired Equivalent Privacy - захищеність, еквівалентна бездротових мереж), заснований на алгоритмі шифрування RC4. Однак, незабаром було виявлено, що захищену з його допомогою мережу досить легко зламати. Ранні версії передбачали шифрування з використанням 40 - бітного ключа, пізніше 64 - , 128 або 256 -бітове. Але навіть така довжина ключа в WEP не може забезпечити високий рівень захисту мережі, тому що основна слабкість даної технології полягає в статичності ключа шифрування. Хоча при використанні даного ключа збільшується час злому і кількість пакетів даних, які потрібно

перехопити, щоб обчислити ключ, сама можливість злому залишається. Це абсолютно неприйнятно для певного кола серйозних компаній і організацій.

На зміну WEP була створена нова технологія WPA (Wi - Fi Protected Access), розробляється IEEE спільно з Wi-Fi Alliance. Головною особливістю нової системи безпеки є шифрування даних з динамічними змінними ключами і перевірка аутентифікації користувачів.

На відміну від WEP тут використовується протокол цілісності тимчасових ключів TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), який має на увазі оновлення ключів перед початком кожної сесії шифрування і перевіркою пакетів на приналежність до даної сесії.

Для аутентифікації користувачів використовуються сертифікати RADIUS (Remote Authentication Dial - In User Service - сервер RADIUS повинен підтвердити право доступу). Такий метод має на увазі , головним чином, корпоративне використання.

Другий спрощений варіант аутентифікації вимагає попередньої установки поділюваних паролів на мережеві пристрої (режим аутентифікації PSK (Pre-Shared Keys)). Цей метод найкраще застосовувати в домашніх умовах або там , де не відбувається обмін важливою інформацією.

Спочатку WPA розроблялася як тимчасова технологія, яка з часом вона повинна бути замінена новим стандартом 802.11i. Даний стандарт, з урахуванням всіх вже існуючих напрацювань, покликаний забезпечити надійне шифрування переданих даних, а також аутентифікацію користувачів мережі.

У більшість вже випущених WiFi- пристроїв (точки доступу, мережеві карти) можна встановити протокол WPA допомогою оновлення програмного забезпечення.

1.16 Програмне забезпечення Wi-Fi

ОС сімейства BSD (FreeBSD, NetBSD, OpenBSD) можуть працювати з більшістю адаптерів починаючи з 1998 року. Драйвери для чіпів Atheros, Prism, Harris/Intersil і Aironet (від відповідних виробників Wi-Fi пристроїв) зазвичай входять до ОС BSD починаючи з версії 3. Darwin і Mac OS X, незважаючи на частковий збіг з FreeBSD, мають свою власну, унікальну реалізацію. У OpenBSD 3.7, було включено більше драйверів для бездротових чіпів, включаючи RealTek RTL8180L, Ralink RT25x0, Atmel AT76C50x, і Intel 2100 і 2200BG/2225BG/2915ABG. Завдяки цьому частково вдалося вирішити проблему браку відкритих драйверів бездротових чіпів для OpenBSD. Можливо деякі драйвери, реалізовані для інших BSD систем, можуть бути перенесені, якщо вони ще не були створені. Ndiswrapper також доступний для FreeBSD.

GNU/Linux: Починаючи з версії 2.6, підтримка деяких Wi-Fi пристроїв з'явилася безпосередньо в ядрі Linux. Підтримка для чіпів Orinoco, Prism, Aironet і Atmel включена в основну гілку ядра, чіпи ADMtek і Realtek RTL8180L підтримуються як закритими драйверами виробників, так і відкритими, написаними співтовариством. Intel Callexico підтримуються відкритими драйверами. Atheros і Ralink RT2x00 підтримуються через відкриті проекти. Підтримка інших бездротових пристроїв доступна при використанні відкритого драйвера ndiswrapper, який дозволяє Linux системам, що працюють на комп'ютерах з архітектурою Intel x86, «обертати» драйвера виробника для Microsoft Windows для прямого використання.

Microsoft Windows повністю підтримує Wi-Fi за допомогою драйверів, якість яких залежить від постачальника. Виробники обладнання майже завжди поставляють Windows- драйвера разом зі своїми продуктами. Разом з Windows йде лише невелика кількість драйверів для Wi-Fi і відповідальність за їх наявність в основному лежить на OEM виробниках і виробниках пристроїв.

Інтерфейс для налаштування і управління розрізняється для різних версій Windows і Windows NT.

- Windows, і ранні версії Windows NT, такі як 2000, не містять вбудованих засобів для настройки та управління, і тут ситуація залежить від постачальника обладнання.

- Microsoft Windows XP підтримує настройку бездротових пристроїв. Але первинна версія Windows XP включала досить слабку підтримку і вона значно покращилася з виходом Service Pack 2. Для включення підтримки WPA2 і деяких інших протоколів безпеки може знадобитися установка відповідних оновлень від Microsoft.

- Microsoft Windows 7 містить поліпшену в порівнянні з Windows XP підтримку Wi-Fi. Однак існує загальновідома проблема при роботі Windows 7 з деякими загальнодоступними точками доступу Wi-Fi.

Переваги Wi-Fi :

- дозволяє розгорнути мережу без прокладки кабелю, може зменшити вартість розгортання і розширення мережі. Місця, де не можна прокласти кабель, наприклад, поза приміщеннями і в будівлях, що мають історичну цінність, можуть обслуговуватися бездротовими мережами;

- Wi-Fi - пристрої широко поширені на ринку. А пристрої різних виробників можуть взаємодіяти на базовому рівні сервісів;

- Wi-Fi мережі підтримують роумінг, тому клієнтська станція може переміщатися в просторі, переходячи від однієї точки доступу до іншої;

- за допомогою додаткового обладнання бездротова мережа може бути успішно з'єднана з кабельними мережами;

- Wi-Fi - це набір глобальних стандартів. На відміну від стільникових телефонів, Wi-Fi обладнання може працювати в різних країнах по всьому світу.

1.17. Недоліки Wi-Fi

Мережам Wi-Fi притаманні наступні недоліки:

- частотний діапазон і експлуатаційні обмеження в різних країнах неоднакові; в багатьох європейських країнах дозволені два додаткових канали, які заборонені в США. У Японії є ще один канал у верхній частині діапазону, а інші країни, наприклад Іспанія, забороняють використання низькочастотних каналів. Більш того, деякі країни, наприклад Італія, вимагають реєстрації всіх Wi-Fi мереж, що працюють поза приміщеннями, або вимагають реєстрації Wi-Fi- оператора;

- досить високе в порівнянні з іншими стандартами споживання енергії, що зменшує час життя батарей і підвищує температуру пристрою.

Найпопулярніший стандарт шифрування, Wired Equivalent Privacy або WEP, може бути відносно легко зламаний навіть при правильній конфігурації (через слабку стійкість ключа). Незважаючи на те, що нові пристрої підтримують досконаліший протокол Wi-Fi Protected Access (WPA), багато старих точки доступу не підтримують його і вимагають заміни. Прийняття стандарту 802.11i (WPA2) в червні 2004 зробив доступною безпечнішу схему, яка доступна в новому устаткуванні. Обидві схеми вимагають стійкіший пароль, ніж ті, які зазвичай призначаються користувачами. Багато організацій використовують додаткове шифрування (наприклад VPN) для захисту від вторгнення;

- Wi-Fi мають обмежений радіус дії. Типовий домашній Wi-Fi маршрутизатор стандарту 802.11b або 802.11g має радіус дії 45 м в приміщенні і 90 м зовні. Відстань залежить також від частоти. Wi-Fi в діапазоні 2.4 ГГц працює далі, ніж Wi-Fi в діапазоні 5 ГГц, і має радіус менше, ніж Wi-Fi (і пре-Wi-Fi) на частоті 900 МГц;

- накладення сигналів закритої або використовує шифрування точки доступу і відкритої точки доступу, працюють на одному або сусідніх каналах може перешкодити доступу до відкритої точки доступу. Ця проблема може

виникнути при великій щільності точок доступу, наприклад, у великих багатоквартирних будинках, де багато мешканців ставлять свої точки доступу Wi-Fi;

– неповна сумісність між пристроями різних виробників або неповна відповідність стандарту може призвести до обмеження можливостей з'єднання або зменшення швидкості.

Пристрої Wi-Fi небезпечні для здоров'я. Мобільні станції і точки доступу є СВЧ пристроями. Відомо, що чим вище частота радіовипромінювання, тим небезпечніше воно для людини. Зокрема, відомо, що якщо подивитися всередину прямокутного хвилеводу, передавального сигнал частотою 10 або більше ГГц, потужністю близько 2 Вт, то неминуче станеться пошкодження сітківки ока, навіть якщо тривалість впливу складе менше секунди.

Антени мобільних пристроїв і точок доступу є джерелами високочастотного випромінювання, і хоча потужність випромінюваного сигналу дуже невелика, все ж не слід перебувати в безпосередній близькості від працюючої антени. Як правило, безпечним відстанню є відстань порядку десятків сантиметрів від приймально-передавальних частин.

2 Маршрутизатори

Маршрутизатор (router) дозволяє організовувати в мережі надлишкові зв'язки, петлі твірних [5]. Він справляється з цією задачею за рахунок того, що ухвалює рішення про передачу пакетів на підставі більш повної інформації про графу зв'язків в мережі, ніж міст або комутатор [3, 4]. Маршрутизатор має в своєму розпорядженні базу топологічної інформації, яка говорить йому, наприклад, про те, між якими підмережами загальної мережа є зв'язку і в якому стані (працездатному чи ні) вони перебуває. Маючи таку карту мережа, маршрутизатор може вибрати один з декількох можливих маршрутів доставки пакету адресату. В даному випадку під маршрутом розуміють послідовність проходження пакетом маршрутизаторів.

У відмінності від моста/комутатора, який не знає, як зв'язані сегменти один з одним за межами його портів, маршрутизатор бачить всю картину зв'язків підмереж один з одним, тому він може вибрати правильний маршрут і за наявності декількох альтернативних маршрутів. Рішення про вибір того або іншого маршруту ухвалюється кожним маршрутизатором, через який проходить повідомлення.

Для того, щоб скласти карту зв'язків в мережа, маршрутизатори обмінюються спеціальними службовими повідомленнями, в яких міститься інформація про ті зв'язки між підмережами, про які вони знають (ці підмережі підключені до них безпосередньо або ж вони взнали цю інформацію від інших маршрутизаторів).

2.1 Призначення маршрутизаторів

Якби існувало середовище з безмежною пропускнуою здатністю, здатна забезпечити безпосередній зв'язок всіх комп'ютерів один з одним в одній мережі, ніяких маршрутизаторів би не знадобилося [5]. У реальності ж ми найчастіше не

можемо забезпечити такий зв'язок навіть у межах одного будинку. Фізичні межі, міркування надійності й безпеки змушують дробити мережі на підмережі. Маршрутизатори ж виступають у ролі якогось клею, їх об'єднуючого.

Що це таке - маршрутизатор? Це приклад, що має кілька мережних інтерфейсів, причому різні інтерфейси належать різним мережам. (Усякого роду апаратні маршрутизатори, на зразок тих, що випускають Bay Networks і Cisco, теж є комп'ютерами, нехай і спеціалізованими.) Завдання маршрутизатора - переправляти пакети даних між інтерфейсами). Наприклад, на рисунку 1.1 для зв'язку станцій L2 мережа LAN1 і L1 мережа LAN6 є два маршрути: M1-M5-M7 і M1-M6-M7

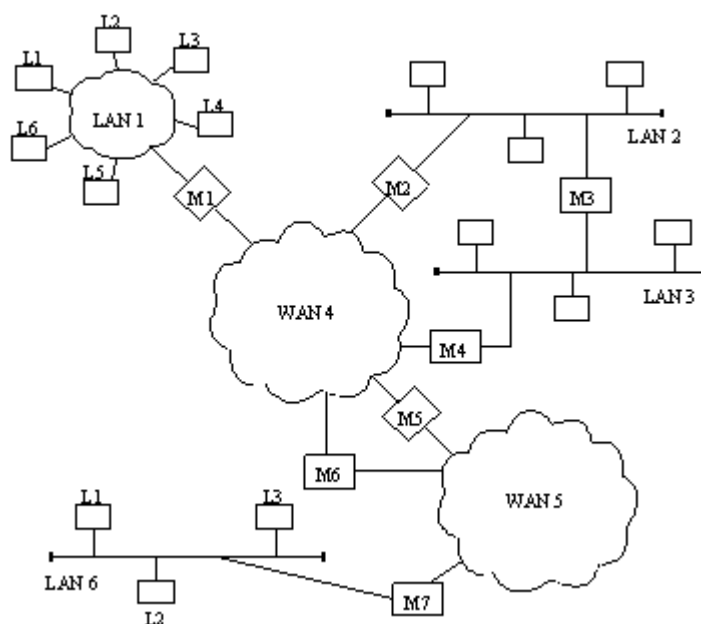


Рисунок 2.1 – Принцип роботи маршрутизатора

Залежно від складності мережі, нам потрібно або статична, або динамічна маршрутизація, або їхнє сполучення. Статична маршрутизація застосовується тоді, коли шляхи проходження пакетів можна задати заздалегідь. Один з життєвих прикладів: мережа на тонкому коаксіальному кабелі дуже ненадійна, і, щоб хоч небагато підвищити надійність, десь у середині її поставили комп'ютер із двома мережними інтерфейсами. Інший приклад - підключення локальної мережі до провайдеру Internet. Тут відомо, що всі пакети, що не ставляться до

даної локальної мережі, треба передати провайдеру, а він уже сам повинен з ними розбиратися.

Коли потрібна динамічна маршрутизація? Візьмемо такий приклад, чисто навчальний (рисунок 2.2). Нехай у нас є три мережі (А, В і С), кожна з яких з'єднана з кожної маршрутизаторами по виділеній лінії. Фактично, до речі, виникають ще три мережі - це сполуки АВ, ВС і АС (позначимо їх АВ, ВС і АС). З мережі А ми бажаємо працювати з комп'ютером в В. Пакети можуть досягти його двома шляхами: або через виділену лінію АВ, або проходячи через АС, мережа С і далі через ВС. Ми можемо скористатися статичною маршрутизацією й жорстко задати маршрут (пакети для В передавати тільки через АВ), але хочеться, щоб при можливому розриві зв'язку АВ пакети автоматично пішли по альтернативному шляху, а при відновленні зв'язку був відновлений старий шлях. Це і є динамічна маршрутизація. Програми-Демони повинні стежити за станом мережі й автоматично знаходити найбільш вигідний маршрут.

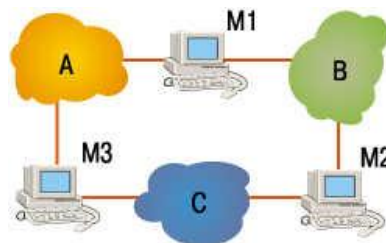


Рисунок 2.2 - Динамічна маршрутизація

2.2 Протоколи маршрутизації і їхньої метрики

Дистанційно-векторний протокол RIP.

Протокол RIP (Routing Information Protocol) являє собою один з найстарших протоколів обміну маршрутною інформацією, однак він дотепер надзвичайно розповсюджений в обчислювальних мережах. Крім версії RIP для мереж TCP/IP, існує також версія RIP для мереж IPX/SPX компанії Novell.

У цьому протоколі всі мережі мають номери (спосіб утворення номера залежить від використовуваного в мережі протоколу мережного рівня), а всі маршрутизатори - ідентифікатори. Протокол RIP широко використовує поняття "вектор відстаней". Вектор відстаней являє собою набір пар чисел, що є номерами мереж і відстанями до них у хопах.

Вектора відстаней ітераційно поширюються маршрутизаторами по мережі, і через кілька кроків кожний маршрутизатор має дані про досяжні для нього мережі і про відстані до них. Якщо зв'язок з якою-небудь мережею обривається, то маршрутизатор відзначає цей факт тим, що привласнює елементу вектора, що відповідає відстані до цієї мережі, максимально можливе значення, що має спеціальний сенс - "зв'язку ні". Таким значенням у протоколі RIP є число 16.

На рисунку 2.3 нижче наведений приклад мережі, що складає із шести маршрутизаторів, що мають ідентифікатори від 1 до 6, і із шести мереж від А до F, утворених прямими зв'язками типу "крапка-крапка".

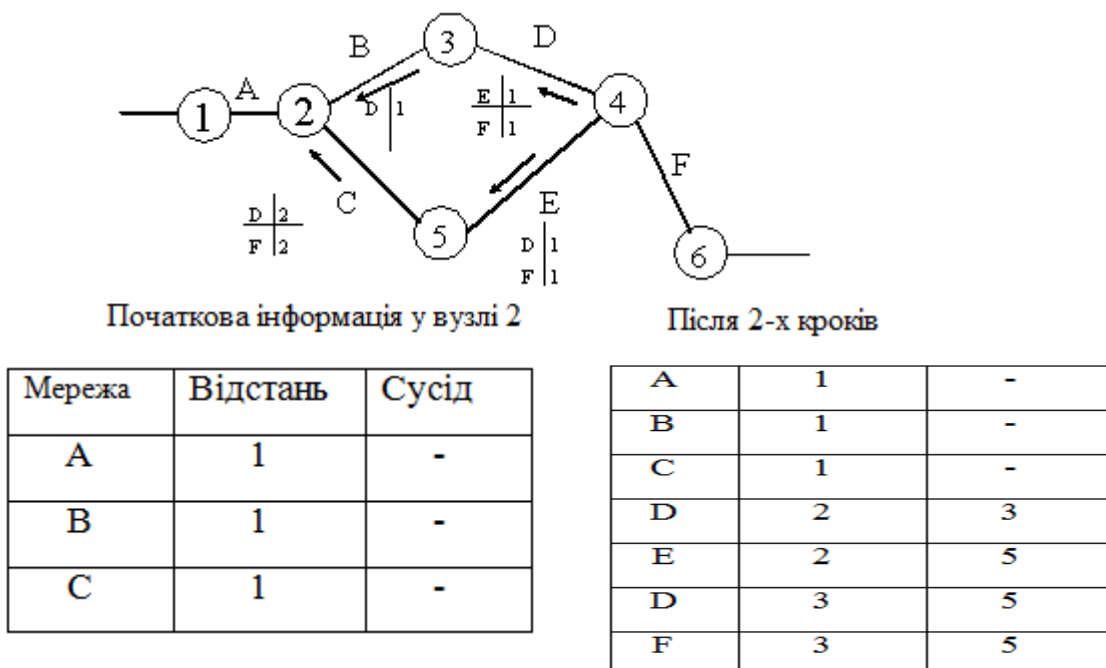


Рисунок 2.3 - Обмін маршрутною інформацією із протоколу RIP

При необхідності відправити пакет у мережу D маршрутизатор переглядає свою базу даних маршрутів і вибирає порт, що має найменше відстані до мережі призначення (у цьому випадку порт, що зв'язує його з маршрутизатором 3).

Для адаптації до зміни стану зв'язків і встаткування з кожним записом таблиці маршрутизації зв'язаний таймер. Якщо за час тайм-ауту не прийде нове повідомлення, що підтверджує цей маршрут, то він віддаляється з маршрутної таблиці.

При використанні протоколу RIP працює евристичний алгоритм динамічного програмування Беллмана-Форда, і рішення, знайдене з його допомогою є не оптимальним, а близьким до оптимального. Перевагою протоколу RIP є його обчислювальна простота, а недоліками - збільшення трафіку при періодичному розсиланні ширококомовних пакетів і неоптимальність знайденого маршруту.

На рисунку 2.4 нижче показаний випадок нестійкої роботи мережі по протоколі RIP при зміні конфігурації - відмові лінії зв'язку маршрутизатора M1 з мережею 1. При працездатному стані цього зв'язку в таблиці маршрутів кожного маршрутизатора є запис про мережу з номером 1 і відповідною відстанню до неї.

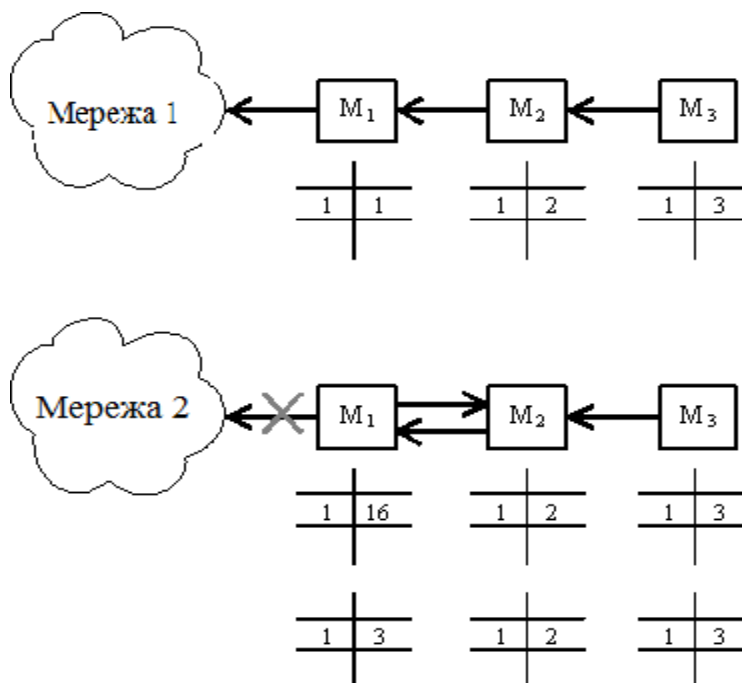


Рисунок 2.4 - Приклад нестійкої роботи мережі при використанні протоколу RIP

При обриві зв'язку з мережею 1 маршрутизатор M1 відзначає, що відстань до цієї мережі прийнялася значення 16. Однак одержавши через якийсь час від маршрутизатора M2 маршрутне повідомлення про те, що від нього до мережі 1 відстань становить 2 хопи, маршрутизатор M1 нарощує цю відстань на 1 і відзначає, що мережа 1 досяжна через маршрутизатор 2. У результаті пакет, призначений для мережі 1, буде циркулювати між маршрутизаторами M1 і M2 доти, поки не мине час зберігання запису про мережу 1 у маршрутизаторі 2, і він не передасть цю інформацію маршрутизатору M1.

Протокол стану зв'язків OSPF.

Протокол OSPF (Open Shortest Path First) є досить сучасною реалізацією алгоритму стану зв'язків (він прийнятий в 1991 році) і володіє багатьма особливостями, орієнтованими на застосування в більших гетерогенних мережах.

Протокол OSPF обчислює маршрути в IP-мережах, зберігаючи при цьому інші протоколи обміну маршрутною інформацією. Безпосередньо зв'язані (тобто досяжні без використання проміжних маршрутизаторів) маршрутизатори називаються "сусідами". Кожний маршрутизатор зберігає інформацію про те, у якому стані на його думку перебуває сусід. Маршрутизатор покладається на сусідні маршрутизатори й передає їм пакети даних тільки в тому випадку, якщо він упевнений, що вони повністю працездатні. Для з'ясування стану зв'язків маршрутизатори-сусіди досить часто обмінюються короткими повідомленнями HELLO.

Крім інформації про сусідів, маршрутизатор у своєму оголошенні перераховує IP-підмережі, з якими він зв'язаний безпосередньо, тому після одержання інформації про графа зв'язків мережі, обчислення маршруту до кожної мережі виробляється безпосередньо по цьому графі за алгоритмом Дзйкстри. Більш точно, маршрутизатор обчислює шлях не до конкретної мережі, а до маршрутизатора, до якого ця мережа підключена. Кожний маршрутизатор має унікальний ідентифікатор, що передається в оголошенні про стани зв'язків.

Такий підхід дає можливість не витратити IP-адреси на зв'язку типу "крапка-крапка" між маршрутизаторами, до яких не підключені робочі станції.

Маршрутизатор обчислює оптимальний маршрут до кожної адресуємої мережі, але запам'ятовує тільки перший проміжний маршрутизатор з кожного маршруту. Таким чином, результатом обчислень оптимальних маршрутів є список рядків, у яких вказується номер мережі й ідентифікатор маршрутизатора, якому потрібно переслати пакет для цієї мережі. Зазначений список маршрутів і є маршрутною таблицею, але обчислений він на підставі повної інформації про графа зв'язків мережі, а не часткової інформації, як у протоколі RIP.

Якщо адреса належить декільком підмережам у базі даних маршрутів, то пакет, що просуває, маршрутизатор використовує найбільш специфічний маршрут, тобто адреса підмережі, що має більше довгу маску.

Використання підмережей з різною кількістю хостів є цілком природним. Наприклад, якщо в будинку або кампусе на кожному поверсі є локальні мережі, і на деяких поверхах комп'ютерів більше, ніж на інші, то адміністратор може вибрати розміри підмережей, що відбивають очікувані вимоги кожного поверху, а не відповідному розміру найбільшої підмережі.

У протоколі OSPF підмережі діляться на три категорії:

"хост-мережа", що представляє собою підмережу із однієї адреси;

"тупикова мережа", що являє собою підмережу, підключену тільки до одного маршрутизатора;

"транзитна мережа", що являє собою підмережу, підключену до більш ніж одного маршрутизатора.

Коли маршрутизатор починає працювати в перший раз (тобто інстальюється), він намагається синхронізувати свою базу даних з усіма маршрутизаторами транзитної локальної мережі, які по визначенню мають ідентичні бази даних. Для спрощення й оптимізації цього процесу в протоколі OSPF використовується поняття "виділеного" маршрутизатора, що виконує дві функції.

По-перше, виділений маршрутизатор і його резервний "напарник" є єдиними маршрутизаторами, з якими новий маршрутизатор буде синхронізувати свою базу. Синхронізувавши базу з виділеним маршрутизатором, новий маршрутизатор буде синхронізований з усіма маршрутизаторами даної локальної мережі.

По-друге, виділений маршрутизатор оголошує про мережні зв'язки, перераховуючи своїх сусідів по підмережі. Інші маршрутизатори просто повідомляють про свій зв'язок з виділеним маршрутизатором. Це робить оголошення про зв'язки (яким багато) більше короткими, розміром з оголошення про зв'язки окремої мережі.

Для початку роботи маршрутизатора OSPF потрібний мінімум інформації - IP-Конфігурація (IP-адреси й маски підмережей), деяка інформація з умовчання (default) і команда на включення. Для багатьох мереж інформація з умовчання досить схожа. У той же час протокол OSPF передбачає високий ступінь програмування.

Інтерфейс OSPF (порт маршрутизатора, що підтримує протокол OSPF) є узагальненням підмережі IP. Подібно підмережі IP, інтерфейс OSPF має IP-Адресу й маску підмережи. Якщо один порт OSPF підтримує більш, ніж одну підмережу, протокол OSPF розглядає ці підмережі так, ніби вони були на різних фізичних інтерфейсах, і обчислює маршрути відповідно.

Тому що виявлення сусідів не є автоматичним, як у ширококомовних мережах, NBMA-Сусіди повинні задаватися при конфігуруванні вручну. Як на ширококомовних, так і на NBMA-Інтерфейсах можуть бути задані пріоритети маршрутизаторів для того, щоб вони могли вибрати виділений маршрутизатор.

Інтерфейси " крапка-крапка", подібні PPP, трохи відрізняються від традиційної IP-Моделі. Хоча вони й можуть мати IP-Адреси й підмаски, але необхідності в цьому немає.

У простих мережах досить визначити, що пункт призначення досяжний і знайти маршрут, що буде задовільним. У складних мережах звичайно є кілька можливих маршрутів. Іноді хотілося б мати можливості по встановленню

додаткових критеріїв для вибору шляху: наприклад, найменша затримка, максимальна пропускна здатність або найменша вартість (у мережах з оплатою за пакет). Із цих причин протокол OSPF дозволяє мережному адміністраторові призначати кожному інтерфейсу певне число, називане метрикою, щоб вплинути на вибір маршруту.

Число, використовуване як метрика шляхів, може бути призначено довільним образом за бажанням адміністратора. Але за замовчуванням у якості метрики використовується час передачі біта в 10-ти наносекундних одиницях (10 Мб/з Ethernet'у призначається значення 10, а лінії 56 Кб/з - число 1785). Метрика, що обчислюється протоколом OSPF, являє собою суму метрик всіх прохідних у шляху зв'язків; це дуже груба оцінка затримки шляху. Якщо маршрутизатор виявляє більш, ніж один шлях до вилученого підмережі, то він використовує шлях з найменшою вартістю шляху.

У протоколі OSPF використовується кілька тимчасових параметрів, і серед них найбільш важливими є інтервал повідомлення HELLO і інтервал відмови маршрутизатора (router dead interval).

HELLO - це повідомлення, яким обмінюються сусідні, тобто безпосередньо зв'язані маршрутизатори підмережі, з метою встановити стан лінії зв'язку й стан маршрутизатора-сусіда. У повідомленні HELLO маршрутизатор передає свої робочі параметри й говорить про те, кого він розглядає як своїх найближчих сусідів. Маршрутизатори з різними робочими параметрами ігнорують повідомлення HELLO один одного, тому невірно сконфігуровані маршрутизатори не будуть впливати на роботу мережі. Кожний маршрутизатор шле повідомлення HELLO кожному своєму сусідові принаймні один раз протягом інтервалу HELLO. Якщо інтервал відмови маршрутизатора минає без одержання повідомлення HELLO від сусіда, то вважається, що сусід непрацездатний, і поширюється нове оголошення про мережні зв'язки, щоб у мережі відбулося перерахування маршрутів.

Порівняння протоколів RIP і OSPF по витратах на широкомовний трафік

У мережах, де використовується протокол RIP, накладні витрати на обмін маршрутною інформацією строго фіксовані. Якщо в мережі є певне число маршрутизаторів, то трафік, створюваний переданою маршрутною інформацією, описуються так - $F = (\text{число маршрутів, що повідомляються} / 25) \times 528 \text{ (байтів у повідомленні)} \times (\text{число копій в одиницю часу}) \times 8 \text{ (біт у байті)} .$ У мережі із протоколом OSPF завантаження при незмінному стані ліній зв'язку створюється повідомленнями HELLO і оновленими оголошеннями про стан зв'язків, що описується $F = \{ [20 + 24 + 20 + (4 \times \text{число сусідів})] \times (\text{число копій HELLO в одиницю часу}) \} \times 8 + [(\text{число оголошень} \times \text{середній розмір оголошення}) \times (\text{число копій оголошень в одиницю часу})] \times 8,$

де 20 - розмір заголовка IP-Пакета,

24 - заголовок пакета OSPF,

20 - розмір заголовка повідомлення HELLO,

4 - дані на кожного сусіда.

Інтенсивність посилки повідомлень HELLO - кожні 10 секунд, оголошень про стан зв'язків - щопівгодини. По зв'язках "крапка-крапка" або по широкомовних локальних мережах в одиницю часу посилає тільки одна копія повідомлення, по NBMA мережах типу frame relay кожному сусідові посилає своя копія повідомлення. У мережі frame relay з 10 сусідніми маршрутизаторами й 100 маршрутами в мережі (мається на увазі, що кожний маршрут являє собою окреме OSPF-Узагальнення про мережні зв'язки й що RIP поширює інформацію про всі ці маршрути) трафік маршрутної інформації визначається співвідношеннями

RIP: $(100 \text{ маршрутів} / 25 \text{ маршрутів в оголошенні}) \times 528 \times (10 \text{ копій} / 30 \text{ сек}) = 5\,632 \text{ б/с} .$

OSPF: $\{ [20 + 24 + 20 + (4 \times 10) \times (10 \text{ копій} / 10 \text{ сек})] + [100 \text{ маршрутів} \times (32 + 24 + 20) + (10 \text{ копій} / 30 \times 60 \text{ сек})] \} \times 8 = 1\,170 \text{ б/с} .$

Як видно з отриманих результатів, для нашого гіпотетичного приклада трафік, створюваний протоколом RIP, майже в п'ять разів інтенсивніше трафіку, створюваного протоколом OSPF.

2.3 Організація формування таблиць маршрутизації

Найважливішим завданням мережного рівня є маршрутизація - передача пакетів між двома кінцевими вузлами в складеній мережі.

У мережі 20 маршрутизаторів поєднують 18 мереж у загальну мережу; S1, S2, ... , S20 - це номери мереж. Маршрутизатори мають по декілька портів (принаймні, по двох), до яких приєднуються мережі. Кожний порт маршрутизатора можна розглядати як окремий вузол мережі: він має власну мережну адресу й власна локальна адреса в тій підмережі, що до нього підключена. Маршрутизатор під номером 1 має три порти, до яких підключені мережі S1, S2, S3. На рисунку 2.4 мережні адреси цих портів позначені як M1(1), M1(2) і M1(3). Порт M1(1) має локальну адресу в мережі з номером S1, порт M1(2) - у мережі S2, а порт M1(3) - у мережі S3. Таким чином, маршрутизатор можна розглядати як із сукупність декількох вузлів, кожний з яких входить у свою мережу. Як єдиний пристрій маршрутизатор не має ні окремої мережної адреси, ні якої-небудь локальної адреси.

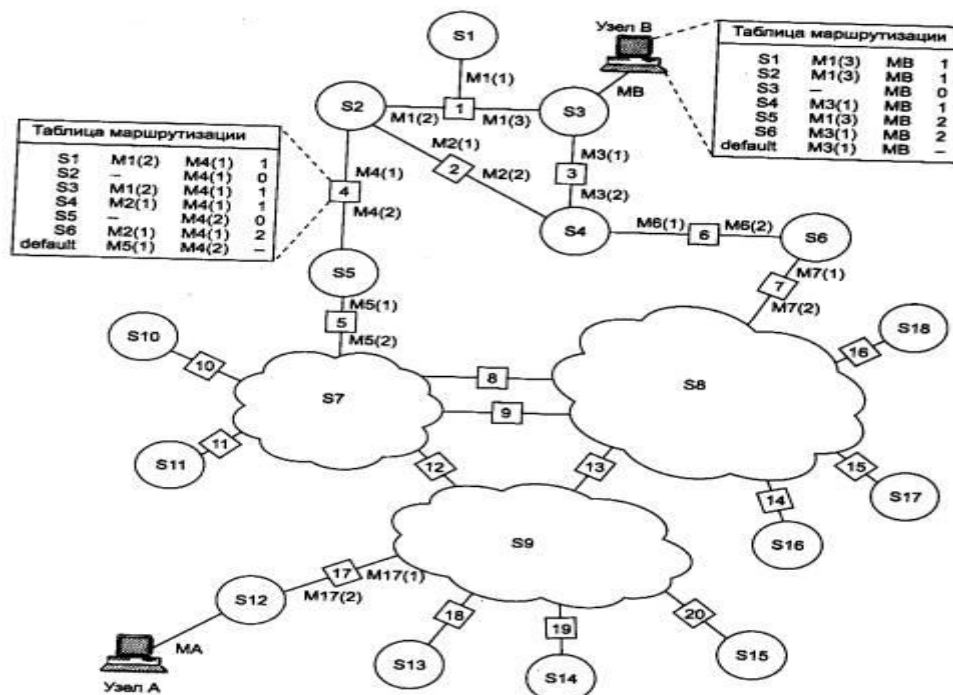


Рисунок 2.5 - Принципи маршрутизації в складеній мережі

У складних мережах майже завжди існує кілька альтернативних маршрутів для передачі пакетів між двома кінцевими вузлами. Маршрут - це послідовність маршрутизаторів, які повинен пройти пакет від відправника до пункту призначення. Так, пакет, відправлений з вузла А в вузол В, може пройти через маршрутизатори 17, 12, 5, 4 і 1 або маршрутизатори 17,13, 7, 6 і 3. Неважко знайти ще кілька маршрутів між вузлами А и В.

Завдання вибору маршруту з декількох можливих вирішують маршрутизатори, а також кінцеві вузли. Маршрут вибирається на підставі наявної в цих пристроїв інформації про поточну конфігурацію мережі, а також на підставі зазначеного критерію вибору маршруту. Звичайно як критерій виступає затримка проходження маршруту окремим пакетом або середньою пропускною здатністю маршруту для послідовності пакетів. Часто також використовується досить простий критерій, що враховує тільки кількість пройдених у маршруті проміжних маршрутизаторів (хопов).

Щоб за адресою мережі призначення можна було б вибрати раціональний маршрут подальшого проходження пакета, кожний кінцевий вузол і маршрутизатор аналізують спеціальну інформаційну структуру, що називається таблицею маршрутизації. Використовуючи умовні позначки для мережних адрес маршрутизаторів і номерів мереж у тім виді, як вони наведені на малюнку вище, подивимося, як могла б виглядати таблиця маршрутизації, наприклад, у маршрутизаторі 4 що на рисунку 2.5.

Номер мережі призначення	Мережева адреса наступного маршрутизатора	Мережева адреса вихідного порту	Відстань до мережі призначення
S1	M1(2)	M4(1)	1
S2	-	M4(1)	0 (приєднана)
S3	M1(2)	M4(1)	1
S4	M2(1)	M4(1)	1
S5	-	M4(2)	0 (приєднана)
S6	M2(1)	M4(1)	2
Default	M5(1)	M4(2)	-

Рисунок 2.5 - Маршрутизація маршрутизатора 4

У першому стовпці таблиці перераховуються номери мереж, що входять в інтермережу. У кожному рядку таблиці слідом за номером мережі вказується мережна адреса наступного маршрутизатора (більш точно, мережна адреса відповідного порту наступного маршрутизатора), на який треба направити пакет, щоб той пересувався в напрямку до мережі з даним номером по раціональному маршруті.

Коли на маршрутизатор надходить новий пакет, номер мережі призначення, витягнутий з кадру, що надійшов, послідовно рівняється з номерами мереж з кожного рядка таблиці. Рядок з номером, що збігся, мережі вказує, на який найближчий маршрутизатор варто направити пакет. Наприклад, якщо на який-небудь порт маршрутизатора 4 надходить пакет, адресований у мережу S6, то з таблиці маршрутизації треба, що адреса наступного маршрутизатора - M2(1), тобто черговим етапом руху даного пакета буде рух до порту 1 маршрутизатора 2.

Оскільки пакет може бути адресований у будь-яку мережу складеної мережі, може здатися, що кожна таблиця маршрутизації повинна мати запису про всі мережі, що входять у складену мережу. Але при такому підході у випадку великої мережі об'єм таблиць маршрутизації може виявитися дуже більшим, що вплине на час її перегляду, зажадає багато місця для зберігання й т.п. Тому на практиці число записів у таблиці маршрутизації намагаються зменшити за рахунок використання спеціального запису - «маршрутизатор за замовчуванням» (default). Дійсно, якщо взяти до уваги топологію складеної мережі, то в таблицях маршрутизаторів, що перебувають на периферії складеної мережі, досить записати номери мереж, безпосередньо приєднаних до даного маршрутизатора або розташованих поблизу, на тупикових маршрутах. Про всі ж інші мережі можна зробити в таблиці єдиний запис, що вказує на маршрутизатор, через який пролягає шлях до всіх цих мереж. Такий маршрутизатор називається маршрутизатором за замовчуванням, а замість номери мережі у відповідному рядку міститься особливий запис, наприклад

default. У нашій прикладі таким маршрутизатором за замовчуванням для мережі S5 є маршрутизатор 5, точніше його порт M5(1). Це означає, що шлях з мережі S5 майже до всіх мереж великої складеної мережі пролягає через цей порт маршрутизатора.

Перед тим як передати пакет наступному маршрутизатору, маршрутизатор повинен визначити, на який з декількох власних портів він повинен помістити даний пакет. Для цього служить третій стовпець таблиці маршрутизації. Ще раз підкреслимо, що кожний порт ідентифікується власною мережною адресою.

Деякі реалізації мережних протоколів допускають наявність у таблиці маршрутизації відразу декількох рядків, що відповідають тому самому адресі мережі призначення. У цьому випадку при виборі маршруту приймається в увагу стовпець «Відстань до мережі призначення». При цьому під відстанню розуміється будь-яка метрика, використовувана відповідно до заданого в мережному пакеті критерієм (часто називаним класом сервісу). Відстань може вимірюватися хопами, часом проходження пакета по лініях зв'язку, якою-небудь характеристикою надійності ліній зв'язку на даному маршруті або іншій величині, що відбиває якість даного маршруту стосовно заданого критерію.

Наявність декількох маршрутів до одного вузла уможлиблюють передачу трафіка до цього вузла паралельно по декількох каналах зв'язку, це підвищує пропускну здатність і надійність мережі (рисунок 2.6).

Номер мережі призначення	Мережева адреса наступного маршрутизатора	Мережева адреса вихідного порту	Відстань до мережі призначення
S1	M1(3)	MB	1
S2	M1(3)	MB	1
S3	-	MB	0
S4	M3(1)	MB	1
S5	M1(3)	MB	2
S6	M3(1)	MB	2
Default	M3(1)	MB	-

Рисунок 2.6 - Маршрутизація кінцевого вузла В

Кінцеві вузли в ще більшому ступені, чим маршрутизатори, користуються прийомом маршрутизації за замовчуванням. Хоча вони також у загальному випадку мають у своєму розпорядженні таблицю маршрутизації, її об'єм звичайно незначний, що пояснюється периферійним розташуванням всіх кінцевих вузлів. Кінцевий вузол часто взагалі працює без таблиці маршрутизації, маючи тільки відомості про адресу маршрутизатора за замовчуванням. При наявності одного маршрутизатора в локальній мережі цей варіант - єдино можливий для всіх кінцевих вузлів.

Нижче на рисунку 2.7 зображена маршрутизація іншого кінцевого вузла складеної мережі - вузла А. Компактний вид таблиці маршрутизації відбиває той факт, що всі пакети, що направляються з вузла А, або не виходять за межі мережі S12, або неодмінно проходять через порт 1 маршрутизатора 17. Цей маршрутизатор і визначений у таблиці маршрутизації як маршрутизатор за замовчуванням.

Номер мережі призначення	Мережева адреса наступного маршрутизатора	Мережева адреса вихідного порту	Відстань до мережі призначення
S12		MA	0
Default	M17(1)	MA	-

Рисунок 2.7 - Маршрутизації кінцевого вузла А

3 Практична частина

У кваліфікаційній роботі необхідно спроектувати локальну мережу і зробити розрахунок витрат на мережне обладнання і мережне програмне забезпечення. Назва, кількість і вартість необхідно звести в таблицю.

Початкові данні:

Комп'ютери (шт.)	40
Приміщення (шт.)	8
Керуючі сервери (шт.)	2
Принтери (шт.)	4
Швидкість передачі (Мбіт/сек).....	100
Діаметр мережі (м).....	1200

Для цього проекту була взята організація яка займається розробкою програмного забезпечення, а також web-сторінок. розташована ця фірма в двох будівлях яких ми будемо умовно називати робочою будівлею і офісною. ця організація орендує в першій і другій будівлі поверх. у робочій другий, у офісній теж другий. План розташування будівель зображений на рисунку 3.1

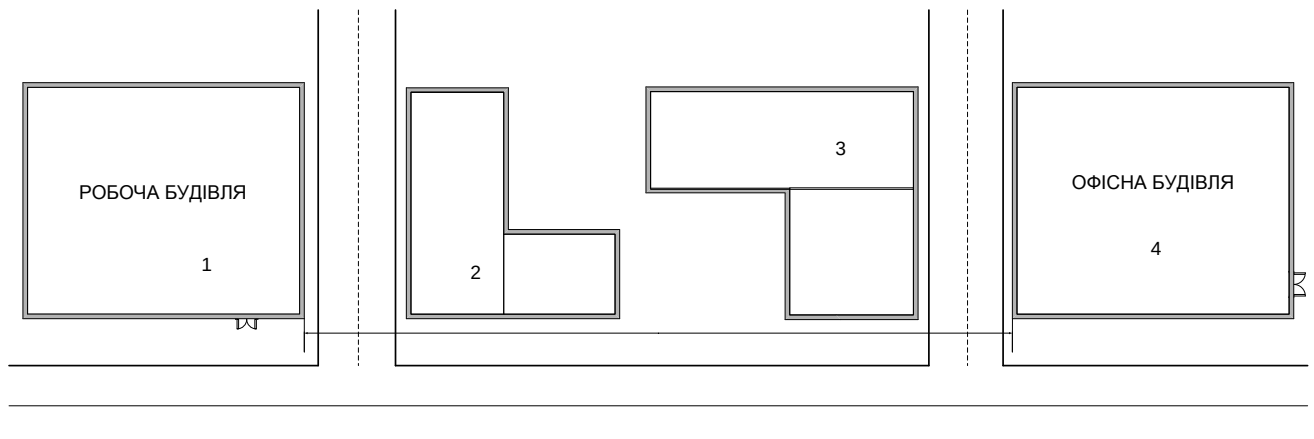


Рисунок 3.1 – План розміщення будівель

1 - Робоча будівля в якій орендовано другий поверх для наступних відділів.

2, 3 - Прилягаючі будинки.

4 - Офісна будівля якій орендовано другий поверх для наступних відділів.

Для збільшення продуктивності праці, а також для зручності було прийнято рішення побудувати локальну мережу яка би розповсюджувалася в середині будівель і з'єднувала їх. На рисунку 3.2 зображен план другого поверху робочої будівлі і плани приміщень відділу розробки програмного забезпечення, відділу тестування програмного забезпечення, відділу розробки Web-сторінок та серверної кімнати.

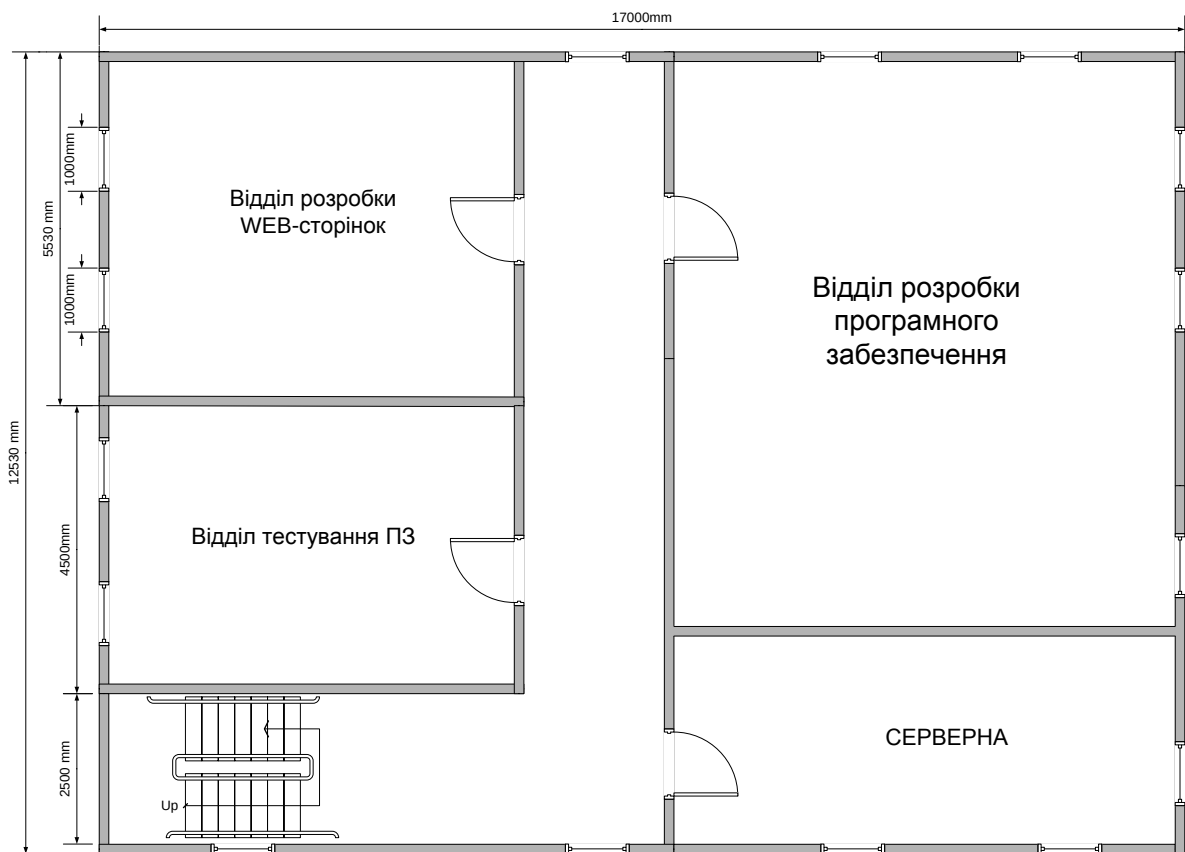


Рисунок 3.2 - План другого поверху робочої будівлі

На рисунку 3.3 зображені план другого поверху офісної будівлі і плани приміщень відділу кадрів, кабінету директора, бухгалтерського відділу та серверної.



Рисунок 3.3 - План другого поверху офісної будівлі

3.1 Розподіл мережевого устаткування

Кожне робоче місце забезпечується картою мережевого адаптера Fast Ethernet, і сервер відповідною картою, що підтримує стандарт Fast Ethernet. У відповідності, з чим вибираються і концентратори: для робочих груп – підтримуючі Fast Ethernet. Також в устаткуванні знаходиться медіаконвертер для перетворення електричного сигналу виті пари в світловий сигнал оптоволокна і навпаки. В даній кваліфікаційній роботі також в устаткуванні знаходяться 4 принтери, які підключені до робочих станцій.

Також є 2 сервери з операційною системою Windows Server 2008, вони служать для управління локальною мережею в робочій будівлі і офісній.

Сервери використовуються як робочі станції тому до них було придбано монітори.

Концентратори вибиралися так, щоб кількість їх портів була більша необхідного, оскільки є висока вірогідність розширення мережі.

На рисунку 3.4 зображено розташування обладнання на 2-гому поверсі робочої будівлі. Тут розташовано 25 комп'ютерів і 2 принтери, а також керуючий сервер. Всі комп'ютери підключені до двох концентраторів по 24 порта кожен. Для розширення мережі було прийнято рішення придбати саме таку модель концентратора. Також до цих концентраторів в кожній будівлі підключений сервер який являється робочою стацією, і медіаконвертер який з'єднує дві будівлі фірми.

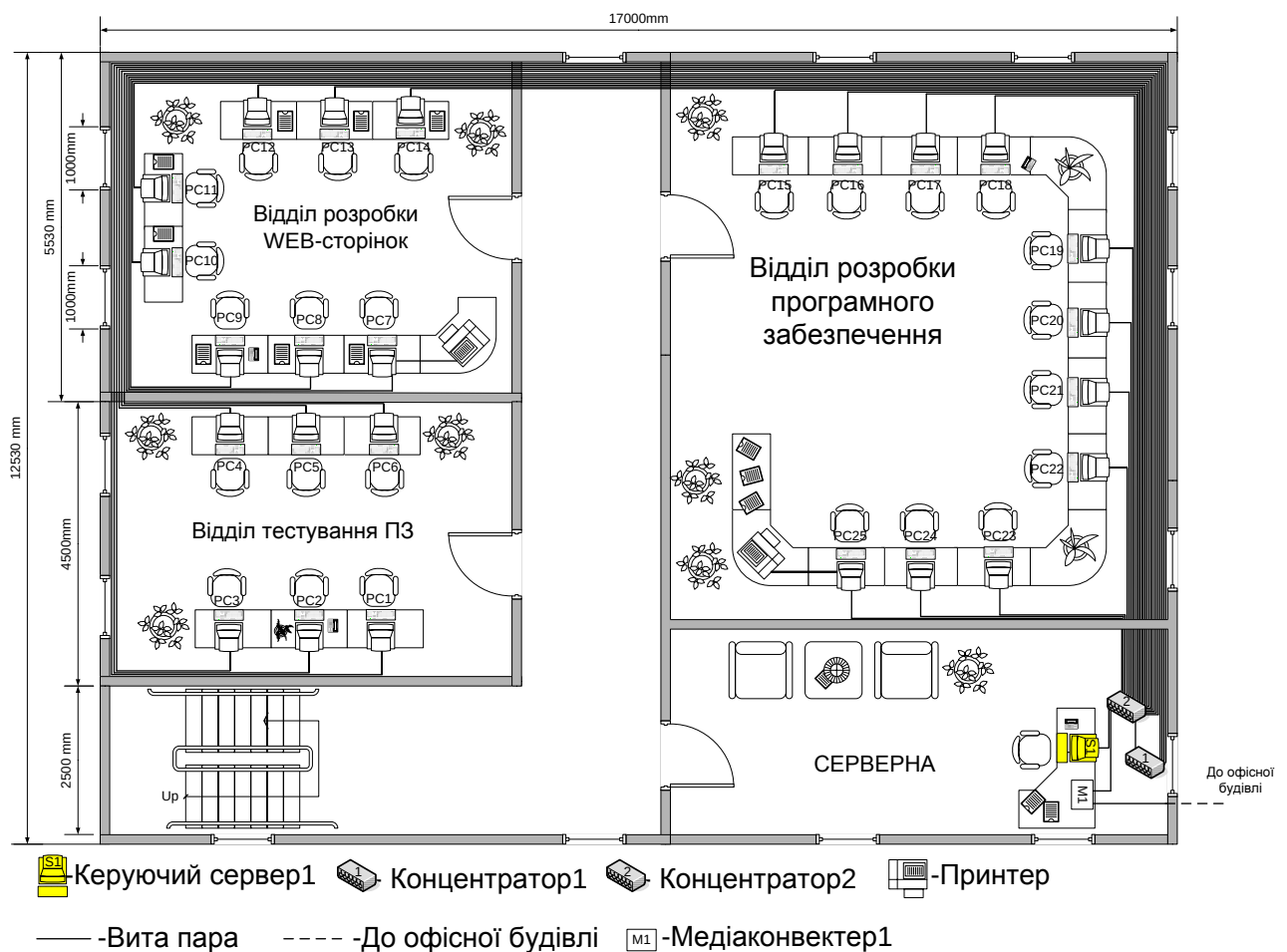


Рисунок 3.4 - Розташування обладнання на 2-гому поверсі робочої будівлі

На рисунку 3.5 зображено розташування обладнання на 2-гому поверсі офісної будівлі. В цій будівлі розташовано 15 комп'ютерів і керуючий сервер, а

також три принтери. Кабінет директора, серверна кімната, відділ кадрів і бухгалтерський відділ підключені до 24-портового концентратора. Він підключений до медіаконвертер, який з'єднує офісну будівлю з робочою за допомогою оптоволокна.



Рисунок 3.5 - Розташування обладнання на 2-гому поверсі офісної будівлі

На рисунку 3.6 схемно зображена проектована локальна обчислювальна мережа підприємства.

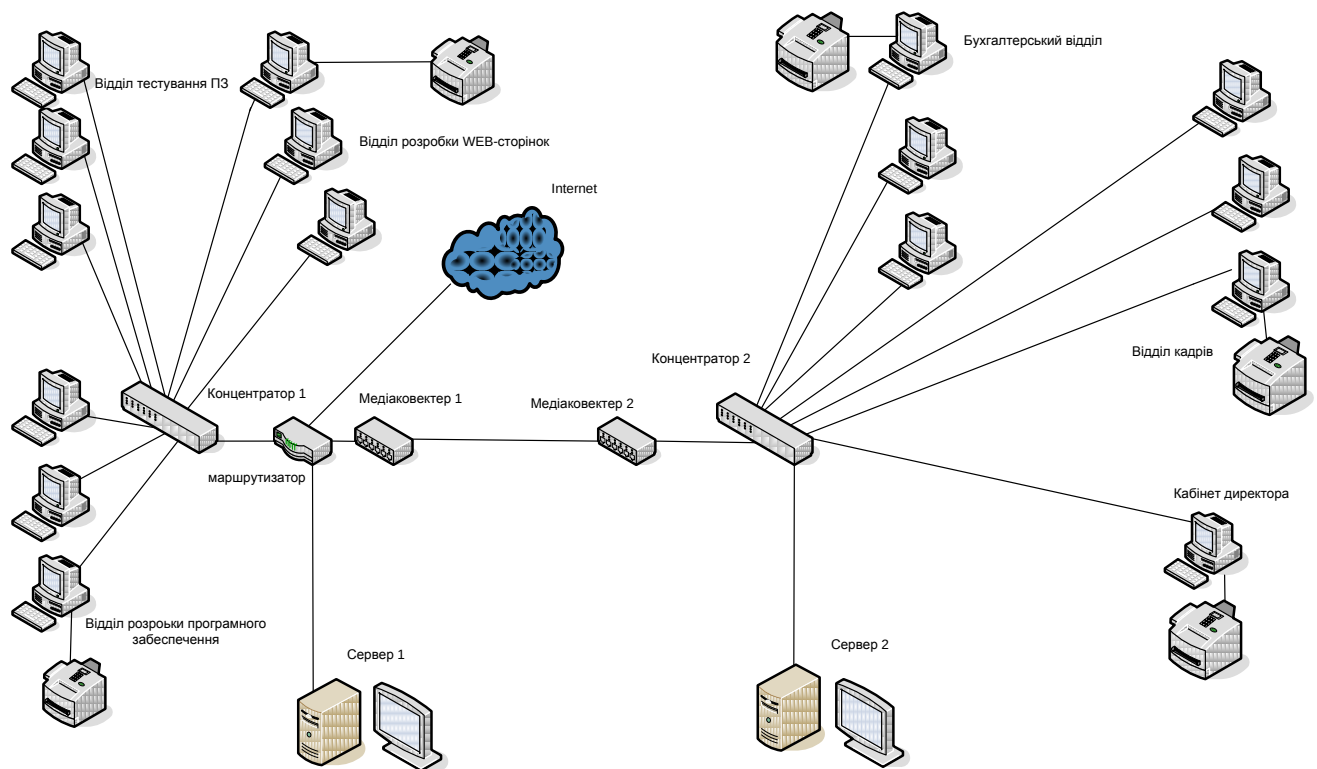


Рисунок 3.6 - Схема локальної мережі підприємства малого бізнесу

Таблиця 3.1 - Розподіл устаткування по робочих групах

Назва робочої групи	Кількість ПК	Кількість серверів	Кількість принтерів	Фізичний розмір приміщення (Д/Ш)	Мережеві плати
1	2	3	4	5	6
Серверна (робоча будівля)	1	1		7,8/3,3	1 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX
Відділ розробки ПЗ	11	-	1	7,8/8,8	11 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX
Відділ тестування ПЗ	6	-		6,6/4,4	6 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX
Відділ розробки Web-сторінок	8	-	1	6,6/5,4	8 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX
Серверна (офісна будівля)	1	1		8,2/3,2	1 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
Кабінет директора	1	-	1	7/2,8	1 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX
Відділ кадрів	6	-		8,2/6,5	6шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX
Бухгалтерський відділ	8	-	1	7/6,8	8 шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX

3.2 Розрахунок PDV та PVV

Було зроблено розрахунок PDV для визначення надійності мережі. Нижче показано загальну структуру рис. 3.7.

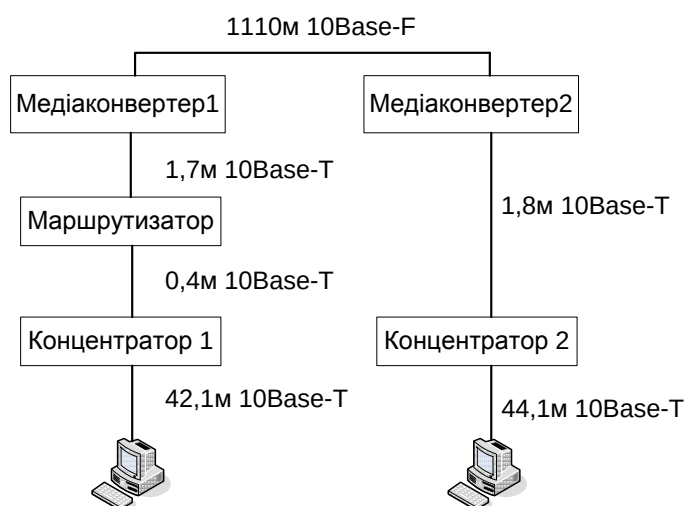


Рисунок 3.7 - Загальна структура локальної мережі

Розрахуємо значення PDV для нашого прикладу.

Лівий сегмент 1: $15.3 \text{ (база)} + 42,1 * 0,113 = 20,6$

Проміжний сегмент 2: $42 + 0,4 * 0,113 = 42,05$

Проміжний сегмент 3: $42 + 1,7 * 0,113 = 42,19$
 Проміжний сегмент 4: $24 + 1110 * 0,1 = 135$.
 Проміжний сегмент 5: $42 + 1,8 * 0,113 = 42,2$.
 Правий сегмент 6: $165 + 44,1 * 0,113 = 169,98$

Сума всіх складових дає значення PDV, рівну 452,02.

Оскільки значення PDV менше максимально допустимої величини 575, то ця мережа проходить по критерію часу подвійного обернення сигналу.

Щоб визнати конфігурацію мережі коректною, треба розрахувати також зменшення міжкадрового інтервалу повторювачами, тобто величину PVV.

Розрахуємо значення PVV для нашого прикладу.

Лівий сегмент 1 (10Base-T): скорочення в 10.5 bt.
 Проміжний сегмент 2 (10Base-T): 8.0 bt
 Проміжний сегмент 3 (10Base-T): 8.0 bt
 Проміжний сегмент 4 (10Base-F): 2.0 bt
 Проміжний сегмент 5 (10Base-T): 8.0 bt

Сума цих величин дає значення PVV, рівну 36,5, що менше граничного значення в 49 бітових інтервалу.

У результаті можна зробити висновок, що розроблена мережа відповідає стандартам Ethernet за всіма параметрами.

4 Визначення економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу

4.1 Поняття економічної ефективності

Економічна ефективність – результат економічної діяльності, економічних програм і заходів, що характеризується відношенням отриманого економічного ефекту, до витрат факторів, ресурсів, які зумовили отримання цього результату, досягнення найбільшого обсягу виробництва із застосуванням ресурсів певної вартості.

Економічний ефект визначається як різниця між вартісною оцінкою результатів і вартісною оцінкою сукупних витрат ресурсів на всіх етапах реалізації і за весь період інвестування або здійснення заходів.

Економічна ефективність визначається величиною зниження витрат праці, економією матеріальних і фінансових ресурсів, що, в остаточному підсумку, виражається в зниженні витрат виробництва, в зростанні прибутку і продуктивності праці.

Розрахунок економічної ефективності проводиться шляхом порівняння трудових, матеріальних і фінансових витрат до і після реалізації нововведення або ж порівнянням фактичних витрат з нормативними.

Якщо розрахунки економічної ефективності здійснюються на стадії проектування або планування заходів щодо впровадження нововведення, то така ефективність називається розрахунковою. Розрахунки ефективності після реалізації заходів показують фактичну економічну ефективність.

Щоб розрахувати економічну ефективність будь-якого нововведення, необхідно визначити величину одноразових витрат, необхідних для його реалізації, і собівартість продукції (робіт) до і після цієї реалізації.

4.2 Розрахунок економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

Одним з показників економічної ефективності є окупність загальних капітальних вкладення.

Капітальні вкладення – складова частина капіталоутворюючих інвестицій. Вони являють собою витрати, що направляються на створення і відтворення основних засобів.

До складу капітальних вкладень входять: витрати на будівельно-монтажні роботи; витрати на придбання основних засобів (верстати, машини, устаткування); витрати на науково-дослідні та дослідно-конструкторські розробки (НДДКР), проектно-вишукувальні роботи і т.д.; інвестиції в трудові ресурси; інші витрати.

Потреба в капітальних вкладеннях завжди велика, джерела ж їх фінансування – кредит, кошти державного бюджету, прибуток організації та інші – обмежені, тому їх слід ефективно використовувати, отримуючи максимальний результат на кожну витрачену гривню.

Оскільки розроблена мережа призначається для використання у навчальному закладі, що за законодавством України не передбачає отримання прибутку, то розрахунок терміну окупності капітальних вкладень не є можливим.

Впровадження даної мережі, в принципі, не призводить до отримання прибутку, а тільки веде до матеріальних витрат в якості одноразових капітальних витрат на створення та подальших витрат на підтримання у працездатному стані.

У наш час одним з найважливіших факторів є вартість устаткування, його монтажу та подальшої експлуатації, так як від цього може залежати фінансове становище всієї організації.

В даному випадку одноразові капітальні вкладення на розробку локальної обчислювальної мережі передбачають витрати на мережне обладнання (сервер),

комунікаційне обладнання (маршрутизатори й комутатори), кабельну систему, заробітну платню проектувальника й витратні матеріали.

Загальні одноразові капітальні витрати на розробку локальної обчислювальної мережі показані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Одноразові капітальні витрати

Позначення компонента на схемі	Найменування устаткування	Кількість	Ціна однієї одиниці товару	Загальна вартість
1	2	3	4	5
Мережеве устаткування				
	Мережевий адаптер шт. Fast Ethernet D-Link DFE-520TX	42	46 грн.	1932 грн.
Концентратор відділів розробки ПЗ, Web- сторінок, тестування ПЗ та серверної	КоммутаторD-Link DES-1100-24 24 port 10/100 Retail	1	732 грн.	732 грн.
Концентратор відділу кадрів, бухгалтерії, та кабінету директора і серверної	КоммутаторD-Link DES-1100-24 24 port 10/100 Retail	1	732 грн.	732 грн.
Концентратор відділу кадрів, бухгалтерії, та кабінету директора і серверної	D-Link DFL-260E , 5 портів для внутрешней сети, порт DMZ, порт WAN	1	1265 грн.	1265 грн.
	Медіаконвертер D-Link DMC-920R	2	632 грн.	1264 грн.
	Кабель для локальної мережі - Одескабель, UTP, с5е ОС-UTP5е-VN-BOX	3*305 м.	4,3 грн.	3934,5 грн.
	Оптоволоконний кабель AMP 62.5/125	1200 м.	15,4 грн.	18480 грн.
	Коннектор RJ-45	90	1,2 грн.	108 грн.
	Коннектор AMP SC кераміч. 62,5/125	2	91грн.	182 грн.

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Сервери				
Server1-2	Файл-сервер R-Line на базі процесора Xeon (Socket 771) (Intel Xeon Quad-Core 5310 1.6 GHz /4GB DDR2/HDD 2*500 GB) + Монитор+Сетевая карта	2	12957 грн.	25914 грн.
Робочі станції				
PC1- PC40	HP Compaq Thin Client T5720 (EG840AA)Processor AMD Geode NX 1500, Cash 512MB,Memory 2 GB DDR2 SDRAM, 6xUSB(2 front/4 rear), 1 serial, 1 parallel, RJ-45, 1 PCI expansion, 2 PS/2, Windows 7 Embedded SP2, IE 6.0, Altiris Deployment Solution, KBD,Mouse	40	2813 грн.	112520 грн.
Принтери				
Printer 1- Printer 4	HP LaserJet P2015n(A4, ОЗУ 32(288)Mb,1200dpi, fpo 8.5сек, до 26ppm, PCL6/PS L3, лотки на 250+50 листів, USB 2.0HS/Ethernet;	4	2525 грн.	10100 грн.
Заробітна платня проектувальника				2500 грн.
Сума				176630,5 грн.

Таблиця 4.2 - Розрахунок довжини і вартості кабельної системи

Використана кабельна система	Використана архітектура	Вузол мережі	Назва концентратора до якого підключений вузол	Відстань до концентратора до якого підключений вузол, м	Вартість кабелю + коннектора, грн.
1	2	3	4	5	6
UTP5	Ethernet	PC1	Маршрутизатор	42,1	183,43
		PC2		40,6	176,98
		PC3		39,1	170,53
		PC4		34,5	150,75
		PC5	Концентратор1	35,1	153,33
		PC6		36	157,2
		PC7		35,9	156,77
		PC8		34,2	149,46
		PC9		32,7	143,01
		PC10		29	127,1
		PC11		27,5	120,65
		PC12		24	105,6
		PC13		22,9	100,87
		PC14		21,3	93,99
		PC15		16,1	71,63
		PC16		14,8	66,04
		PC17		13,5	60,45
		PC18		12,3	55,29
		PC19		7,4	34,22
		PC20		6,2	29,06
		PC21		5,1	24,33
		PC22		3,9	19,17
		PC23		3,6	17,88
		PC24		4,8	23,04
		PC25		5,8	27,34
		Server1		0,7	5,41
		PC26	Концентратор2	44,1	192,03
		PC27		42,4	184,72
		PC28		32,2	140,86
		PC29		30,8	134,84
		PC30		29,6	129,68
		PC31		29,4	128,82
		PC32		30,4	133,12
		PC33		31,5	137,85
		PC34		21,9	96,57
		PC35		13,8	61,74
		PC36		11,1	50,13

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
UTP5	Ethernet	PC37	Концентратор2	8,5	38,95
		PC38		7,5	34,65
		PC39		5	23,9
		PC40		2,5	13,15
		Server2		1	6,7
UTP5	Ethernet	Медіакон.1	Концентратор1	1,7	9,71
		Медіакон.2	Концентратор2	1,8	10,14
		Концентр. 1	Концентратор2	0,4	4,12
Оптоволокно		Медіакон.1	Медіакон.2	1110	17094
Всього					2104921

Обране устаткування локальної обчислювальної мережі є найменш доцільним з точки зору функціональних можливостей та раціональної витрати фінансових вкладень.

Впровадження локальної обчислювальної мережі спрямовано на покращення умов праці персоналу підприємства малого бізнесу та удосконалення робітничого процесу, й несе за собою більше користувацький ефект ніж економічний.

Використання повного спектру можливостей даної мережі відкриває широкі перспективи перед персоналом.

Різноманітний набір послуг дозволить підвищити ефективність роботи персоналу й надасть більше вільного часу для іншої роботи та творчості, спростить щоденні монотонні операції.

Крім того, при встановленні спеціального програмного забезпечення можливо створити систему дистанційної освіти і навчання з організацією інтерактивного зворотного каналу між викладачами та учнями. Це дозволить надавати повноцінну професійну освіту персоналу. Ця функція передбачає онлайн-трансляцію уроків і отримує повний обсяг знань у відповідності зі програмою.

Хоча головною метою впровадження мережі є людський фактор, слід зазначити деякі економічні переваги, що можуть проявитися з часом при використанні локальної обчислювальної мережі.

По-перше, в мережі ведеться моніторинг системи відеоспостереження. Ця функція дозволяє забезпечити безпеку персоналу, та майна офісу як під час робочого дня, так і у не робочий час. Це дозволить попередити небажані додаткові витрати, пов'язані з відновленням майна офісу та відшкодуванням збитків, спричинених лікуванням осіб.

По-друге, мережа передбачає диспетчеризація систем пожежної безпеки, лічильників енергії, води та тепла, систем контролю та ідентифікації, що дозволяє вчасно помітити несправності в роботі цих систем та попередити аварії й пожежі, що можуть призвести не тільки до матеріальних, а й до людських втрат.

По-третє, використання локальної обчислювальної мережі зменшує витрати на орендування каналів зв'язку, завдяки застосування у мережі IP-телефонії. Це нововведення дозволяє використовувати для телефонних дзвінків не телефонні лінії зв'язку з по-хвилинною оплатою послуг, а мережу Інтернет, послуги якої оплачуються заздалегідь за весь пакет послуг, при цьому вартість дзвінку не як не залежить від його тривалості. Також дана мережа передбачає створення електронної бібліотеки.. Електронна бібліотека дозволить відмовитися від таких витрат, бо всю необхідну літературу користувач зможе знайти просто зайшовши в мережу через персональний комп'ютер.

Як видно з вище зазначеного, впровадження локальної обчислювальної мережі в закладі освіти не несе яскраво вираженого економічного ефекту. Він проявляється за певних умов при певних обставинах і має імовірнісний характер.

Впровадження локальної обчислювальної мережі в закладі освіти – це не економічно вигідний стратегічний хід, а захід спрямований на покращення трудової атмосфери та вдосконалення робочого процесу.

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

Локальна обчислювальна мережа являє собою універсальне багатоцільове середовище, призначене для передачі мови, зображення і даних з використанням технології комутації пакетів (IP). Локальна обчислювальна мережа відрізняється ступенем надійності, характерним для телефонних мереж (на противагу негарантованій якості зв'язку через Інтернет) і забезпечує низьку вартість передачі в розрахунку на одиницю об'єму інформації (наближену до вартості передачі даних по Інтернету).

Основне завдання локальних обчислювальних мереж полягає в забезпеченні роботи різнорідних інформаційних та телекомунікаційних систем і додатків в єдиному транспортному середовищі, коли для передачі звичайного трафіку (даних) і трафіку іншої інформації (мови, відео та ін.) використовується єдина інфраструктура.

Локальні обчислювальні забезпечують:

- швидку передачу великих обсягів графічних, відео-, аудіо- та текстових файлів, потокового відео, аудіо контенту за рахунок широкосмугових каналів зв'язку;
- диспетчеризацію інженерної та іншої інфраструктури підприємств, у тому числі систем пожежної безпеки, лічильників енергії, води та тепла, систем контролю та ідентифікації;
- підключення систем безпеки, відеоспостереження та сигналізації до мережі з виводом в диспетчерські пункти;
- теленавчання та ін.

«Доступність будь-яких сервісів будь-де і будь-коли» – так коротко можна сформулювати девіз локальних обчислювальних мереж.

5.1 Аналіз потенційних шкідливих і небезпечних факторів

Повністю безпечних і нешкідливих виробничих процесів не існує. Задача охорони праці – звести до мінімуму ймовірність ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Оскільки дана випускна робота присвячена побудові локальної обчислювальної мережі, можна зробити висновок, що найбільшу шкоду для користувача будуть нести саме обчислювальна техніка.

Основним чинником, що впливає на продуктивність праці людей, які працюють з ПК, є комфортні та безпечні умови праці. Ці умови визначаються:

- особливостями організації робочого місця;
- умовами виробничого середовища (освітленням, мікрокліматом, шумом, електромагнітними і електростатичними полями, візуальними ергономічними параметрами дисплея і т. д.);
- характеристиками інформаційної взаємодії людини і персональних комп'ютерів.

При виконанні робіт на персональному комп'ютері (ПК), згідно з ГОСТом 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [6], можуть мати місце такі фактори:

- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- виділення в повітря робочої зони ряду хімічних речовин;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищений чи знижений рівень негативних і позитивних аероіонів;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;

- підвищена напруженість електричного поля;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня штучна освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- підвищена контрастність;
- прямий і відбитий блискіт;
- зорова напруга;
- монотонність трудового процесу;
- нервово-емоційні перевантаження.

Робота на ПК супроводжується постійною і значною напругою функцій зорового аналізатора. При роботі на ПК оператор зчитує текст, майже не нахиляючи голову, очі дивляться прямо або майже прямо вперед, текст формується по інший бік екрану, тому користувач не зчитує відбитий текст, а дивиться безпосередньо на джерело світла, що змушує очі і орган зору в цілому працювати в невласливому йому стресовому режимі тривалий час.

Розлад органів зору різко збільшується при роботі більше чотирьох годин на день. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) запровадила поняття "комп'ютерний зоровий синдром" (КЗС), типовими симптомами якого є печія в очах, почервоніння повік і кон'юнктиви, відчуття стороннього тіла або піску під повіками, болі в області очних ямок і лоба, затуманення зору, уповільнена перефокусування з ближніх об'єктів на дальні.

Нервово-емоційне напруження при роботі на ПК виникає внаслідок дефіциту часу, великого об'єму і щільності інформації, особливостей діалогового режиму спілкування людини і ПК, відповідальності за безпомилковість інформації. Тривала робота на дисплеї, особливо в діалоговому режимі, може призвести до нервово-емоційної перенапруги, порушенню сну, погіршенню стану, зниженню концентрації уваги і працездатності, хронічного головного болю, підвищенню збудливості нервової системи, депресії.

Крім того, при підвищених нервово-психічних навантаженнях у поєднанні з іншими шкідливими факторами відбувається "викид" з організму вітамінів і мінеральних речовин. При роботі в умовах підвищених нервово-емоційних і фізичних навантажень гіповітаміноз, нестача мікроелементів і мінеральних речовин (особливо заліза, магнію, селену) прискорює і загострює сприйнятливність до впливу шкідливих факторів навколишнього та виробничого середовища, порушує обмін речовин, веде до зношування і старіння організму. Тому при постійній роботі на ПК для підвищення працездатності і збереження здоров'я до заходів безпеки належить захист організму за допомогою вітамінно-мінеральних комплексів, які рекомендується застосовувати всім, навіть практично здоровим користувачам ПК.

Підвищені статичні і динамічні навантаження у користувачів ПК призводять до скарг на болі в спині, шийному відділі хребта і руках. З усіх нездужань, обумовлених роботою на комп'ютерах, частіше зустрічаються ті, які пов'язані з використанням клавіатури.. Оскільки кожне натискання на клавішу пов'язане зі скороченням м'язів, сухожилля безупинно сковзають уздовж костей і стикаються з тканинами, внаслідок чого можуть розвиватися хворобливі запальні процеси.

Більшість працюючих рано чи пізно починають пред'являти скарги на болі в шийі і спині. Ці нездужання накопичуються поступово і отримали назву "синдром тривалих статичних навантажень" (СТСН). Іншою причиною виникнення СТСН може бути тривале перебування в положенні "сидячи", яке призводить до сильного перенапруження м'язів спини і ніг, в результаті чого виникають болі і неприємні відчуття в нижній частині спини. Основною причиною перенапруги м'язів спини і ніг є нераціональна висота робочої поверхні столу і сидіння, відсутність опорної спинки і підлокітників, незручне розміщення монітора, клавіатури та документів, відсутність підставки для ніг.

Для істотного зменшення болю і неприємних відчуттів, що виникають у користувачів ПК, необхідні часті перерви в роботі та ергономічні удосконалення,

в тому числі обладнання робочого місця так, щоб виключати незручні пози і тривалі напруги.

До числа факторів, що погіршують стан здоров'я користувачів комп'ютерної техніки, відносяться електромагнітне і електростатичне поля, акустичний шум, зміна іонного складу повітря та параметрів мікроклімату в приміщенні. Важливу роль відіграють ергономічні параметри розташування екрану монітора (дисплея), стан освітленості на робочому місці, параметри меблів і характеристики приміщення, де розташована комп'ютерна техніка.

До фізичних шкідливих і небезпечних факторів належать: підвищені рівні електромагнітного, рентгенівського, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання; підвищений рівень статичної електрики та запиленості повітря робочої зони; підвищений вміст позитивних аеронів і знижений вміст негативних аеройонів в повітрі робочої зони; підвищений рівень блескості і осліпленості; нерівномірність розподілу яскравості в полі зору; підвищена яскравість світлового зображення; підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

Хімічні шкідливі і небезпечні фактори наступні: підвищений вміст в повітрі робочої зони двоокису вуглецю, озону, аміаку, фенолу і формальдегіду.

До психофізіологічних шкідливих та небезпечних факторів відносяться: напруга зору і уваги; інтелектуальні, емоційні і тривалі статичні навантаження; монотонність праці; великий обсяг інформації, що обробляється в одиницю часу; нерациональна організація робочого місця.

Типовими відчуттями, які випробовують до кінця робочого дня оператори ПК, є: перевтома очей, головний біль, тягнучі болі в м'язах шиї, рук і спини, зниження концентрації уваги.

5.2 Заходи, що забезпечують безпечні умови праці

Для забезпечення нормальної роботи користувача ПК обирається обладнання, що відповідає Директиві 90/270 Європейської економічної комісії[7]. Ця директива висуває вимоги до елементів ПК.

1) До екрану дисплею. Символи на екрані повинні бути добре позначені і виразно представлені, мати відповідний розмір, між символами і рядками символів має витримуватися відповідна відстань.

Зображення на екрані має бути стабільним, без будь-яких миготінь або інших видів нестабільності.

Яскравість і (або) контрастність символів повинна бути легко регульована оператором, а також легко адаптуватися до навколишніх умов.

Екран повинен легко і вільно обертатися і нахилитися в відповідності з потребою оператора.

Повинна бути передбачена можливість використання окремої підставки, або регульованого столу для розміщення екрану.

Від екрана не має надходити відбиваний блиск або віддзеркалення, що викликає дискомфорт у користувача.

2) До клавіатури. Клавіатура повинна бути нахиленою і автономною (виконаною окремо від екрана) для того, щоб працівник міг вибрати зручну робочу позу і уникнути втоми рук (кисті та верхньої частини руки).

Простору перед клавіатурою повинно бути достатньо щоб була опора для рук оператора.

Клавіатура повинна мати матову поверхню, щоб уникнути блиску відображення.

Розташування клавiш i самi клавiшi повиннi бути такими, щоб полегшити роботу з клавiатурою. Позначення клавiш повинно бути достатньо контрастним i розбiрливим.

3) До робочого столу чи робочої площини. Робочий стіл або робоча площину повинні бути достатнього розміру, мати поверхню, що володіє низькою відбивною здатністю, допускати гнучкість при розміщенні екрану, клавiатури, документів i відповідного обладнання.

Тримач документів повинен бути стійким й регульованим i повинен розташовуватися таким чином, щоб мінімізувати необхідність незручного руху голови i очей.

Повинно бути достатньо простору для того, щоб працівник міг зайняти зручне положення.

4) До робочого крісла. Робоче крісло повинно бути стійким i дозволяти користувачу легко вільно рухатися i займати зручне положення.

Місце сидіння має регулюватися по висоті. Спинка сидіння має регулюватися як по висоті, так i по нахилу.

Повинна бути передбачена підніжка для тих, кому це зручно.

Директива 90/270/ЕЕС передбачає наступні вимоги до оточуючої обстановки.

- Вимоги до простору. Робоче місце повинне бути спроектоване таким чином i мати такі розміри, щоб працівнику було надано достатній простір для зміни робочого положення i зміни рухів.

- Вимоги до освітлення. Освітлення (робочі лампи) приміщення та (або) робочого місця повинне створити нормальні умови освітленості i відповідний контраст між екраном i навколишнім оточенням, з урахуванням виду роботи та вимог видимості з боку користувача. Можливі відображення i відблиски на екрані та на іншому обладнанні, що заважають, повинні усуватися шляхом відповідного розміщення робочого місця, а також розташування та вибору відповідних типів штучних джерел світла;

- Вимоги до відблиску і відображення. Робочі місця повинні проектуватися так, щоб джерела світла, такі як вікна, а також яскраво забарвлені стіни не викликали прямого відблиску і, наскільки це можливо, відображень на екрані;

- Вимоги до шуму. При оснащенні робочої станції необхідно брати до уваги шум, видаваний складовим обладнанням, зокрема, для того щоб не відволікати увагу і не заважати розмові.

Вікна повинні забезпечуватися відповідною системою регульованих шторок для того, щоб зменшити денне світло, падаюче на робочу станцію.

- Вимоги до випромінювання. Все випромінювання, за винятком видимої частини електромагнітного спектра, повинне бути зведене до незначного рівня з точки зору безпеки та охорони здоров'я працівників;

- Вимоги до тепла. Устаткування, що входить в робочу станцію, не повинне виділяти надлишкове тепло, яке може заподіяти незручність працівникам;

- Вимоги до вологості. Повинен бути забезпечений і підтримуватися відповідний рівень вологості. Для підвищення вологості повітря в приміщенні з комп'ютерами слід застосовувати зволожувачі повітря. Перед початком і після кожного часу роботи приміщення має провітрюватися.

Бажаний мікроклімат в приміщеннях при роботі з ПК: відносна вологість повітря 55-62% при температурі 19-21°C.

ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление» [8] нормує методи захисту від впливі електричного струму.

Для захисту від ураження електричним струмом використовується технічний метод – занулення. Основа принципу захисту зануленням: захист людини здійснюється тим, що при замиканні однієї з фаз на заземлюючий корпус, в ланцюгу з'являється струм замикання, який вимикає від користувача мережу. Струм короткого замикання ще до спрацювання захисту викликає перерозподіл в мережі, що призводить до зниження напруги на корпусі відносно землі.

Нормування методів захисту від впливу статичної електрики здійснюється згідно ГОСТу 12.1.124-84 «Средства защиты от статического электричества» [9].

Цей захист здійснюється наступними способами:

- використанням контурного заземлення;
- застосуванням нейтралізаторів статичної електрики;
- не використанням синтетичного покриття;
- проведенням вологого прибирання;
- підтриманням рухливості повітря в приміщенні не більше 0,2 м/с.

Захист від електромагнітних полів низької частоти нормує ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» [10]. Він передбачає наступні засоби:

- обмеження часу роботи за ПК. Час безперервної роботи має становити не більше чотирьох годин на добу. За тиждень сумарний час роботи не повинен перевищувати двадцяти годин;

- відстань – не менше п'ятдесяти сантиметрів до джерела;

- екранування;

- відстань між робочими станціями має дорівнювати 1.5 – 2 метри;

- раціональне розміщення обладнання. Необхідно розташовувати ПК на відстані не менше 1.22 метри від бічних і задніх стінок інших моніторів;

Всі вище перераховані методи та засоби захисту від небезпечних і шкідливих факторів забезпечують захист користувачам обчислювальної техніки, знижуючи ймовірність отримання професійних захворювань, та створюють комфортні умови праці, що позитивно впливають на продуктивність праці.

Для підтвердження, того, що розроблювальна у кваліфікаційній роботі мережа задовольняє вимогам чинного законодавства України з охорони праці та того, що використання її та її складових не несе загрози життю та здоров'ю користувача, проведемо розрахунок одного зі шкідливих факторів, що впливає на користувача ПК, підключеного до даної локальної обчислювальної мережі .

5.3 Розрахунок штучного захисного заземлення електромеханічного обладнання серверного приміщення

Заземлення служить для зниження напруги дотику до безпечної величини. Завдяки заземленню небезпечний потенціал йде в землю тим самим, захищаючи людину від ураження електричним струмом.

Величина струму стікання в землю залежить від опору заземлюючого контуру. Чим опір буде менше, тим величина небезпечного потенціалу на корпусі пошкодженої електроустановки буде менше.

Заземлювальні пристрої повинні задовольняти покладеним на них певним вимогам, а саме величині опору розтікання струмів і розподілу небезпечного потенціалу.

Тому основний розрахунок захисного заземлення зводиться до визначення опору розтікання струму заземлювача. Цей опір залежить від розмірів і кількості заземлюючих провідників, відстані між ними, глибини їх закладання та провідності ґрунту.

Визначаємо вихідні дані, необхідні для розрахунку:

- вид ґрунту – чорнозем;
- стан ґрунту під час виміру – сухий;
- питомий опір ґрунту, одержаний при вимірюванні $\rho_{\text{вим}} = 380 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;
- довжина вертикального електрода $l = 2,5 \text{ м}$;
- глибина розташування верхнього кінця вертикального електрода $t = 0,9 \text{ м}$;
- діаметр вертикального електрода $d = 0,04 \text{ м}$;
- ширина об'єднуючої сталльної штаби $h = 0,06 \text{ м}$;
- номінальний опір заземлюючого пристрою (згідно ПУЕ) $R_z = 10 \text{ Ом}$;

У ролі штучних заземлювачів використовуються сталльні труби.

Електропостачання серверної здійснюється трифазною мережею 220/127 В від силового трансформатора потужністю $P = 100 \text{ кВ}\cdot\text{А}$.

Переходимо до розрахунку заземлення [11].

За формулою 5.1 визначаємо розрахункове значення питомого опору ґрунту в місці улаштування заземлення для вертикального електрода

$$\rho_{роз} = \varphi \cdot \rho_{вим}, \quad (5.1)$$

де $\rho_{вим}$ – питомий опір ґрунту, отриманий при вимірюванні;
 φ – коефіцієнт, що враховує стан ґрунту (для сухого ґрунту $\varphi = 1,4$).

$$\rho_{роз} = 1,4 \cdot 380 = 532 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо опір одного вертикального електрода за формулою (5.2)

$$R_{од} = \frac{\rho_{роз}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2,1 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2 \cdot H + 1}{4,2 \cdot H - 1} \right), \quad (5.2)$$

де l – довжина вертикального електрода;
 H – глибина закладення електрода.

Глибина закладення електрода розраховується за формулою (5.3)

$$H = \frac{1}{2} l + t, \quad (5.3)$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot 2,5 + 0,9 = 2,15 \text{ м}.$$

$$R_{од} = \frac{532}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,5} \cdot \left(\ln \frac{2,1 \cdot 2,5}{0,04} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2 \cdot 2,15 + 2,5}{4,2 \cdot 2,15 - 2,5} \right) = 175 \text{ Ом}.$$

Знаходимо кількість вертикальних електродів за формулою (5.4)

$$n = R_{од} / R_з, \quad (5.4)$$

$$n = 175 / 4 = 44 \text{ шт.}$$

Зважаючи на чималу кількість вертикальних електродів ($n = 44$), робимо висновок про доцільність розміщення електродів по контуру.

Визначаємо опір розтіканню струму горизонтальної об'єднуючої штаби за формулою (5.5)

$$R_{um} = \frac{\rho_{роз}}{2 \cdot \pi \cdot l_{um}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{um}^2}{h \cdot H}, \quad (5.5)$$

де $l_{шт}$ – довжина об'єднуючої горизонтальної штаби.

Довжина об'єднуючої горизонтальної штаби $l_{шт}$ визначається за формулою (5.6)

$$l_{шт} = (n - 1) \cdot a, \quad (5.6)$$

де a – відстань між заземлювачами. При даній кількості вертикальних заземлювачів та їх по-контурного розташування $a = 7,5$ м.

$$l_{шт} = (44 - 1) \cdot 7,5 = 322,5 \text{ м.}$$

$$R_{um} = \frac{532}{2 \cdot 3,14 \cdot 322,5} \cdot \ln \frac{2 \cdot 322,5^2}{0,06 \cdot 2,15} = 4,3 \text{ Ом.}$$

За формулою 5.7 визначаємо фактичне значення опору розтікання струму штучного заземлення:

$$R = \frac{R_{od} \cdot R_{um}}{R_{od} \cdot \eta_{um} + R_{um} \cdot \eta_{od} \cdot n}, \quad (5.7)$$

де η_{od} – коефіцієнт використання вертикальних електродів (для даного випадку $\eta_{od} = 0,65$);

$\eta_{шт}$ – коефіцієнт використання об'єднуючої штаби (для даного випадку $\eta_{шт} = 0,38$).

$$R = \frac{175 \cdot 4,3}{175 \cdot 0,38 + 4,3 \cdot 0,65 \cdot 44} = 3,97 \text{ Ом.}$$

Отримане значення опору розтікання струму штучного заземлення R порівнюємо з номінальним опором заземлюючого пристрою R_z .

При даній кількості вертикальних електродів величина R не перевищує R_z ($3,97 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$).

Отже, при розрахунку системи захисного заземлення для даних вихідних умов необхідно використовувати не менше сорока чотирьох вертикальних електродів. В іншому випадку опір розтікання струму для всієї системи захисного заземлення виявиться вище значення, встановленого Правилами улаштування електроустановок.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація – це обстановка на певній території, що склалася в результаті аварії, небезпечного природного явища, катастрофи, стихійного або іншого лиха, які можуть спричинити або спричинили за собою людські жертви, шкоду здоров'ю людей або навколишньому природному середовищу, значні матеріальні втрати і порушення умов життєдіяльності людей.

В мирний час, найбільш поширеним джерелом виникнення надзвичайних ситуацій є пожежі.

Пожежа – це процес горіння, який вийшов з-під контролю й знищує матеріальні цінності, створює загрозу життю і здоров'ю людей.

Основними причинами виникнення пожеж є:

- недбале неакуратне поводження з вогнем та вогнебезпечними речовинами;
- перевантаження електромережі через одночасне підключення великої кількості електричних приладів до однієї розетки, несправність електропроводки або наявної техніки;
- підпал – випадковий або умисний, гра дітей з сірниками;
- зневага безпекою і недооцінка можливих наслідків: не загашені недопалки, захаращеність приміщення і, як наслідок самозаймання;
- незахищеність від дії сонячних променів – самозаймання шляхом їх заломлення через скло.

Офіси, як і інші громадські об'єкти мають підвищені пожежні ризики, пов'язані з великою кількістю людей, що одночасно знаходяться на їх території.

У разі виникнення пожежі дії керівників офісу в першу чергу повинні бути спрямовані на забезпечення безпеки працівників, їх евакуацію та рятування.

Кожен працівник офісу, що виявив пожежу або її ознаки (задимлення, запах горіння або тління різних матеріалів, підвищення температури тощо) зобов'язаний:

- а) негайно повідомити про це за телефонами 01 або 112;
- б) задіяти систему оповіщення співробітників про пожежу, приступити самому і залучити інших осіб до евакуації людей з будівлі в безпечний місце згідно з планом евакуації, наявному в кожному кабінеті;
- в) сповістити про пожежу директора або чергового заступника;
- г) організувати зустріч пожежних підрозділів, вжити заходів щодо гасіння пожежі наявними у офісу засобами пожежогасіння.

Директор офісу або його заступник, який прибув до місця пожежі,

зобов'язаний:

- 1) перевірити, чи повідомлено в пожежну охорону про виникнення пожежі;
- 2) здійснювати керівництво евакуацією співробітників і гасінням пожежі до прибуття пожежних підрозділів. У разі загрози для життя людей негайно організувати їх рятування, використовуючи для цього всі наявні сили і засоби;
- 3) організувати перевірку наявності співробітників, евакуйованих з будівлі, за наявними списками;
- 4) виділити для зустрічі пожежних підрозділів особу, що добре знає розташування під'їзних шляхів та джерел води;
- 5) перевірити включення в роботу автоматичної (стаціонарної) системи пожежогасіння;
- 6) видалити з небезпечної зони всіх працівників та інших осіб, не зайнятих евакуацією персоналу і ліквідацією пожежі;
- 7) при необхідності викликати до місця пожежі медичну та інші служби;
- 8) припинити всі роботи, не пов'язані із заходами щодо евакуації людей і ліквідації пожежі;
- 9) організувати відключення мереж електропостачання, зупинку систем вентиляції та кондиціонування повітря і здійснення інших заходів, що сприяють запобігання розповсюдження пожежі;
- 10) забезпечити безпеку людей, які беруть участь в евакуації та гасінні пожежі, від можливих обвалень конструкцій, дії токсичних продуктів горіння і підвищеної температури, ураження електричним струмом і т.п.;
- 11) організувати евакуацію матеріальних цінностей із небезпечної зони, визначити місця їх складування і забезпечити, при необхідності, їх охорону;
- 12) інформувати начальника пожежного підрозділу про наявність людей у будівлі.

При проведенні евакуації та гасінні пожежі необхідно:

- а) з урахуванням сформованої обстановки визначити найбільш безпечні евакуаційні шляхи та виходи, які забезпечують можливість евакуації людей в безпечну зону в найкоротший строк;

б) виключити умови, що сприяють виникненню паніки. З цією метою дирекції не можна залишати працівників без нагляду з моменту виявлення пожежі та до її ліквідації;

в) евакуацію працівників слід починати з приміщення, в якому виникла пожежа, і суміжних з ним приміщень, яким загрожує небезпека поширення вогню і продуктів горіння. Жінок та людей немолодого віку слід евакуювати в першу чергу;

г) в зимовий час по розсуду осіб, які здійснюють евакуацію, робітники можуть попередньо одягтися або взяти теплий одяг з собою;

д) ретельно перевірити всі приміщення, щоб виключити можливість перебування в небезпечній зоні працівників, що сховалися під столами, у шафах або інших місцях;

е) виставляти пости безпеки на виходах з будівлі, щоб виключити можливість повернення працівників до будівлі, де виникла пожежа;

ж) при гасінні слід прагнути в першу чергу забезпечити сприятливі умови для безпечної евакуації співробітників;

з) утриматися від відкриття вікон і дверей, а також від розбивання скла для уникнути поширення вогню і диму до суміжних приміщень. Залишаючи приміщення або будівля, слід закривати за собою всі двері і вікна.

Висновки

Метою даної кваліфікаційної роботи є розроблення локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

В теоретичній частині кваліфікаційної роботи (перший та другий розділи) було визначено суть терміну «локальної обчислювальної мережі» та послуги, що вона надає користувачу. Було розглянуто структуру локальної обчислювальної мережі, елементи її архітектури та способи побудови мережі, обзори маршрутизаторів а також обрано архітектуру та мережне обладнання для організації розроблюваної локальної обчислювальної мережі .

В практичній частині (третій розділ) було розроблено локальну обчислювальну мережу на основі мережної архітектури D-Link та мережного обладнання компанії D-Link. Для підтвердження працездатності розробленої мережі були проведені розрахунки часу подвійного оберту сигналу та скорочення міжкадрового інтервалу.

Було проведено розрахунок економічної ефективності впровадження мережі та розглянуто заходи безпеки для забезпечення комфортних умов праці персоналу.

Результатом проведеної роботи є створення працездатної локальної обчислювальної мережі, готової для впровадження в підприємствах малого бізнесу.

Список використаних джерел

1. Добрянський В.М. Технології локальних комп'ютерних мереж на розподіленому середовищі: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 120 с.
2. Комп'ютерні мережі. Книга 1. Технології комп'ютерних мереж [Електронний ресурс] : навч. посібник / Євсєєв С. П., Дженюк Н. В., Толкачов М. Ю. [та ін.]. – Електрон. текст. дані. – Харків – Львів : "Новий Світ – 2000", 2023. – 471 с. <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/93100>.
3. Комутатор EX2200.
URL: <https://stacl-system.com.ua/kommutatorjuniper-ex2200-24p-4g>.
4. Комутатор EX3400.
URL: <https://stacl-system.com.ua/kommutatorjuniper-ex3400-24p>.
5. Маршрутизатор J2330.
URL: <https://staclsystem.com.ua/marshrutezator-juniper-f2320-jh>.
6. Мережі на основі намірів. URL:
https://www.cisco.com/c/ru_ru/solutions/intent-based-networking.html.
7. Мережеві рішення CISCO.
URL: <https://www.cisco-parts.ru/catalogcisco/setevye-resheniya-cisco>.
8. Міжмережевий екран SRX1000.
URL: <https://stacl-system.com.ua/mezhsetevoj-jekran-juniper-srx1400base-xge-dc>.
9. Основи мережевих технологій.
URL: https://www.cisco.com/c/ru_ru/solutions/small-business/resource-center/networking/networkingbasics.html.
10. ISO/IEC 7498-2:1989 – Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 2: Security Architecture [Electronic resource]. – Access mode:
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=14256

11. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256с.
12. Абрамов В.О., Клименко С.Ю. Базові технології комп'ютерних мереж: навчальний посібник. - Київ. , 2011 -291с.
13. Буров Є. В. Комп'ютерні мережі: підручник / Євген Вікторович Буров. — Львів: «Магнолія 2006», 2010. — 262 с. [ISBN 966-8340-69-8](#)
14. Major Classification of Computer Networks-Computer Networks-Assignment, Exercises for Computer Networks
// [https://www.docsity.com/en/major-classification-of-computer-networks-computer-networks-assignment/164079/Birla Institute of Technology and Science Computer Networks,Computer science](https://www.docsity.com/en/major-classification-of-computer-networks-computer-networks-assignment/164079/Birla%20Institute%20of%20Technology%20and%20Science%20Computer%20Networks,Computer%20science)
15. Інструментальні засоби проектування, імітаційного моделювання та аналізу комп'ютерних мереж: Навчальний посібник. Изд.2-е испр. та доп.- Харків: ТОВ «Компанія ЗМІТ»,
16. Тлумачний російсько-англо-український словник з залізничної автоматики та зв'язку: Навчальний посібник для ВНЗ / За ред. М.Д.Гінзбурга, Г.І. Загарія, Ю.В. Соболева. – Харків: ВП Видавництво «Новее слово», 2004. - 512с.
17. Шестопалов С.В. Дослідження та проектування комп'ютерних систем та мереж: конспект лекцій/ С.В. Шестопалов // Одеська національна академія харчових технологій, 2017. – 82с.
18. Пономаренко Л.А., Щелкунов Ю.В., Скляров А.Я. Інструментальні засоби проектування, імітаційного моделювання та аналізу комп'ютерних мереж. К.: Наук. думка, 2019. –516 с.
19. Столингс В. Сучасні комп'ютерні мережі. К.: Наукова думка, 2019. -783 с.: ил.
20. Гуржий А.Н., Коряк С.Ф., Самсонов В.В., Скляров А.Я. Контроль та управління корпоративними комп'ютерними мережами. –Харків: «Компанія СМІТ», 2020. – 664 с.: ил.

21. Вишневецький В.М. Теоретичні основи проектування комп'ютерних мереж. –К.: Техносфера, 2017. -512 с.: ил.
22. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Мережеві операційні системи.– К.: Видавництво «Лорі», 2015. –544 с.: ил
23. Спортак М., Папас Ф. Комп'ютерні мережі та мережеві технології. –К.: ТОВ «ТИД ДС», 2012. – 736 с.
24. Джеймс Челлис, Чарльз Перкінс, Метью Стриб. Основи побудови мереж. –К.: Наукова думка, 2017. –323 с., ил.

Додаток А

Ілюстративний матеріал

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного
транспорту

Факультет

Інформаційно-керуючі системи та технології

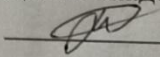
Кафедра

Спеціалізовані комп'ютерні системи

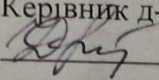
Розроблення проєкту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу

Ілюстративний матеріал
для кваліфікаційної роботи (проєкту) бакалавра

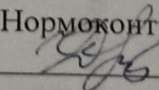
Розробив студент IV курсу, групи 102-СКС-322,
F7 – Комп'ютерна інженерія
(роботу виконано самостійно, відповідно до
принципів академічної доброчесності)

 Данііл КРАСІЙ

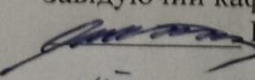
« 15 » червня 2026 р.

Керівник д-р техн. наук, професор
 Сергій ДОЦЕНКО

« 15 » червня 2026 р.

Нормоконтролер д-р техн. наук, професор
 Сергій ДОЦЕНКО

« 15 » червня 2026 р.

Завідуючий кафедри д-р техн. наук, професор
 Валентин МОЙСЕЄНКО

« 15 » червня 2026 р.

2026

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту

Факультет Інформаційно-керуючі системи та технології

Кафедра Спеціалізовані комп'ютерні системи

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ПРОЄКТ)

БАКАЛАВР

Розроблення проєкту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу

Розробив студент III курсу, групи 136-СКС-з23, F7 – Комп'ютерна інженерія Данііл КРАСІЙ

Керівник д-р техн. наук, професор

Сергій ДОЦЕНКО

2026

Актуальність теми

В даний час локальні обчислювальні мережі отримали дуже широке розповсюдження. Це спричинено декількома причинами – об'єднання комп'ютерів в мережу дозволяє значно економити грошові кошти за рахунок зменшення витрат на утримання комп'ютерів (достатньо мати певний дисковий простір на файл-сервері (головному комп'ютері мережі) зі установленими на ньому програмними продуктами, декількома робочими станціями, що використовуються);

Крім всього іншого, в деяких сферах діяльності просто неможливо обійтися без ЛВС. До таких сфер відносяться: банківська справа, складські операції крупних компаній, електронні архіви бібліотек і ін. В цих сферах

Мета і завдання

Метою кваліфікаційної роботи є розроблення проекту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

Досягнення цієї мети передбачає постановку і вирішення таких задач:

- огляд комп'ютерних (обчислювальних) мереж;
- аналіз технологій маршрутизації;
- практична частина - розроблення проектних рішень для локальної обчислювальної мережі малого бізнесу;
- визначення економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу;

розробка заходів з охорони праці та безпеки в навчальних

1. Огляд комп'ютерних (обчислювальних) мереж

Поява малих ЕОМ, мікро ЕОМ і персональних комп'ютерів зажадало нового підходу до організації систем обробки даних, до створення нових інформаційних технологій. Виникла логічно обґрунтована вимога переходу від використання окремих ЕОМ в системах централізованої обробки даних до розподіленої обробки даних.

Розподілена обробка даних - обробка даних, на незалежних, але зв'язаних між собою комп'ютерах, що представляють розподільну систему.

Для реалізації розподільної обробки даних були створені багатомашинні асоціації, структура яких розробляється по одному з наступних напрямів:

- багатомашинні обчислювальні комплекси (БОК)
- комп'ютерні (обчислювальні) мережі.

1. Огляд комп'ютерних мереж

Комп'ютерні мережі є вищою формою багатомашинної асоціацій. Виділяють основні відмінності від багатомашинного обчислювального комплексу.

Розмірність. До складу багатомашинного обчислювального комплексу входять звичайно дві, максимум три ПЕОМ, розташовані переважно в одному приміщенні.

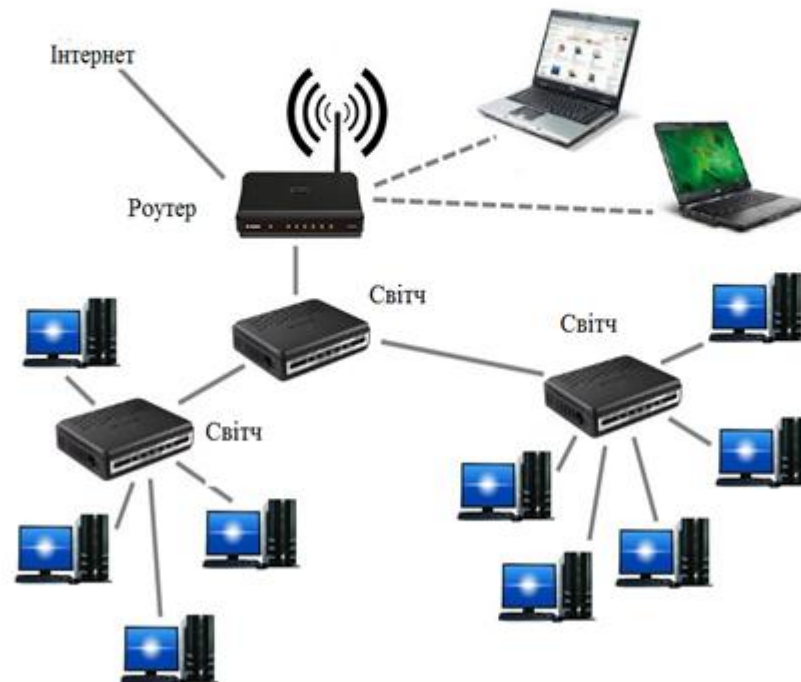
Обчислювальна мережа може складатися з десятків і навіть сотень ПЕОМ, розташованих на відстані один від одного від декількох метрів до десятків, сотень і навіть тисяч кілометрів.

Розподіл функцій між ПЕОМ. Якщо в багатомашинному обчислювальному комплексі функції обробки даних, передачі даних і управління системою можуть бути реалізовані в одному ПЕОМ, то в обчислювальних мережах ці функції розподілені між різними ПЕОМ.

Необхідність рішення в мережі задачі маршрутизації повідомлень.

Класифікація обчислювальних мереж

Локальна обчислювальна мережа об'єднує абонентів, які розташовані в межах невеликої території (рисунок 1.1). Звичайно така мережа прив'язана до конкретного місця. Це можуть бути мережі окремих підприємств, фірм, банків, офісів і т.д.



Найдорожчим компонентом обчислювальної мережі є канал зв'язку. Тому при побудові ряду обчислювальних мереж прагнуть заощадити на каналах зв'язку, комутуючи декілька внутрішніх каналів зв'язку на один зовнішній. Для виконання функції комутації використовуються спеціальні пристрої – концентратори (рисунок 1.3) . Концентратор - це пристрій, що комутує декілька каналів зв'язку і один шляхом частотного розділення.

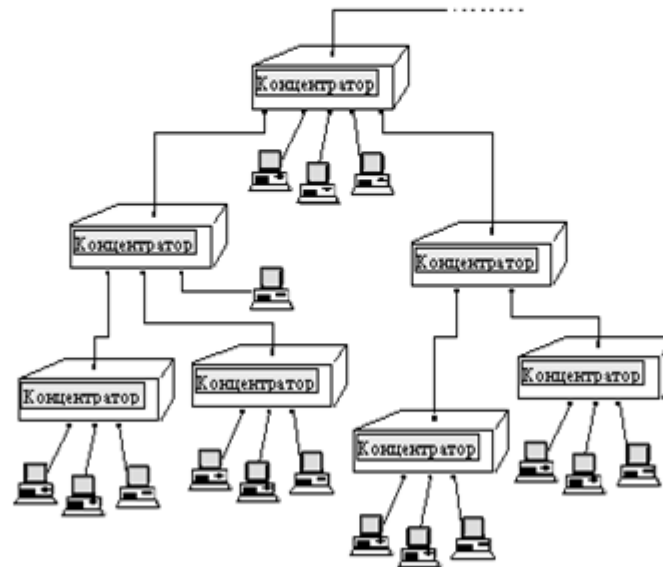


Рисунок 1.3 – Схема комутації декілька каналів

Бездротові мережі

У всьому світі стрімко зростає потреба в бездротових з'єднаннях. Зазвичай бездротові мережеві технології групуються **в три типи**, що розрізняються за масштабом дії їх радіосистем, але всі вони з успіхом застосовуються на транспорті, в бізнесі і сферах управління.

PAN (персональні мережі) - короткодіючі, радіусом до 10 м мережі, які пов'язують ПК і інші пристрої - КПК, мобільні телефони, принтери і т. п. За допомогою таких мереж реалізується проста синхронізація даних. Найбільш перспективний стандарт для PAN – це Bluetooth.

WLAN (бездротові локальні мережі) - радіус дії до 100 м. З їх допомогою реалізується бездротовий доступ до групових ресурсів, наприклад в будівлях, офісах і т. д. Зазвичай такі мережі використовуються для продовження дротяних корпоративних локальних мереж. У невеликих компаніях WLAN можуть повністю замінити дротяні з'єднання. **Основний стандарт для WLAN - 802.11.**

WWAN (бездротові мережі широкої дії) - бездротовий зв'язок, яка забезпечує мобільним користувачам доступ до їх корпоративних мереж і Інтернету. Поки тут немає домінуючого стандарту, але найбільш активно впроваджується технологія **GPRS - найшвидше в Європі і з деяким відставанням в США.**

На сучасному етапі розвитку мережевих технологій, технологія бездротових мереж Wi-Fi є найбільш зручною в умовах які вимагають мобільність, простоту установки і використання.

Стандарти IEEE 802.11



Рисунок 1.5 - Рівні моделі ISO / OSI і їх відповідність стандарту 802.11

Організація бездротових мереж



Рисунок 1.6 - Архітектура мережі "Ad-hoc"

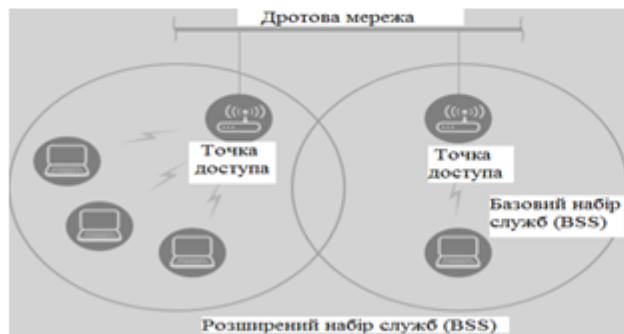


Рисунок 1.7 - Архітектура мережі Infrastructure Mode

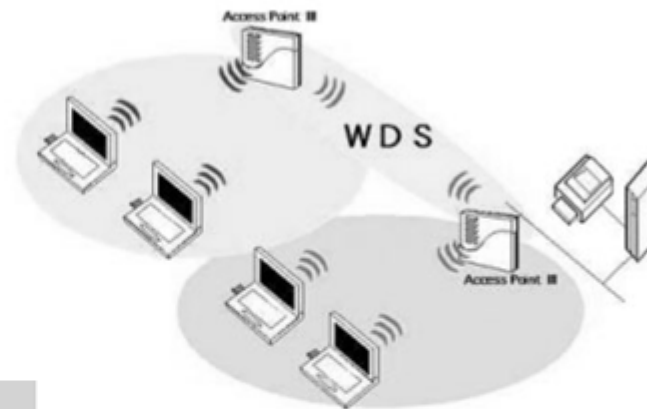


Рисунок 1.10 - З'єднання комп'ютерів за технологією WDS

Програмне забезпечення Wi-Fi

ОС сімейства BSD (FreeBSD, NetBSD, OpenBSD) можуть працювати з більшістю адаптерів починаючи з 1998 року.

У OpenBSD 3.7, було включено більше драйверів для бездротових чіпів, включаючи RealTek RTL8180L, Ralink RT25x0, Atmel AT76C50x, і Intel 2100 і 2200BG/2225BG/2915ABG.

GNU/Linux: Починаючи з версії 2.6, підтримка деяких Wi-Fi пристроїв з'явилася безпосередньо в ядрі Linux. Підтримка для чіпів Orinoco, Prism, Aironet і Atmel включена в основну гілку ядра, чіпи ADMtek і Realtek RTL8180L підтримуються як закритими драйверами виробників, так і відкритими, написаними співтовариством.

Microsoft Windows повністю підтримує Wi-Fi за допомогою драйверів, якість яких залежить від постачальника. Виробники обладнання майже завжди поставляють Windows-драйвера разом зі своїми продуктами.

Переваги Wi-Fi :

- дозволяє розгорнути мережу без прокладки кабелю, може зменшити вартість розгортання і розширення мережі. Місця, де не можна прокласти кабель, наприклад, поза приміщеннями і в будівлях, що мають історичну цінність, можуть обслуговуватися бездротовими мережами;
- Wi-Fi - пристрої широко поширені на ринку. А пристрої різних виробників можуть взаємодіяти на базовому рівні сервісів;
- Wi-Fi мережі підтримують роумінг, тому клієнтська станція може переміщатися в просторі, переходячи від однієї точки доступу до іншої;
- за допомогою додаткового обладнання бездротова мережа може бути успішно з'єднана з кабельними мережами;
- Wi-Fi - це набір глобальних стандартів. На відміну від стільникових телефонів, Wi-Fi обладнання може працювати в різних країнах по всьому світу

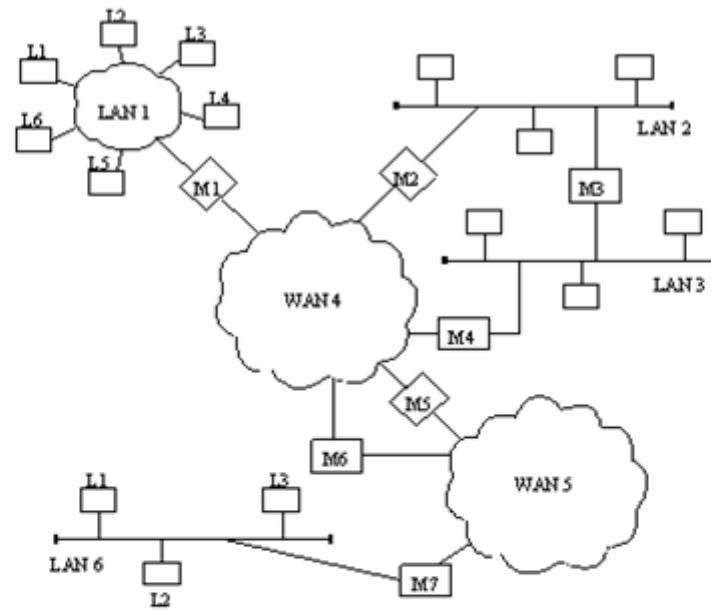


Рисунок 2.1 – Принцип роботи маршрутизатора

Завдання маршрутизатора - переправляти пакети даних між інтерфейсами

У кваліфікаційній роботі необхідно спроектувати локальну мережу і виконати розрахунок витрат на мережне обладнання і мережне програмне забезпечення.

Початкові данні:

Комп'ютери (шт.) - 40;

Приміщення (шт.) – 8;

Керуючі сервери (шт.) – 2;

Принтери (шт.) - 4;

Швидкість передачі (Мбіт/сек) - 100;

Діаметр мережі (м) – 1200.

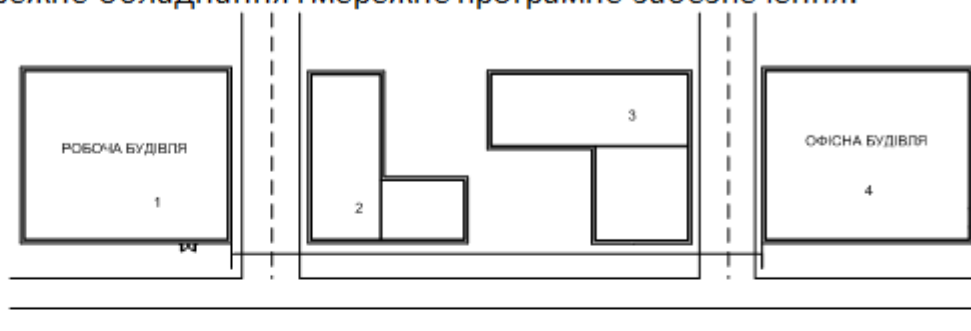


Рисунок 3.1 – План розміщення будівель

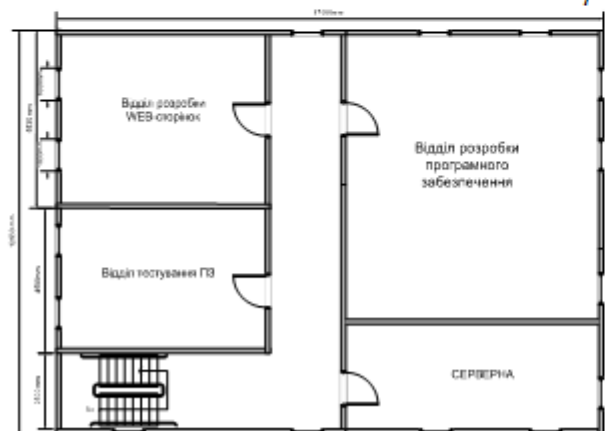


Рисунок 3.2 - План другого поверху робочої будівлі

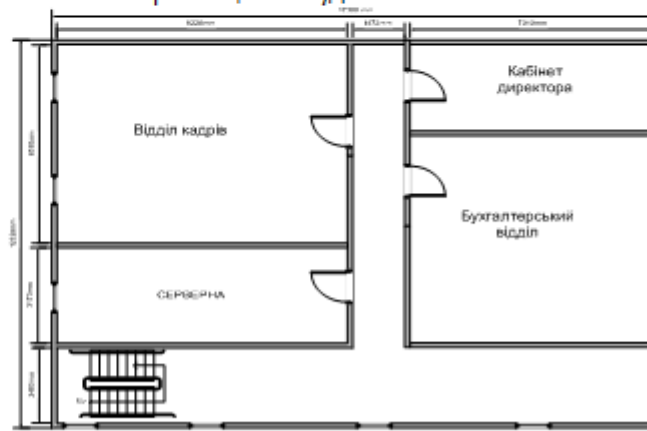


Рисунок 3.3 - План другого поверху офісної будівлі

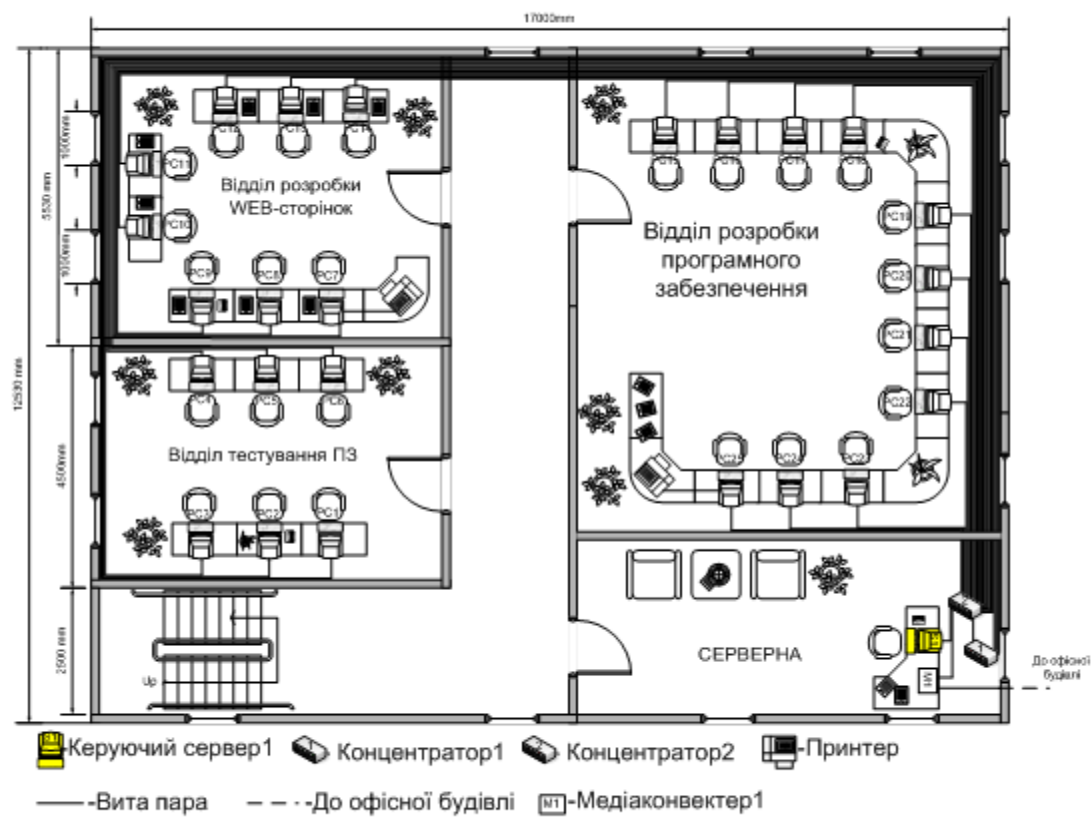


Рисунок 3.4 - Розташування обладнання на 2-гому поверсі робочої будівлі

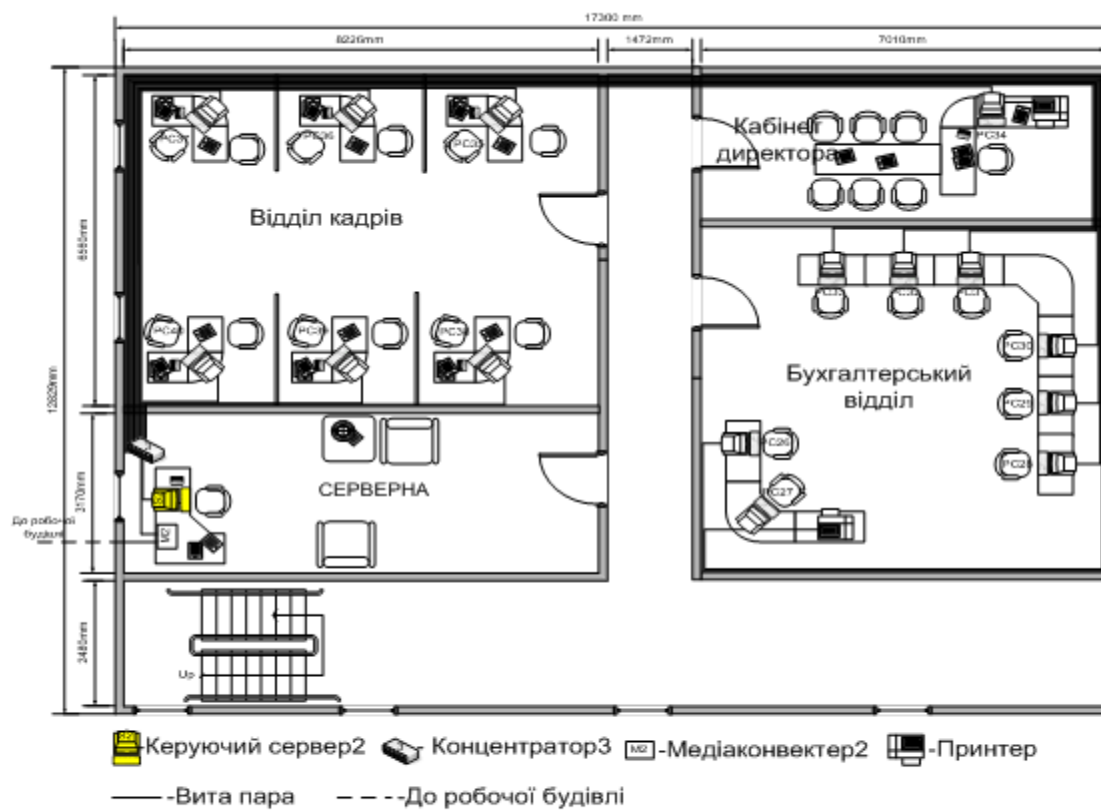


Рисунок 3.5 - Розташування обладнання на 2-гому поверсі офісної будівлі

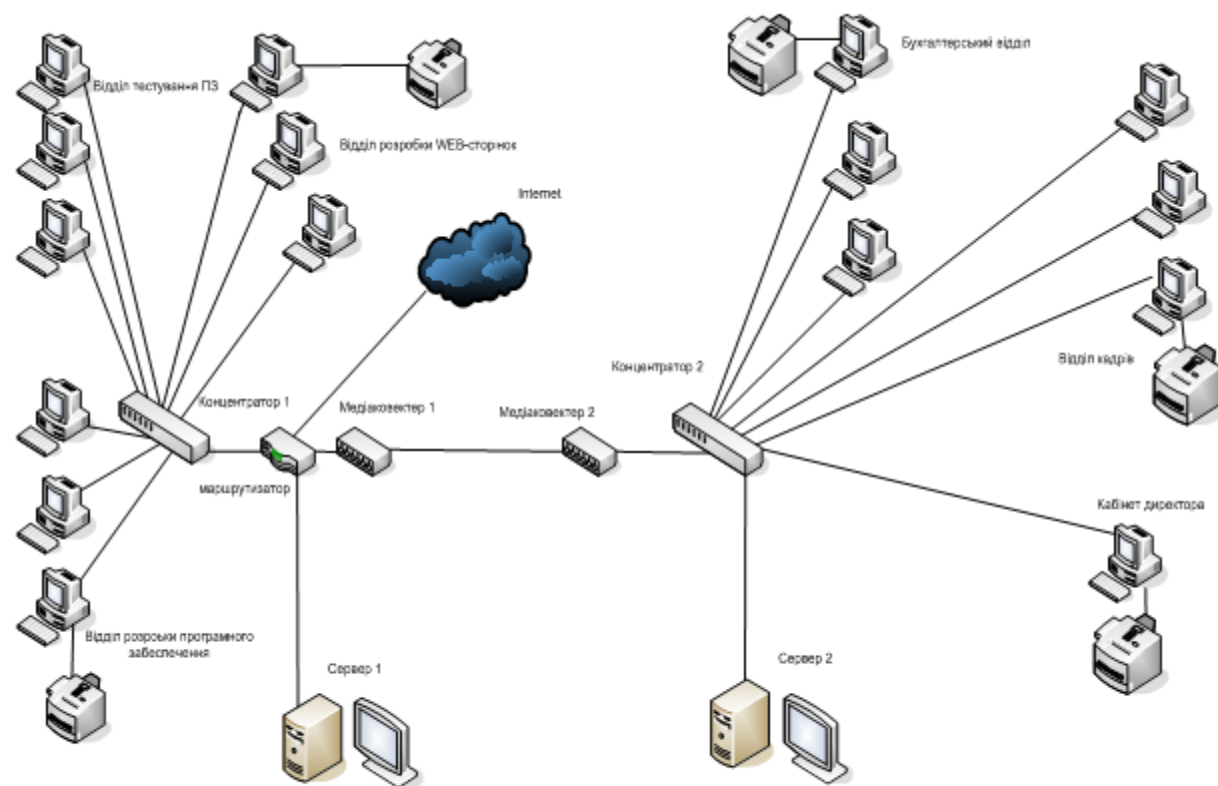


Рисунок 3.6 - Схема локальної мережі підприємства малого бізнесу

Розрахунок PDV та PVV

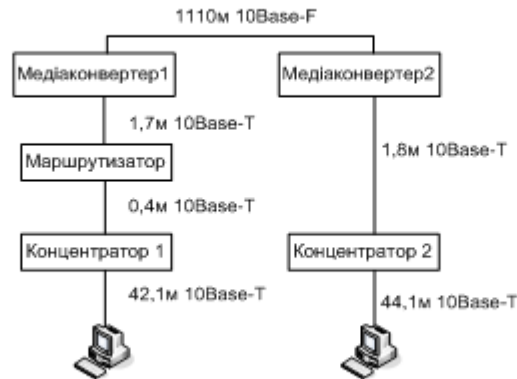


Рисунок 3.7 - Загальна структура локальної мережі

Розрахунок значення PDV для нашого прикладу.

Лівий сегмент 1: $15.3 \text{ (база)} + 42,1 * 0,113 = 20,6$

Проміжний сегмент 2: $42 + 0,4 * 0,113 = 42,05$

Проміжний сегмент 3: $42 + 1,7 * 0,113 = 42,19$

Проміжний сегмент 4: $24 + 1110 * 0,1 = 135$

Проміжний сегмент 5: $42 + 1,8 * 0,113 = 42,2$

Правий сегмент 6: $165 + 44,1 * 0,113 = 169,98$

Сума всіх складових дає значення PDV, рівну 452,02.

Оскільки значення PDV менше максимально допустимої величини 575, то ця мережа проходить по критерію часу подвійного обернення сигналу.

Розрахунок значення PVV для нашого прикладу.

Лівий сегмент 1 (10Base-T): скорочення в 10.5 bt.

Проміжний сегмент 2 (10Base-T): 8.0 bt

Проміжний сегмент 3 (10Base-T): 8.0 bt

Проміжний сегмент 4 (10Base-F): 2.0 bt

Проміжний сегмент 5 (10Base-T): 8.0 bt

Сума цих величин дає значення PVV, рівну 36,5, що менше граничного значення в 49 бітових інтервалів.

У результаті можна зробити висновок, що розроблена мережа відповідає стандартам Ethernet за всіма параметрами.

У четвертому розділі виконано визначення економічної ефективності впровадження локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

Впровадження даної мережі, в принципі, не призводить до отримання прибутку, а тільки веде до матеріальних витрат в якості одноразових капітальних витрат на створення та подальших витрат на підтримання у працездатному стані.

Впровадження локальної обчислювальної мережі спрямовано на покращення умов праці персоналу підприємства малого бізнесу та удосконалення робітничого процесу, й несе за собою більше користувацький ефект ніж економічний.

Використання повного спектру можливостей даної мережі відкриває широкі перспективи перед персоналом.

Різноманітний набір послуг дозволить підвищити ефективність роботи персоналу й надасть більше вільного часу для іншої роботи та творчості, спростить щоденні монотонні операції.

П'ятий розділ присвячено розробці заходів з охорони праці та безпеки в адзвичайних ситуаціях.

Висновки

Метою даної кваліфікаційної роботи є розроблення локальної обчислювальної мережі малого бізнесу.

В теоретичній частині кваліфікаційної роботи (перший та другий розділи) було визначено суть терміну «локальної обчислювальної мережі» та послуги, що вона надає користувачу. Було розглянуто структуру локальної обчислювальної мережі, елементи її архітектури та способи побудови мережі, обзори маршрутизаторів а також обрано архітектуру та мережне обладнання для організації розроблюваної локальної обчислювальної мережі.

В практичній частині (третій розділ) було розроблено локальну обчислювальну мережу на основі мережної архітектури D-Link та мережного обладнання компанії D-Link. Для підтвердження працездатності розробленої мережі були проведені розрахунки часу подвійного оберту сигналу та скорочення міжкадрового інтервалу.

Було проведено розрахунок економічної ефективності впровадження мережі та розглянуто заходи безпеки для забезпечення комфортних умов праці персоналу.

Результатом проведеної роботи є створення працездатної локальної обчислювальної мережі, готової для впровадження в підприємствах малого бізнесу.

АКТ
перевірки кваліфікаційної роботи бакалавра
на наявність ознак академічного плагіату

Відповідно до даних сервісу StrikePlagiarism.com кваліфікаційна робота «Розроблення проекту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу», автора Красія Данііла Ігоровича містить 19,6 % запозичень. Ознаки академічного плагіату – відсутні.

|

Перевірку виконав
професор кафедри спеціалізованих

комп'ютерних систем УкрДУЗТ
(підпис)



Сергій ДОЦЕНКО

07.06.2026



Метадані

ДОКУМЕНТ

Заголовок

Розроблення проєкту локальної обчислювальної мережі малого бізнесу

Автор

Красій Д.

Науковий керівник / Експерт

Доценко с.І.

ІД документу

334188358

ОРГАНІЗАЦІЯ

Назва організації

Ukrainian State University of Railway Transport

підрозділ

Кафедра "Спеціалізовані комп'ютерні системи"

ЗВІТ

Дата звіту

2026-06-05

Дата редагування

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.

19.6%

19.6%

КП 1

1643

Кількість слів

12536

Кількість символів