

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра комп'ютерної інженерії



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему **Проектування локальної мережі для**  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)  
**фірми «Гефест»**

Здобувача Хоменка Д.О.  
(прізвище, ініціали)

2 ск. курсу 543 групи

Керівники: доцент Сахарова С.В.  
(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Бондаренко В.Г.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: доц. Шестопалов С.В.  
(посада, прізвище та ініціали)

PhD, ст. викл. Богданов О.О.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 05.06 2024 р., протокол № 8

Завідувач кафедри комп. інженерії Сергій АРТЕМЕНКО  
(назва кафедри) (підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса - 2024 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
Ступінь вищої освіти бакалавр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма Мережеві технології та інтернет речей

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії  
Сергій АРТЕМЕНКО  
« 30 » серпня 2023 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Хоменка Дмитра Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування локальної мережі для фірми «Гефест»

Затверджена наказом університету від « 30 » серпня 2023 року, наказ № 442-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 04 червня 2024 р.

3. Вихідні дані роботи

1. Об'єкт проектування локальної мережі фірми. 2. Вимоги до оснащення й модернізації типових локальних мереж. 3. Документація на технічне обладнання мережі.

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

1. Обґрунтування необхідності розробки локальної комп'ютерної мережі для фірми «Гефест». 2. Обґрунтування вибору мережної технології. 3. Проектування схеми локальної комп'ютерної мережі. 4. Економічна частина. 5. Охорона праці.

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

Слайд 1. Мета, завдання роботи. Слайд 2. Схема інформаційних потоків між філіями фірми «Гефест». Слайд 3. Схема об'єднання віддалених офісів за допомогою Internet.

Слайд 4. Типова схема підключення малого офісу. Слайд 5. Повна схема підключення до ADSL.

Слайд 6. Активне мережне устаткування. Слайд 7. Функціональна схема комп'ютерної

мережі. Слайд 8. Призначення IP-адрес для підмереж Слайд 9. Схема IP адресації мережі.

Слайд 10. Висновки. Слайд 11. Кошторисна вартість проекту.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>	<i>PhD, ст. викл. Богданов О.О.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Шестопалов С.В., доцент, к.т.н.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Рибалов Б.О., ст. викладач</i>		

7. Дата видачі завдання 30.08.2023 р.

Керівники \_\_\_\_\_ Світлана САХАРОВА  
\_\_\_\_\_ Валерій БОНДАРЕНКО  
Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Дмитро ХОМЕНКО

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Обґрунтування необхідності розробки локальної комп'ютерної мережі для фірми «Гефест»</i>	<i>30.10.2023</i>	
2	<i>Обґрунтування вибору мережної технології</i>	<i>30.12.2023</i>	
3	<i>Проектування схеми локальної комп'ютерної мережі</i>	<i>12.04.2024</i>	
4	<i>Проведення техніко-економічних розрахунків</i>	<i>12.05.2024</i>	
5	<i>Підготовка розділу охорони праці</i>	<i>17.05.2024</i>	
6	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>25.05.2024</i>	
7	<i>Підготовка презентації до захисту</i>	<i>04.06.2024</i>	

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Дмитро ХОМЕНКО  
Керівники роботи \_\_\_\_\_ Світлана САХАРОВА  
\_\_\_\_\_ Валерій БОНДАРЕНКО

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.*

*Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ Дмитро ХОМЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена розробці локальної комп'ютерної мережі для будівельної фірми «Гефест».

Локальна мережа повинна задовольняти всі потреби підприємства, розроблена на сучасних технологіях з урахуванням заходів безпеки в інформаційному просторі. У роботі будуть розглянуті основні аспекти проектування локальних мереж, включаючи вибір апаратних та програмних засобів, налаштування мережевого обладнання, створення інфраструктури безпеки та управління ресурсами мережі. Для цього будуть використані сучасні технології та стандарти.

На основі аналізу основних вимог, що пред'являються до характеристик функціонування головного офісу підприємства, зроблено вибір архітектури мережі. Була обрана архітектура *Fast Ethernet*, з використанням специфікації *100BaseTx*. Зроблено вибір конкретних типів мережного обладнання. В роботі приділено велику увагу питанням застосування технології *ADSL* для зв'язку філій фірми між собою і з головним офісом.

Результати роботи допоможуть визначити оптимальні рішення для реалізації локальної мережі з урахуванням конкретних потреб та вимог користувачів. Розроблена локальна комп'ютерна мережа дасть можливість співробітникам вести базу даних і значно спростить документообіг між офісами фірми.

**Ключові слова:** комп'ютерна мережа, технологія локальної мережі *Fast Ethernet*, технологія *ADSL*.

## **ABSTRACT**

*The thesis is devoted to the development of a local computer network for the construction company "Hermes".*

*The local network should satisfy all the needs of the enterprise, developed on modern technologies taking into account security measures in the information space. The work will consider the main aspects of designing local networks, including the selection of hardware and software, setting up network equipment, creating a security infrastructure and managing network resources. Modern technologies and standards will be used for this.*

*Based on the analysis of the main requirements for the characteristics of the operation of the main office of the enterprise, the choice of the network architecture was made. The Fast Ethernet architecture was chosen, using the 100BaseTx specification. A selection of specific types of network equipment has been made. In the work, great attention is paid to the issue of using ADSL technology to connect the company's branches with each other and with the head office.*

*The results of the work will help determine optimal solutions for the implementation of a local network, taking into account the specific needs and requirements of users. The developed local computer network will enable employees to maintain a database and will greatly simplify document circulation between the firm's offices.*

**Keywords:** *computer network, Fast Ethernet local network technology, ADSL technology.*

## ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.....	9
ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ФІРМИ «ГЕФЕСТ».....	9
1.1 Принципи побудови комп'ютерних мереж .....	9
1.2 Технологія <i>Fast Ethernet</i> .....	14
1.3 Огляд технології <i>DSL</i> .....	17
РОЗДІЛ 2 .....	24
ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕРЕЖНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ .....	24
2.1 Аналіз стандартів технології <i>ADSL</i> .....	24
2.2 Аналіз структури технології <i>ADSL</i> .....	28
2.3 Аналіз сучасних технологій <i>ADSL2, ADSL2+, READSL2</i> .....	36
РОЗДІЛ 3 .....	46
ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМИ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ.....	46
МЕРЕЖІ ФІРМИ «ГЕФЕСТ» .....	46
3.1 Аналіз структури фірми «Гефест» .....	46
3.2 Вибір топології мережі.....	49
3.3 Особливості використання технології <i>VPN</i> .....	50
3.4 Особливості використання протоколу <i>PPPoE</i> .....	54
3.5 Активне мережне устаткування .....	57
3.6 Призначення <i>IP</i> -адрес і масок для підмереж .....	64
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	67
4.1 Організаційне обґрунтування проекту .....	67
4.2 Маркетингове обґрунтування проекту .....	74
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	78
ВИСНОВОК.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	87
ДОДАТОК – КОПІЇ СЛАЙДІВ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	88

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>			
<b>Змн.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>				
Розроб.		Хоменко Д.О.			<b>Проектування локальної мережі для фірми «Гефест»</b>	<b>Лім.</b>	<b>Арк.</b>	<b>Аркушів</b>
Перевір.		Сахарова С.В.				6	93	
Реценз.						<b>група КІ-543, ОНТУ</b>		
Н. Контр.		Рибалов Б.О.						
Затверд.		Артеменко С.В.						

## ВСТУП

У сучасному цифровому віці, коли обмін даними є критичним для бізнесу та організацій, корпоративні мережі стають основним фундаментом для ефективної комунікації та обміну ресурсами. Корпоративна мережа — це інтегрована система, що об'єднує комп'ютери, пристрої та інші ресурси в єдине ціле для забезпечення ефективного функціонування бізнес-процесів.

У цій роботі досліджується сутність та ключові аспекти корпоративних мереж. Розглядаються основні принципи їх побудови, типи і архітектури, а також вплив на продуктивність і безпеку бізнес-середовища. Аналізуються виклики і переваги корпоративних мереж у контексті сучасного підприємництва та технологічних інновацій. Подальше вивчення цієї теми дозволить глибше розуміти роль корпоративних мереж у сучасному бізнес-середовищі та їхній внесок у підвищення ефективності та конкурентоспроможності підприємств.

Вплив Інтернету на корпоративні мережі в останні десятиліття суттєво змінив спосіб, яким бізнеси спілкуються, працюють і взаємодіють зі своїми клієнтами та партнерами. Інтернет став не лише засобом доступу до інформації, але і потужним інструментом для побудови та управління корпоративними мережами, що відкриває безліч можливостей і викликів для сучасних організацій. У роботі також треба розглянути вплив Інтернету на корпоративні мережі. Треба з'ясувати, як інтернет-технології та цифрові інструменти дозволяють підприємствам збільшувати продуктивність, покращувати комунікацію та забезпечувати доступ до критичних ресурсів. Необхідно вивчити ключові аспекти, такі як безпека даних, хмарні технології, мобільний доступ і віртуалізація, які революціонізують спосіб, якими корпоративні мережі функціонують і взаємодіють з внутрішніми та зовнішніми стейкхолдерами.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також треба проаналізувати виклики, з якими стикаються підприємства в контексті зростаючої залежності від мережевих технологій, а також переваги, які вони можуть отримати, вдосконалюючи свої інформаційні системи та забезпечуючи конкурентну перевагу на ринку. Подальший аналіз цієї теми дозволить глибше зрозуміти, як інтернет-технології впливають на ефективність та інновації у сучасних корпоративних мережах.

Метою роботи є створення єдиного інформаційного простору для фірми «Гефест» за допомогою корпоративної комп'ютерної мережі.

Об'єктом розробки є комп'ютерна мережа фірми «Гефест». Предметом роботи є методи будівництва, та налаштування комп'ютерної мережі.

Реалізація запропонованого проекту дозволить скоротити паперовий документообіг усередині підприємства, підвищити продуктивність праці, скоротити час на обробку інформації й створити зв'язок з усіма філіями в місті Одеса. Як наслідок, утворяться додаткові тимчасові ресурси для розробки й реалізації нових економічних і інвестиційних проектів. Таким чином, вирішиться проблема окупності й рентабельності впровадження корпоративної мережі.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати схему інформаційних потоків між філіями фірми;
- розробити функціональну схему мережі;
- вибрати активне мережне обладнання для передачі даних;
- вибрати технологію передачі даних для магістральної підсистеми мережі, а також вибрати протоколи інтерфейсів, які будуть використані в мережі передачі даних;
- розрахувати адресний простір мережі для роздачі IP-адрес та створення шлюзів;
- сформулювати вимоги по забезпеченню безпеки передачі даних у мережі.

Результатом роботи буде служити проект локальної мережі, що повною мірою вирішить поставлені завдання.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1

# ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ФІРМИ «ГЕФЕСТ»

### 1.1 Принципи побудови комп'ютерних мереж

Розробка корпоративної мультисервісної мережі, що забезпечує передачу інформації між різними додатками, використовуваними в системі корпорації є на сьогоднішній день актуальним першорядним завданням для багатьох територіально розподілених підприємств і компаній України.

Робота присвячена розробці корпоративної мультисервісної мережі передачі даних для рішення проблеми об'єднання в єдиний інформаційний простір будівельної компанії «Гефест», що має територіально-розподілену мережу офісів у місті Одеса.

Розроблювальна корпоративна мережа передачі даних дозволить оновлювати бази даних у реальному режимі часу, вести конфіденційну внутрішню корпоративну переписку, передавати термінову й важливу інформацію без затримок і багато чого іншого. Що в підсумку повинне привести до підвищення ефективності операцій і прийнятих управлінських рішень і, як результат, збільшенню прибутку від діяльності.

Щоб оцінити затребуваність даної мережі, необхідно насамперед позначити складові попиту. Тут можна виділити три основних фактори, що визначають доцільність побудови корпоративної мультисервісної територіально-розподіленої мережі.

Перший – наявність у компанії територіально розподіленої структури бізнесу. Під цим мається на увазі, що в її організаційній структурі крім головного офісу є філії.

Другий фактор – необхідність передавати значні обсяги інформації (як правило, у захищеному від несанкціонованого доступу режимі) між головним

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

офісом і філіями, а також між незалежними компаніями, бізнес-процеси яких тісно зв'язані. Така необхідність виникає, наприклад, коли в компаніях впроваджені різні системи електронного документообігу, *ERP*-системи й т.д.

Третій і найчастіше визначальний фактор - фінансовий. Оберти компанії повинні бути досить значними, щоб виправдати обсяги трафіка корпоративної мережі, хоча частка витрат на утримання корпоративної мережі в загальній структурі витрат компанії досить невелика.

Поділ даних надає можливість доступу й керування загальними базами даних з периферійних робочих місць. Поділ програмних засобів надає можливість одночасного використання централізованих, раніше встановлених програмних засобів. Поділ ресурсів процесора дає можливість використання обчислювальних потужностей для обробки даних іншими комп'ютерами, що входять у мережу.

Способи використання мережі. Отже, для створюваної мережі можуть бути різні варіанти її використання. Серед них:

- організація зв'язку між користувачами;
- спільне використання ресурсів комп'ютерів;
- спільне використання файлів;
- спільне використання периферійних пристроїв (принтерів, сканерів, дискових накопичувачів та ін.);
- централізоване керування комп'ютерами;
- використання загальної бази даних;
- централізоване резервне копіювання всіх даних;
- контроль за доступом до важливої інформації;
- високий ступінь захисту даних;
- зв'язок з головною організацією й вихід на глобальну мережу.

Побудова комп'ютерної мережі — це складний процес, який включає планування, проектування, встановлення обладнання, налаштування мережевих пристроїв та забезпечення безпеки.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ось покроковий підхід до побудови комп'ютерної мережі:

## 1. Планування.

### 1.1 Визначення цілей.

Треба визначити мету мережі: домашня мережа, офісна мережа, мережа для великого підприємства чи освітнього закладу.

### 1.2 Вимоги до мережі.

Треба визначити кількість користувачів і пристроїв.

Треба визначити вимоги до пропускної здатності, типів підключень (дротове, бездротове) і спеціальних сервісів (*VPN, VoIP*, відеоконференції).

## 2. Проектування.

### 2.1 Топологія мережі.

Треба вибрати топологію мережі: зіркоподібна, шинна, кільцева, сітчаста тощо. Треба розробити схему мережі, яка показує розташування всіх пристроїв та з'єднань.

### 2.2 Вибір обладнання.

Треба визначити необхідне обладнання: маршрутизатори, комутатори, точки доступу *Wi-Fi*, кабелі, мережеві адаптери тощо.

Треба вибрати виробників і моделі обладнання, враховуючи сумісність і продуктивність.

## 3. Закупівля та підготовка.

### 3.1 Закупівля обладнання.

Треба закупити все необхідне обладнання і матеріали.

### 3.2 Підготовка приміщень.

Треба підготувати приміщення для встановлення обладнання (серверні кімнати, монтажні стійки, електроживлення, вентиляція).

## 4. Встановлення.

### 4.1 Прокладка кабелів.

Треба прокласти кабелі відповідно до схеми мережі, дотримуючись стандартів (наприклад, ТІА/EIA-568 для Ethernet).

### 4.2 Встановлення обладнання

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Треба встановити комутатори, маршрутизатори, точки доступу та інші пристрої у відповідних місцях. Підключіть всі пристрої до електромережі та до мережевих кабелів.

## 5. Налаштування.

### 5.1 Конфігурація маршрутизаторів і комутаторів.

Налаштуйте маршрутизатори: *IP*-адресацію, маршрутизацію, *NAT*, *DHCP*. Налаштуйте комутатори: *VLAN*, *STP*, порти *trunk* і *access*.

### 5.2 Налаштування бездротових точок доступу.

Налаштуйте точки доступу: *SSID*, безпеку (*WPA3*), канали, потужність сигналу.

### 5.3 Налаштування безпеки.

Налаштуйте міжмережеві екрани (файрволи), *VPN*, системи виявлення та запобігання вторгнень (*IDS/IPS*).

## 6. Тестування.

### 6.1 Перевірка з'єднань.

Перевірте фізичні з'єднання і правильність підключення кабелів.

### 6.2 Тестування продуктивності.

Виконайте тестування пропускну здатності, затримок, втрат пакетів.

### 6.3 Тестування безпеки.

Виконайте перевірку на вразливості, протестуйте механізми аутентифікації та доступу.

## 7. Впровадження.

### 7.1 Введення в експлуатацію.

Треба підключити користувачів та пристрої до мережі.

Надайте користувачам необхідні інструкції та допомогу.

## 8. Моніторинг та обслуговування.

### 8.1 Моніторинг мережі.

Використовуйте засоби моніторингу мережі для контролю стану і продуктивності (наприклад, *SNMP*, *NetFlow*).

### 8.2 Технічне обслуговування.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Треба проводити регулярне технічне обслуговування, оновлення програмного забезпечення, перевірку на вразливості.

## 9. Документація.

### 9.1 Документація мережі.

Для підключення будинку до Інтернет і створення каналів зв'язку між будинками, в якості основної використовується *xDSL*-технологія. Як правило, це симетричні потоки *E1* (2 Мбіт/с) або несиметричне *ADSL*-підключення. Є ще дві прийнятні технології: кабельні модеми й радіо-*Ethernet*. Їхня схожість у тім, що теоретично вони не вимагають прокладки додаткових кабелів. Однак кабельних мереж, на які розраховані кабельні модеми, в Україні практично немає, а радіо-*Ethernet* погано працює у великих містах. Крім того, легальне використання радіо-*Ethernet* сполучено з певними труднощами. Проекти, де передбачена прокладка додаткових кабелів (коаксіального - для кабельних модемів або оптоволоконного - для *Ethernet*), як правило, досить дорогі й носять одиничний характер. Тому найбільш масовою для підключення офісних мереж є технологія *ADSL*.

В якості розводки по будинку зазвичай використовують технологію *Ethernet*. Вона звична, досить дешева і її підтримують практично всі виробники. Однак як альтернатива їй є невибаглива технологія *HomePNA*. Крім того, можна й на цій ділянці задіяти *DSL*-обладнання, що базується на стандартах, забезпечуючих більш високі швидкості. Правда, *DSL*-модеми, як правило, на порядок дорожчі пристроїв *Ethernet* і *HomePNA*, і хоча *DSL* дозволяє організувати синхронні канали (з гарантованим часом затримки), для передачі даних це непотрібна надмірність.

Вартість технологій *Ethernet* і *HomePNA* для рішення проблеми «останнього ярда» приблизно однакова. Хоча встаткування *HomePNA 2.0* у два рази дорожче, ніж *Ethernet* і *HomePNA 1.0*, загальні витрати на організацію доступу в перерахуванні на один під'їзд цілком порівнянні - через застосування в першому випадку більш ефективної шинної топології. У цілому

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

*HomePNA* задіює нові алгоритми модуляції, що дозволяє на однакових відстанях використати більш дешеві кабелі, чим потрібно для мереж *Ethernet*.

Пропоновані рішення проблеми «останнього ярда» ставляться до будинків, які будувалися задовго до появи технології передачі даних. У споруджуваних сьогодні будинках, як правило, передбачена спеціальна кабельна система для передачі даних, голосу й мультимедіа, тому тут проблема «останнього ярда» уже вирішена. Кабельна система таких будинків розрахована на технологію *Ethernet*, і тому найкраще використати саме неї.

Розведення по кімнаті займає мінімум часу. Особливо при використанні технології *HomePNA*, оскільки вона вимагає всього лише звичайну телефонну проводку. За допомогою *HomePNA* можна також об'єднати комп'ютери в «квартирну» мережу, а один з них підключити до Інтернет, використовуючи його як маршрутизатор. Як альтернативу можна назвати радіотехнології, такі як Bluetooth або *Home FR*. Bluetooth споконвічно була розрахована на невеликий радіус дії, але оскільки відстань залежить від потужності випромінювача, то його можна збільшити. Відомі мережі, де застосовується технологія Bluetooth на відстані близько 100 м, а при використанні спеціальних підсилювачів - і до 500 м. Правда, швидкість передачі даних за допомогою *Bluetooth* залишає бажати кращого - вона не більше 800 кбит/с. Крім того, необхідно дотримати санітарно-гігієнічних норм на потужність випромінювання.

## 1.2 Технологія *Fast Ethernet*

Швидкісна мережева технологія *Fast Ethernet* є важливим етапом в еволюції мережевих стандартів, що значно покращила швидкість передачі даних у комп'ютерних мережах. Започаткована в середині 1990-х років, ця технологія забезпечила широке впровадження у бізнесі та в домашніх мережах, сприяючи зростанню продуктивності і покращенню якості обслуговування користувачів.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

*Fast Ethernet* використовує різні типи медіа для передачі даних, включаючи мідні кабелі (категорії 5 і вище) і оптичні волокна. Основні типи медіа включають 100BASE-TX для мідних кабелів і 100BASE-FX для оптичних волокон.

Стандарт *IEEE 802.3u*, що включає *Fast Ethernet*, охоплює різноманітні аспекти, такі як методи кодування сигналу, методи розподілу каналу, а також протоколи керування доступом, необхідні для забезпечення ефективної роботи мережі з високою швидкістю передачі даних.

*Fast Ethernet* знайшов широке застосування у великих корпоративних мережах, малих і середніх підприємствах, а також у домашніх мережах. Він використовується для підключення комп'ютерів, серверів, друкуючих пристроїв, мережевих сховищ даних та інших пристроїв, що вимагають швидкої передачі даних.

Хоча *Fast Ethernet* є стабільною технологією з великим охопленням, вона стикається з викликами, пов'язаними з необхідністю підтримки все більш високих швидкостей передачі даних і зростаючими вимогами до мережевої безпеки.

*Fast Ethernet* продемонстрував свою важливість і ефективність у забезпеченні швидкої передачі даних у мережах різних розмірів і типів. Він став ключовою технологією для сучасних бізнесів і користувачів, які прагнуть забезпечити надійне і ефективне з'єднання з мережею.

Основними достоїнствами технології *Fast Ethernet* є:

- збільшення пропускну здатності сегментів мережі до 100 Мб/с;
- збереження методу випадкового доступу *Ethernet*;
- збереження зіркоподібної топології мереж і підтримка традиційних середовищ передачі даних – витой пари й оптоволоконного кабелю.

Офіційний стандарт *100Base-T* (802.3u) установив три різних специфікації для фізичного рівня (у термінах семирівневої моделі *OSI*) для підтримки наступних типів кабельних систем:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

*100Base-TX* для двохопарного кабелю на неекранованій витій парі *UTP* категорії 5, або екранованої витій парі *STP Type 1*;

*100Base-T4* для чотирьохпарного кабелю на неекранованій витій парі *UTP* категорії 3, 4 або 5;

*100Base-FX* для багатомодового оптоволоконного кабелю.

Підрівні *LLC* і *MAC* у стандарті *Fast Ethernet* не перетерпіли змін. Підрівень *LLC* забезпечує інтерфейс протоколу *Ethernet* із протоколами вище лежачих рівнів, наприклад, з *IP* або *IPX*.

Підрівень *MAC* відповідальний за формування кадру *Ethernet*, одержання доступу до розділюваного середовища передачі даних і за відправлення за допомогою фізичного рівня кадру по фізичному середовищу вузлу призначення.

Формати кадрів технології *Fast Ethernet* не відрізняються від форматів кадрів технологій 10-мегабітного *Ethernet'a*. На рисунку 1.1 наведений формат *MAC*-кадру *Ethernet*, а також тимчасові параметри його передачі по мережі для швидкості 10 Мб/с і для швидкості 100 Мб/с.

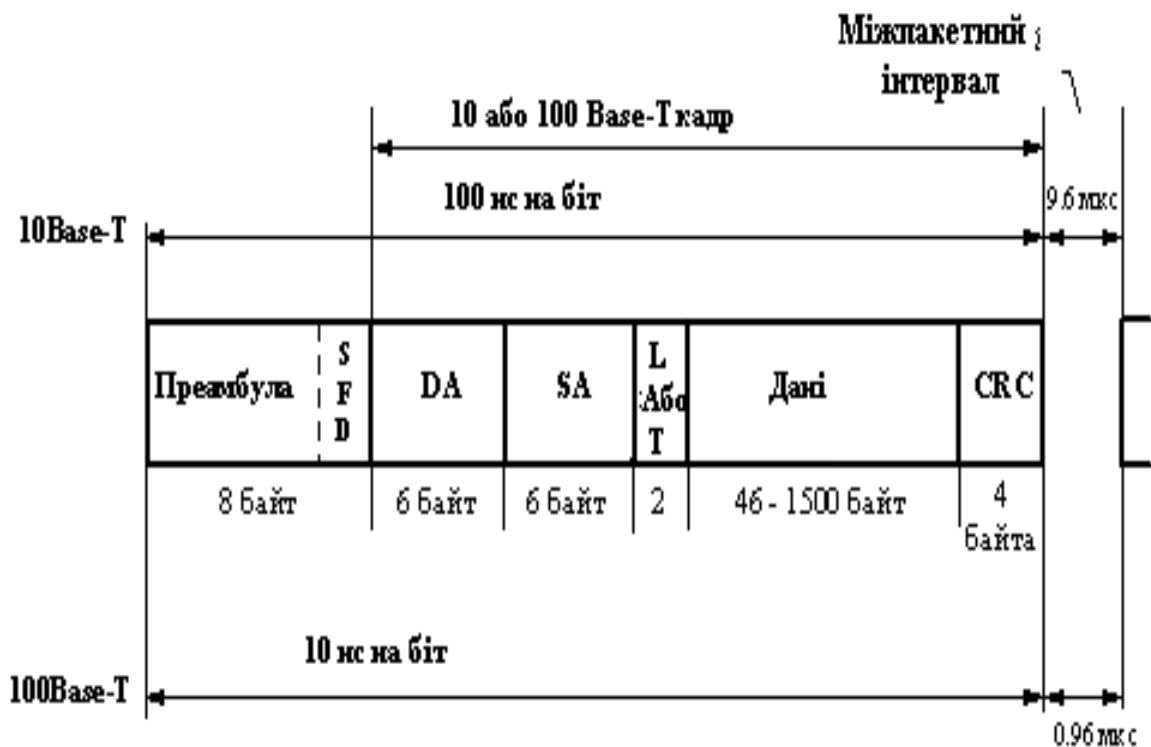


Рисунок 1.1 – Формат *MAC*-кадру й часи його передачі

*SFD (Start of Frame Delimiter)* – обмежувач початку кадру

*DA, SA* – адреси призначення і джерела відповідно

*L* – довжина поля даних (для кадру 802.3)

*T* – тип протоколу в полі даних (для *Ethernet II*)

Всі швидкості передачі кадрів *Fast Ethernet* в 10 разів менші відповідних часів технології 10-мегабітного *Ethernet*: міжбітовий інтервал становить 10 нс замість 100 нс, а міжкадровий інтервал – 0.96 мкс замість 9.6 мкс відповідно.

### 1.3 Аналіз технології *DSL*

*DSL (Digital Subscriber Line)* є однією з найпоширеніших технологій для передачі даних по телефонних лініях, яка забезпечує високошвидкісний доступ до Інтернету для домашніх і бізнес-користувачів. В цьому аналізі розглядаються ключові аспекти технології *DSL*, її особливості, переваги і недоліки, а також перспективи розвитку.

Основні види технології *DSL*.

*DSL* включає в себе кілька основних типів, таких як:

1. *ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)*: найпоширеніший тип *DSL*, який забезпечує асиметричний доступ з вищою швидкістю завантаження і нижчою швидкістю відвантаження даних.

2. *VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line)*: Забезпечує вищі швидкості передачі даних, придатні для передачі відео високої чіткості та інших вимогливих застосунків.

3. *SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line)*: Забезпечує симетричний доступ до швидкості, що підходить для однакових швидкостей завантаження і відвантаження.

Основні переваги технології *DSL*:

1. Широка доступність

Використання існуючої телефонної інфраструктури: *DSL* використовує вже існуючі телефонні лінії, що дозволяє надавати високошвидкісний інтернет у районах, де інші види зв'язку можуть бути недоступними.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.14	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Постійне підключення

Завжди ввімкнене з'єднання: Користувачі не потребують встановлювати з'єднання щоразу, коли хочуть підключитися до інтернету, як це було з комутованим доступом (dial-up). Інтернет-з'єднання доступне постійно.

## 3. Висока швидкість передачі даних

Швидший за комутований доступ: DSL забезпечує значно вищі швидкості передачі даних у порівнянні з традиційним модемним доступом.

Асиметричні варіанти (ADSL): Вищі швидкості завантаження порівняно з швидкостями вивантаження, що підходить для більшості домашніх користувачів, які частіше завантажують дані, ніж вивантажують.

## 4. Одночасне використання інтернету та телефону

Немає блокування телефонної лінії: DSL дозволяє використовувати телефонну лінію для голосових дзвінків та інтернету одночасно, що було неможливим з комутованим доступом.

## 5. Стабільність і надійність з'єднання

Менше підданий впливу зовнішніх умов: DSL-з'єднання менше піддається впливу погодних умов, на відміну від супутникового інтернету.

Низька затримка (latency): У порівнянні з супутниковими з'єднаннями, DSL має нижчу затримку, що важливо для додатків реального часу, таких як онлайн-ігри та відеоконференції.

## 6. Відносна економічність

Використання наявної інфраструктури: Оскільки DSL використовує існуючі телефонні лінії, провайдерам не потрібно вкладати значні кошти в розгортання нової інфраструктури, що знижує вартість послуг для кінцевого користувача.

Конкурентні тарифи: На ринку часто доступні різноманітні тарифні плани, що дозволяє користувачам вибрати оптимальний варіант за своїми потребами і бюджетом.

## 7. Простота встановлення

Легка інсталяція: Підключення DSL зазвичай не потребує спеціальних

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

знань чи інструментів. Модем DSL можна підключити самостійно, використовуючи інструкції від провайдера.

#### 8. Безпека

Менше піддається перехопленню: Порівняно з бездротовими мережами, DSL-з'єднання менш уразливе для перехоплення даних.

#### 9. Широкий спектр послуг

Підтримка додаткових сервісів: DSL дозволяє надавати додаткові послуги, такі як IPTV (телебачення через інтернет), VoIP (телефонія через інтернет), відео на вимогу тощо.

Ці переваги зробили DSL популярною технологією для домашніх і малих бізнес-користувачів, забезпечуючи надійний і доступний спосіб підключення до інтернету.

Основні недоліки технології *DSL*:

##### 1. Відстань до DSLAM

Чутливість до відстані: Швидкість та якість з'єднання DSL значно залежать від відстані між користувачем і найближчим DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer). Чим більше ця відстань, тим нижча швидкість і стабільність з'єднання.

##### 2. Якість телефонної лінії

Залежність від стану проводів: Стара або пошкоджена телефонна проводка може призвести до зниження якості з'єднання через шум та інтерференції.

##### 3. Обмеження швидкості

Нижча максимальна швидкість: Порівняно з іншими технологіями, такими як кабельний інтернет або оптоволокно, DSL має нижчу максимальну швидкість завантаження і вивантаження даних.

##### 4. Асиметричність з'єднання

Нерівномірний розподіл швидкості: У варіантах ADSL швидкість завантаження даних значно перевищує швидкість вивантаження. Це може бути проблемою для користувачів, які часто передають великі обсяги даних

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(наприклад, вивантажують відео).

#### 5. Інтерференції та перешкоди

Вплив інших ліній зв'язку: DSL-сигнал може зазнавати впливу від інших електричних ліній та приладів, що створює перешкоди і може знижувати якість з'єднання.

#### 6. Обмеження покриття

Недоступність у віддалених районах: У віддалених або сільських районах може бути відсутня відповідна інфраструктура для DSL, що робить цю технологію недоступною для деяких користувачів.

#### 7. Складність модернізації

Обмеження на модернізацію ліній: У багатьох випадках модернізація або заміна існуючих телефонних ліній для поліпшення якості DSL-з'єднання може бути складною та дорогою.

#### 8. Проблеми з інфраструктурою

Зношеність телефонної мережі: Багато телефонних мереж, особливо в старих будинках чи районах, можуть бути зношеними і не підтримувати високошвидкісні DSL-з'єднання належним чином.

#### 9. Погіршення якості через шум

Вплив електромагнітних завад: Шум від побутових електроприладів та інших джерел може знижувати якість DSL-з'єднання.

#### 10. Обмеження апаратного забезпечення

Старі модеми та маршрутизатори: Використання застарілих модемів і маршрутизаторів може негативно вплинути на швидкість та стабільність з'єднання.

#### 11. Технічна підтримка

Залежність від провайдера: Якість технічної підтримки та обслуговування з боку провайдера може впливати на ефективність використання DSL. У випадку проблем з лінією, виправлення може зайняти значний час.

#### 12. Залежність від зовнішніх умов

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Погодні умови та фізичні пошкодження: Пошкодження кабелів через погодні умови, будівельні роботи або інші фактори можуть тимчасово знижувати або повністю припиняти доступ до інтернету.

Ці недоліки можуть обмежувати ефективність і привабливість технології DSL для деяких користувачів, особливо у порівнянні з сучаснішими технологіями, такими як кабельний інтернет або оптоволоконні мережі.

Технологія *ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line* — асиметрична цифрова абонентська лінія). Дана технологія є асиметричною, тобто швидкість передачі даних від мережі до користувача значно вище, ніж швидкість передачі даних від користувача в мережу. Така асиметрія, у сполученні зі станом «постійно встановленого з'єднання» (коли виключається необхідність щораз набирати телефонний номер і чекати установки з'єднання), робить технологію *ADSL* ідеальною для організації доступу в мережу Інтернет, доступу до локальних мереж. При організації таких з'єднань користувачі звичайно одержують набагато більший обсяг інформації, чим передають. Технологія *ADSL* забезпечує швидкість «спадного» потоку даних у межах від 1,5 Мбіт/с до 8 Мбіт/с і швидкість «висхідного» потоку даних від 640 Кбіт/с до 1,5 Мбіт/с. *ADSL* дозволяє передавати дані зі швидкістю 1,54 Мбіт/с на відстань до 5,5 км по одній витій парі проводів. Швидкість передачі порядку 6 — 8 Мбіт/с може бути досягнута при передачі даних на відстань не більше 3,5 км по проводах діаметром 0,5 мм.

Технологія *R-ADSL (Rate-Adaptive Digital Subscriber Line* — цифрова абонентська лінія з адаптацією швидкості з'єднання). Технологія *R-ADSL* забезпечує таку ж швидкість передачі даних, що й технологія *ADSL*, але при цьому дозволяє адаптувати швидкість передачі до довжини й стану використовуваної витієї пари проводів. При використанні технології *R-ADSL* з'єднання на різних телефонних лініях буде мати різну швидкість передачі даних. Швидкість передачі даних може вибиратися при синхронізації лінії, під час з'єднання або по сигналу, що надходить від станції.

Технологія *G.Lite (ADSL.Lite)* являє собою більш дешевий і простий

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

в установці варіант технології *ADSL*, що забезпечує швидкість «спадного» потоку даних до 1,5 Мбіт/с і швидкість «висхідного» потоку даних до 512 Кбіт/с або по 256 Кбіт/с в обох напрямках.

Технологія *IDSL* забезпечує повністю дуплексну передачу даних на швидкості до 144 Кбіт/с, *IDSL (Digital Subscriber Line)* — цифрова абонентська лінія *ISDN*). На відміну від *ADSL* можливості *IDSL* обмежуються тільки передачею даних. Незважаючи на те, що *IDSL*, також як і *ISDN*, використовує модуляцію *2B1Q*, між ними є ряд відмінностей. На відміну від *ISDN* лінія *IDSL* є не комутуючою лінією, що не приводить до збільшення навантаження на комутаційне встаткування провайдера. Також лінія *IDSL* є «постійно включеною» (як і будь-яка лінія, організована з використанням технології *DSL*), у той час як *ISDN* вимагає установки з'єднання.

Високошвидкісна цифрова абонентська лінія *HDSL (High Bit-Rate Digital Subscriber Line)* передбачає організацію симетричної лінії передачі даних, тобто швидкості передачі даних від користувача в мережу й з мережі до користувача рівні. Завдяки швидкості передачі (1,544 Мбіт/с по двох парах проводів і 2,048 Мбіт/с по трьох парах проводів) телекомунікаційні компанії використовують технологію *HDSL* як альтернативу лініям *T1/E1*.

Лінії *T1* використовуються в Північній Америці й забезпечують швидкість передачі даних 1,544 Мбіт/с, а лінії *E1* використовуються в Європі й забезпечують швидкість передачі даних 2,048 Мбіт/с.) Хоча відстань, на яку система *HDSL* передає дані (а це порядку 3,5-4,5 км), менше, ніж при використанні технології *ADSL*, для недорогого, але ефективного, збільшення довжини лінії *HDSL* телефонні компанії можуть установити спеціальні повторювачі. Використання для організації лінії *HDSL* двох або трьох витих пар телефонних проводів робить цю систему ідеальним рішенням для з'єднання УАТС, серверів Інтернет, локальних мереж і т.п. Технологія *HDSL2* є логічним результатом розвитку технології *HDSL*. Дана технологія забезпечує характеристики, аналогічні технології *HDSL*, але при цьому використовує тільки одну пару проводів.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Технологія *SDSL* (*Single Line Digital Subscriber Line* — однолінійна цифрова абонентська лінія), також як і технологія *HDSL*, забезпечує симетричну передачу даних зі швидкостями, що відповідають швидкостям лінії *T1/E1*, але при цьому технологія *SDSL* має дві важливі відмінності. По-перше, використовується тільки одна вита пара проводів, а по-друге, максимальна відстань передачі обмежена 3 км. У межах цієї відстані технологія *SDSL* забезпечує, наприклад, роботу системи організації відеоконференцій, коли потрібно підтримувати однакові потоки передачі даних в обох напрямках. У певному змісті технологія *SDSL* є попередником технології *HDSL2*.

Технологія *VDSL* (*Very High Bit-Rate Digital Subscriber Line* – зверх високошвидкісна цифрова абонентська лінія). є найбільш «швидкою» технологією *xDSL*. Вона забезпечує швидкість передачі даних «спадного» потоку в межах від 13 до 52 Мбіт/с, а швидкість передачі даних «висхідного» потоку в межах від 1,5 до 2,3 Мбіт/с, причому по одній витій парі телефонних проводів. У симетричному режимі підтримуються швидкості до 26 Мбіт/с. Технологія *VDSL* може розглядатися як економічно ефективна альтернатива прокладанню волоконно-оптичного кабелю до кінцевого користувача. Однак, максимальна відстань передачі даних для цієї технології становить від 300 метрів до 1300 метрів. Тобто, або довжина абонентської лінії не повинна перевищувати даного значення, або оптоволоконний кабель повинен бути підведений ближче до користувача (наприклад, заведений у будинок, у якому перебуває багато потенційних користувачів). Технологія *VDSL* може використовуватися з тими ж цілями, що й *ADSL*; крім того, вона може використовуватися для передачі сигналів телебачення високої чіткості (*HDTV*), відео за запитом.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2

### ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕРЕЖНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

#### 2.1 Аналіз стандартів технології *ADSL*

Мережі доступу повинні або створюватися заново, або використовувати наявні ресурси. І якщо транспортну мережу оператор може будувати як хоче, то мережі доступу в сучасних революційних умовах він змушений будувати як може. Якщо є продорова телефонна мережа – варто використати проведення *xDSL*. Немає продорів – можна прокладати волокно до користувача (*FTTx*). Нема можливості прокласти волокно – можна використати радіодоступ (*Wi-Fi*, *WiMAX*, *WLL* та ін.). Не можна розмістити базову станцію радіодоступа – можна використати ресурси стільникових мереж (*GPRS*). Саме тому в області технологій доступу багатство технічних рішень набагато перевершує можливі рішення у технологіях транспортних мереж.

На розвиток кабельного господарства місцевого зв'язку, протягом багатьох років, витрачено величезні ресурси й сили. Тому найпростішим і економічним методом організації широкополосного доступу є адаптація існуючого абонентського кабелю для цілей мережі доступу *NGN*.

У таблиці 2.1 наведені різні стандарти технології *ADSL*. Можна досить скептично поставитися до значень швидкості (особливо *ADSL2+*), і стверджувати що жоден з абонентів не зможе одержати 24 Мбіт/с по лінії вниз. Необхідно розуміти, що це максимум, і технологія *ADSL* не буде забезпечувати кожного користувача такою швидкістю. Але технологія обіцяє максимально ефективно використати абонентську пару при передачі даних.

Зручність міграції абонентів з телефонної мережі в мережу *NGN*, що дає технологія *ADSL*, беззаперечна. У тому випадку, коли абонентові необхідно надати широкополосний доступ якнайшвидше й з мінімальними витратами, технологія *ADSL* майже не має конкурентів серед продорових рішень.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завершуючи розгляд питання про структуру традиційної технології *ADSL*, звернемо увагу, що ця технологія при всіх її перевагах представляється всього лише проміжним і тимчасовим рішенням між існуючими в цей час мережами телефонії й перспективними мережами *NGN*.

Єдине універсальне рішення, що має перспективу в *NGN* – перебудова абонентських кабельних мереж, тобто повна реконструкція й створення окремої широкополосної абонентської мережі. При цьому склад абонентської мережі міняється якісно. Якщо раніше абонентські кабельні мережі використовували металеві кабелі, то з появою абонентських мереж *NGN* настає ера оптики, і тільки оптичні кабелі можуть забезпечити майже нескінченний ресурс для будь-якого перспективного розвитку абонентського *NGN*.

Таблиця 2.1

Порівняння стандартів технології *ADSL*

Технологія	Стандарт	Рік випуску	Максимальна швидкість передачі
<i>ADSL</i>	<i>G.992.1</i>	1999	7 Мбіт/с униз, 800 кбіт/с нагору
<i>ADSL2</i>	<i>G.992.3</i>	2002	8 Мбіт/с униз, 1 Мбіт/с нагору
<i>ADSL2+</i>	<i>G.992.5</i>	2003	24 Мбіт/с униз, 1 Мбіт/с нагору
<i>ADSL2-RE</i>	<i>G.992.3</i>	2003	8 Мбіт/с униз, 1 Мбіт/с нагору

У цей час уже є ціла концепція абонентських кабельних мереж нового покоління. Зв'язана вона із сімейством концепцій *FTTx*, що в перекладі означає «оптика до...» (рис.2.1).

Відповідно, замість *x* додаються різні пункти доведення оптичного транспорту до користувача:

- *FTTB (Fiber To The Building)* - оптична система передачі до будинку;

- *FTTC (Fiber To The Curb)* - оптична система передачі до розподільної коробки;
- *FTTCab (Fiber To The Cabinet)* - оптична система передачі до розподільної шафи;
- *FTTP (Fiber To The Premises)* - оптична система передачі до сегмента мережі;
- *FTTO (Fiber To The Office)* - оптична система передачі до офісу;
- *FTTH (Fiber To The Home)* - оптична система передачі до квартири;
- *FTTU (Fiber To The User)* - оптична система передачі до кінцевого користувача.

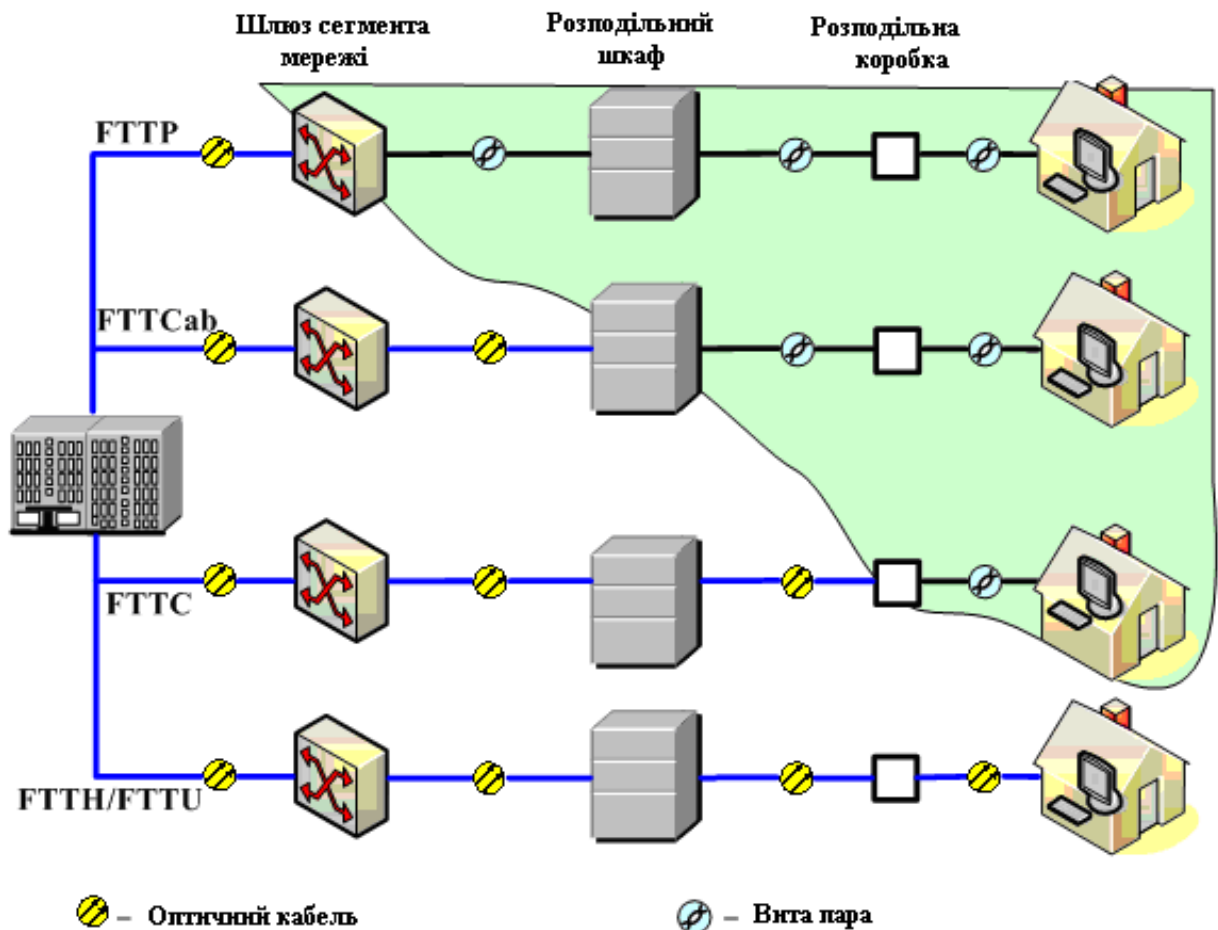


Рисунок 2.1 – Варіанти реалізації концепції *FTTx* і витіснення *ADSL*

Ще одна причина послідовної динаміки переходу в абонентській системі з *ADSL* на *FTTx* представлена на рис.2.2. Тут показаний процес еволюції завантаження пучка абонентських ліній. На першому етапі весь пучок

реалізується під завдання телефонного зв'язку за винятком декількох абонентів *ADSL*. У міру росту популярності послуг *ADSL* частка пар, використовуваних для широкополосної передачі, росте. Наступає момент, що пов'язаний зі станом пучка абонентських пар, коли абоненти *ADSL* починають впливати один на одного.

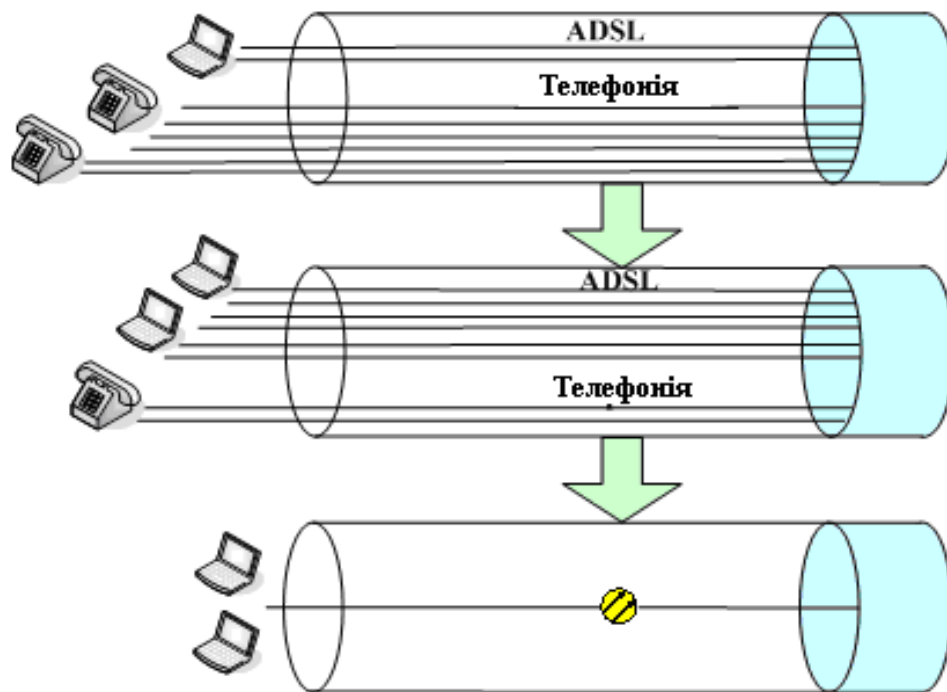


Рисунок 2.2 – Збільшення кількості користувачів і перехід на *FTTx*

Нарешті настає стан, який можна назвати максимальним відсотком послуг *ADSL* у кабельній системі. Після досягнення критичного співвідношення між телефонними абонентами й абонентами *ADSL* у пучку будь-яке нове підключення абонента *ADSL* приводить до істотного погіршення якості для всіх інших абонентів *ADSL*. Подальше збільшення швидкості передачі в ньому неможливо й тоді потрібна реконструкція абонентського кабелю на основі технології *FTTx*.

Досягнення на пучках мережі критичного співвідношення може зайняти не одне десятиліття, що й забезпечує технології *ADSL* статус дуже перспективної. Таким чином, технологія *ADSL* може вважатися «заплаточною», тимчасовою, але в той же час дуже перспективною й сучасною.

## 2.2 Аналіз структури технології ADSL

### Типова схема з'єднання ADSL

Технологія ADSL базується на ідеї використання існуючої абонентської телефонної лінії для забезпечення абонентів послугами широкополосного доступу. При цьому в технологію були закладені деякі основні принципи:

- у технології передбачена організація асиметричного обміну даними;
- при впровадженні ADSL обсяг робіт повинен бути мінімальним, оскільки технологія ADSL споконвічно орієнтована на масове впровадження;
- при будь-яких порушеннях в устаткуванні або мережі NGN традиційний телефонний зв'язок повинен працювати;
- у технології використовуються існуючі абонентські лінії телефонної мережі, у якому би стані вони не були.

На цих підставах виросла вся структура технології ADSL і відбувся процес міграції звичайної телефонної лінії в систему абонентського широкополосного доступу ADSL (рис 2.3).

В основі типової схеми абонентського підключення лежить використання принципу частотного поділу. Весь сигнал, переданий по абонентській лінії, ділиться в частотному діапазоні на три частини (рис.2.4):

- діапазон передачі сигналів традиційної телефонії;
- діапазон для ADSL лінія нагору ;
- діапазон для ADSL лінія вниз .

Асиметричний обмін передбачає, що швидкість передачі даних від абонента до вузла мережі (лінія нагору) буде свідомо менше, ніж швидкість передачі від вузла мережі до абонента (лінія вниз). Тому для передачі даних по лінії нагору приділяється менший частотний діапазон у телефонному каналі. Технологія ADSL займає загальний діапазон до 1,1 МГц.

Телефонний сигнал займає діапазон від 0,3 до 20 кГц, ADSL по лінії нагору - діапазон від 30 кГц до 140 кГц, а сигнал ADSL по лінії вниз - від 140 до 1100 кГц.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

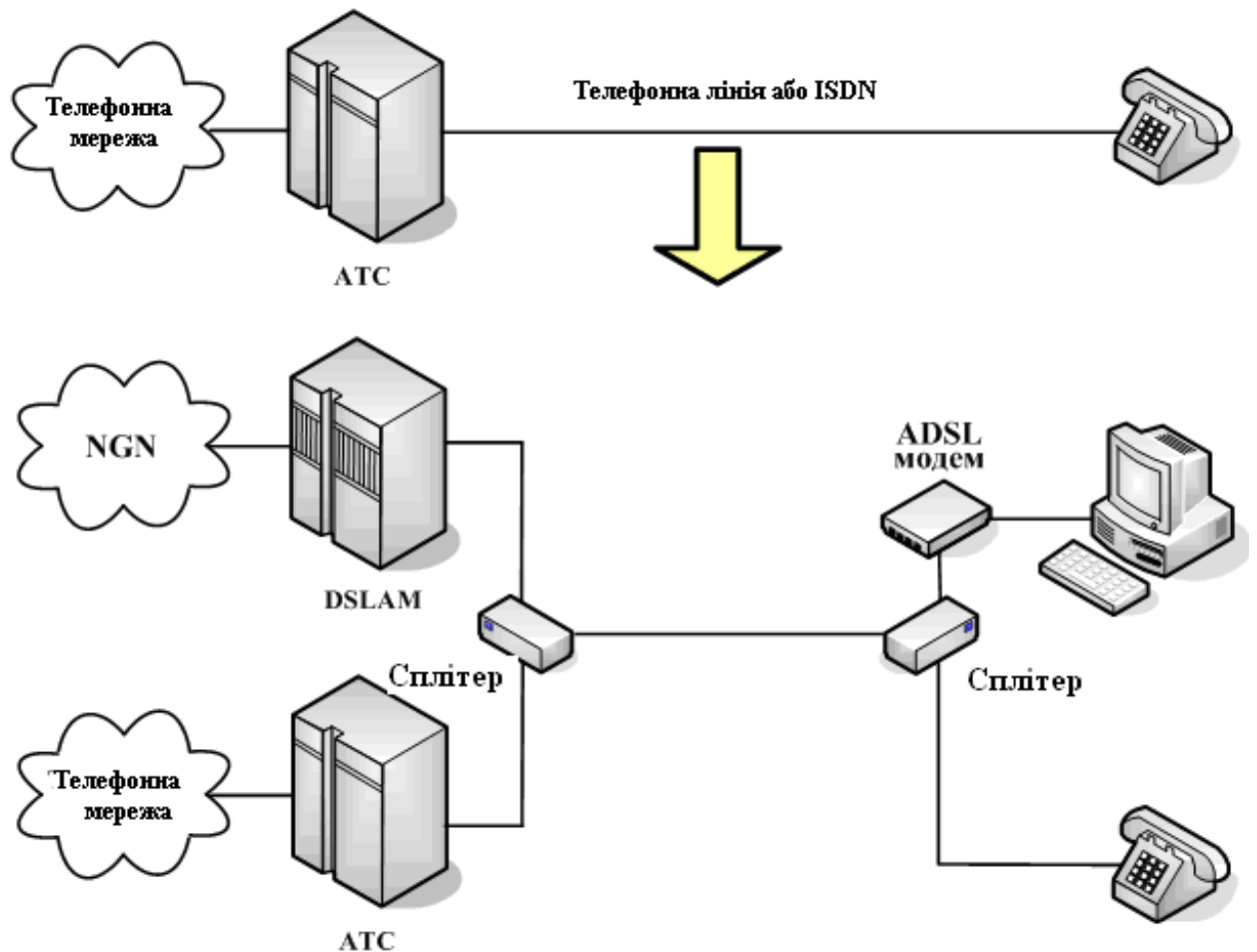


Рисунок 2.3 – Перетворення телефонного з'єднання в з'єднання *ADSL*

Для забезпечення частотного поділу сигналів по обидва боки колишньої телефонної лінії встановлюються розгалужувачі сигналу (сплітери), які виконують функції поділу між ланцюгами телефонії й широкополосного доступу *ADSL*. Телефонний зв'язок (або зв'язок *ISDN*) передається, як і раніше, у своєму частотному діапазоні. Залежно від того, чи була абонентська лінія лінією звичайної телефонної мережі або лінією *ISDN*, розрізняються два стандарти *ADSL*:

1. У випадку використання звичайної телефонної лінії телефонний зв'язок передається в діапазоні від 300 до 3400 Гц, *ADSL* займає частоти, починаючи з 30 кГц.
2. У випадку використання лінії *ISDN*, дані *ISDN* передаються в діапазоні до 80 кГц, а *ADSL* займає частоти, починаючи з 138 кГц.

Сплітери являють собою пасивні елементи, зроблені на основу двох фільтрів: фільтра високих частот (ФВЧ) і фільтра низьких частот (ФНЧ).

Їхнє основне призначення - забезпечити поділ трафіка *ADSL* і трафіка традиційної телефонії *ISDN*. Сплітери не вимагають для своєї роботи живлення, тому що являють собою пасивні елементи.

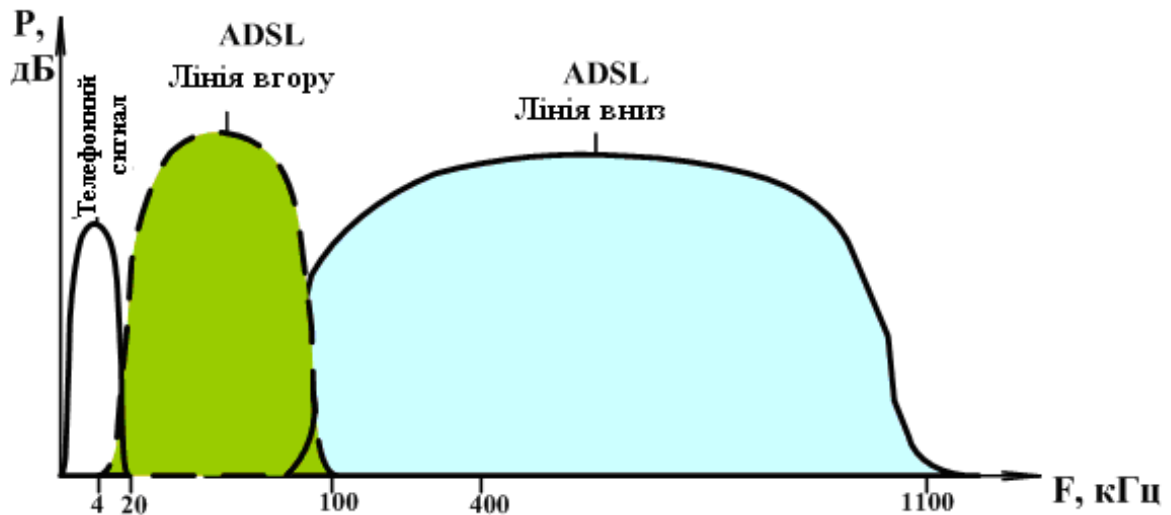


Рисунок 2.4 – Частотний діапазон для передачі сигналів телефонії та *ADSL*

Розглянемо елементи, що додають до абонентського підключення для забезпечення широкополосного доступу. Зі станційної сторони додається встаткування *DSLAM* (*DSL Access Multiplexer* - мультиплексор доступу *DSL*), що виконує функції перетворення сигналів *ADSL* в осередки *ATM*, які потім передаються в мережу.

### Функціонування *ADSL* з погляду протоколів

Функціонування *ADSL* (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) з точки зору протоколів можна розглянути, проаналізувавши кілька ключових аспектів:

#### 1. Фізичний рівень (Physical Layer)

##### *DMT* (*Discrete Multi-Tone*)

*ADSL* використовує технологію роздільного багатотонного сигналу (*DMT*), яка ділить доступну пропускну здатність телефонної лінії на декілька каналів або тонів. Кожен тон модулюється окремо, і їх кількість може досягати 256 або 512.

					КРБ.КІ.1.442-03.4.14	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. Канальний рівень (Data Link Layer)

### ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Історично ADSL використовував ATM для передачі даних. Цей протокол розділяє дані на фіксовані пакети (комірки) по 53 байти, що забезпечує гнучкість і ефективність передачі даних.

### PTM (Packet Transfer Mode)

Сучасні системи ADSL часто використовують PTM замість ATM, що дозволяє більш ефективно передавати IP-пакети без необхідності розбиття на фіксовані комірки.

## 3. Мережевий рівень (Network Layer)

### PPP (Point-to-Point Protocol)

PPP є основним протоколом для встановлення інтернет-з'єднання через ADSL. Він забезпечує автентифікацію, шифрування і стиснення даних.

### PPP over ATM (PPPoA)

Цей протокол інкапсулює PPP в комірки ATM. Він був широко використовуваний у перших версіях ADSL.

### PPP over Ethernet (PPPoE)

PPPoE інкапсулює PPP у фрейми Ethernet, що робить його більш сумісним з сучасними мережевими інфраструктурами, і тому він використовується частіше сьогодні.

## 4. Транспортний рівень (Transport Layer)

### TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

ADSL-з'єднання використовує протоколи TCP/IP для передачі даних. TCP/IP забезпечує надійну доставку даних і є стандартом для більшості інтернет-з'єднань.

## 5. Застосунковий рівень (Application Layer)

### DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Використовується для автоматичного отримання IP-адреси та інших мережних параметрів від провайдера.

### DNS (Domain Name System)

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Служить для перетворення доменних імен в IP-адреси, забезпечуючи доступ до веб-сайтів.

Додаткові Протоколи та Технології:

VPI/VCI (Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier)

Використовуються в ATM для ідентифікації віртуальних каналів і шляхів між користувачем і DSLAM.

G.992.x

Це серія стандартів від ITU-T для різних версій ADSL, таких як ADSL, ADSL2, ADSL2+.

Приклад типового робочого процесу:

1. Модем ADSL встановлює фізичне з'єднання з DSLAM, використовуючи DMT для модулювання сигналу.

2. Дані інкапсулюються у форматі PPPoE або PPPoA, залежно від конфігурації мережі.

3. PPP встановлює сесію, забезпечуючи автентифікацію та встановлення параметрів з'єднання.

4. IP-пакети передаються через TCP/IP, забезпечуючи зв'язок з Інтернетом.

5. DHCP присвоює IP-адресу і DNS використовується для доступу до веб-сайтів.

Різноманітні протоколи на різних рівнях забезпечують надійність, ефективність і безпеку ADSL-з'єднання, дозволяючи користувачам отримувати доступ до інтернет-ресурсів через звичайну телефонну лінію.

На рис 2.5 показаний весь ланцюжок різних пристроїв, що беруть участь у процесі передачі даних і найбільш часта схема взаємодії по рівнях протоколів.

Дані користувача передаються у вигляді запитів протоколу верхнього рівня *HTTP*, що застосовується в Інтернеті. Для передачі даних кадри *HTTP* упаковуються в транспортні кадри *TCP/IP* і передаються на модем *ADSL*. Для

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



лінію й передаються на *DSLAM*. Звичайно на один *DSLAM* приходиться декілька (іноді кілька сотень) підключень модемів.

*DSLAM* являє собою досить простий пристрій, що працює з даними тільки на рівні *ADSL* і *ATM*. Основне завдання *DSLAM* - відновлення даних з кадрів *ADSL* і формування потоку осередків *ATM*, що буде передаватися далі по мережі. Не можна забувати, що технологія *ADSL* народилася в середині 1990-х, коли стратегічною концепцією побудови мультисервісних мереж була технологія *ATM*.

Тоді цілком логічно вважалося, що перетворення даних користувача в ячейки *ATM* на стороні мережі заздалегідь забезпечує функції широкополосного доступу. У сучасній концепції *NGN* технологія *ATM* збережена тільки як службова. Із цієї причини виявилось необхідним перетворити ячейки *ATM* у більш звичну для сучасних мереж форму на базі *TCP/IP*. До складу ланцюга абонентського доступу було включено ще один пристрій, що одержав назву сервера широкополосного віддаленого доступу (*Broadband Remote Access Server, BRAS*). Такий пристрій являє собою крайовий маршрутизатор *IP* для інтелектуального керування широкополосним доступом. *BRAS* дозволяє управляти параметрами трафіка від користувачів *ADSL* на рівні каналу передачі даних пакетного трафіка. Наприклад, регулювання швидкості передачі даних від користувача в мережу здійснює саме *BRAS*. Зараз оператори мереж доступу *DSL* для обмеження прямого й зворотного трафіка використовують на вузлах доступу *ATM* фіксовані профілі швидкості, що можливо реалізувати без допомоги *BRAS*. Але на перспективу для надання гнучко адаптованої пропускної здатності будуть потрібні більш тонко налаштовувані механізми, і реалізувати такі функції без крайового маршрутизатора виявляється скрутним. Крім того, на тлі зростаючого попиту на пропускну здатність оператори регіональних мереж і мереж доступу мають потребу в більш гнучкій масштабованості рішень, і тут *BRAS* стає теж важливим елементом.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Керування потоком пакетного трафіка *IP* в *DSLAM* не може бути реалізовано, *DSLAM* підтримує тільки рівень *ATM*, не вище. Крім функцій керування потоком *BRAS* виконує важливу функцію по перетворенню форматів даних, так що цей елемент дійсно виконує крайове завдання: після нього дані передаються по мережі.

Підбиваючи підсумок вищесказаному, відзначимо, що з погляду функціонування системи *ADSL*, критичною є зв'язка модем і *DSLAM*, де, власне, *ADSL* є присутнім. Всі інші елементи схеми широкополосного абонентського доступу можуть бути віднесені до абонентських пристроїв *NGN* або взагалі складовим частинам транспортної мережі *NGN*.

### **Фактори, що впливають на параметри якості *ADSL***

Параметри якості *ADSL* (Asymmetric Digital Subscriber Line) залежать від низки факторів, які можуть вплинути на швидкість та стабільність з'єднання. Ось основні фактори, які впливають на якість *ADSL*:

1. Відстань до найближчого *DSLAM* (Digital Subscriber Line Access Multiplexer): чим далі знаходиться користувач від *DSLAM*, тим більше знижується швидкість з'єднання. Сигнал слабшає з відстанню, що призводить до втрат у швидкості передачі даних.

2. Якість телефонної лінії: старі або пошкоджені кабелі можуть призвести до перешкод і шуму на лінії, що погіршує якість з'єднання.

3. Шум на лінії: електромагнітні завади від сусідніх електричних приладів або інших ліній зв'язку можуть викликати перешкоди.

4. Перетини кабелів: у місцях, де телефонні кабелі перетинаються з іншими кабелями, можуть виникати інтерференції, що знижують якість сигналу.

5. Стан внутрішньої проводки: поганий стан домашньої проводки або неправильне підключення можуть також вплинути на якість з'єднання.

6. Тип модему та його налаштування: сучасні модеми зазвичай забезпечують кращу якість з'єднання та підтримують вищі швидкості. Налаштування модему також можуть вплинути на параметри якості з'єднання.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Рівень обслуговування провайдера: якість обслуговування з боку провайдера, включаючи технічну підтримку та швидкість реагування на несправності, може значно вплинути на стабільність та швидкість з'єднання.

8. Навколишнє середовище: зміни в температурі та вологості можуть впливати на якість кабелів та, відповідно, на якість з'єднання.

9. Пропускна здатність мережі: завантаженість мережі може впливати на швидкість з'єднання, особливо у пікові години.

10. Інтерференції від сусідніх DSL-ліній: інші ADSL-лінії в тій же кабельній магістралі можуть створювати перешкоди.

Усі ці фактори разом впливають на остаточну якість ADSL-з'єднання, тому важливо враховувати їх під час діагностики проблем або оптимізації з'єднання.

### **2.3 Аналіз сучасних технологій *ADSL2*, *ADSL2+*, *READSL2***

#### **Технологія *ADSL2***

Технологія *ADSL2* оформилася у вигляді стандарту в 2002 році. В основі *ADSL2* була використана традиційна технологія *ADSL*, але в рамках *ADSL2* минулому зроблені доробки для підвищення ефективності.

Отже, у технологію *ADSL2* минулого внесені наступні доповнення *ADSL*:

- модернізація алгоритму модуляції й схеми кодування й підвищення ефективності роботи фізичного рівня;
- впровадження алгоритму керування потужністю передачі;
- оптимізація процедури ініціалізації модему;
- функції діагностики абонентського кабелю в процесі роботи пари
- модем-*DSLAM*;
- розроблені три нових механізми адаптації процесу передачі даних до порушень у параметрах абонентської лінії;

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розроблена схема роботи *ADSL2* тільки в режимі цифрової передачі, без аналогового телефонного сигналу;
- режим швидкого запуску модему дозволив істотно скоротити час відновлення обміну даними в *ADSL2*.

Важливим для практики нюансом технології *ADSL2* є реалізація в рамках цієї технології режиму керування потужністю передачі. Нагадаємо, що для *ADSL* не передбачався «сплячий» режим модему. Модем *ADSL* завжди активний, за рахунок чого збільшуються в цілому енергоспоживання на стороні користувача й рівень перехідних перешкод у кабелі. У технології *ADSL2* минулого встановлені три режими роботи пристрою:

- *L0* – режим максимальної потужності передачі (використається у випадку передачі високошвидкісного трафіка);
- *L2* – режим низького енергоспоживання (відповідає передачі фонового трафіка, наприклад трафіка Інтернет);
- *L3* – «сплячий режим» (включається, коли абонент не використовує *ADSL*).

У технології з'являється діагностика параметрів абонентської пари. Вимірюються найбільш критичні параметри пари: рівень шуму, рівень загасання сигналу, відношення сигнал/шум та ін. Відповідно до стандарту виміри проводяться з двох сторін лінії, з боку модему й з боку *DSLAM*. Причому допускається ситуація, коли якість лінії така, що встановити по ній зв'язок по *ADSL* не можна, але можна включити діагностичний режим. Взагалі, для діагностики мають місце три режими:

- діагностика в процесі передачі даних;
- діагностика в процесі ініціації модему, під час налаштування параметрів пари модем-*DSLAM*;
- діагностика в спеціальному режимі, що дозволяє виконати повний
- спектр вимірів.

Відповідно до стандарту *ADSL2* у процесі роботи пари модем-*DSLAM* діагностуються наступні параметри абонентської пари:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- характеристика каналу на кожній несучій - еквівалент АЧХ;
- рівень шумів на кожній несучій;
- відношення сигнал/шум на кожній несучій;
- загасання в лінії;
- загасання сигналу;
- запас по співвідношенню сигнал/шум;
- максимальна швидкість передачі даних;
- рівень наведеної потужності на ближньому кінці;
- рівень наведеної потужності на дальньому кінці.

Ще одним важливим наслідком розвитку технології *ADSL2* являється поява трьох нових алгоритмів адаптації процесу передачі *ADSL* до умов передачі сигналів *ADSL*. Розглянемо ще три алгоритми, що дозволяють ще краще адаптувати *ADSL* до будь-яких умов передачі сигналів.

Алгоритми працюють по одному принципу, дозволяють без порушення зв'язку налагодити режим передачі пари модем-*DSLAM* таким чином, щоб компенсувати вплив знову з'явившихся перешкод. Цим дані алгоритми відрізняються від уже відомого нам *256DMT/QAM*, що забезпечує підстроювання параметрів пари модем-*DSLAM* перед початком обміну. Таким чином, є можливість компенсувати нерегулярні перешкоди, пов'язані з перехідними перешкодами, явищами інтерференції, імпульсними шумами та ін., тобто найбільш «примхливі» перешкоди.

Усього в технології *ADSL* були розроблені три алгоритми адаптації:

1. Алгоритм *Bit Swapping1 (BS)*, суть якого полягає в тому, що при виникненні селективної перешкоди трансивери використовують резерв у каналі передачі, «перетаскуючи» дані з ушкоджених несучих на більш благополучні.

2. Алгоритм об'єднання даних (*Dynamic Rate Repartitioning, DRR*), що дозволяє компенсувати різницю в затримках даних від різних каналів передачі за рахунок зміни параметрів настроювання мультиплексорів.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Алгоритм адаптації швидкості передачі (*Seamless Rate Adaptation, SRA*) дозволяє вирівняти швидкості різного трафіка за рахунок змін налаштувань того ж керуючого мультиплексора.

Алгоритм *BS* властивий самій технології *ADSL2* і є обов'язковим у реалізації на всім устаткуванні *ADSL2*. Два інших алгоритми вважаються додатковими, оскільки пов'язані з керуючими командами від різних прикладних програм.

Найкраще ілюструвати роботу алгоритму *BS* прикладом. На верхньому (рис.2.6) представлена ситуація виникнення перешкоди, що впливає на деякі несучі. Відповідно до традиційного алгоритму адаптації *256DMT/QAM* для зменшення впливу даної перешкоди ми повинні зменшити рівень *QAM* на уражених несучих. Досвід показує, що відповідне зменшення швидкості передачі не завжди адекватно рівню перешкоди.

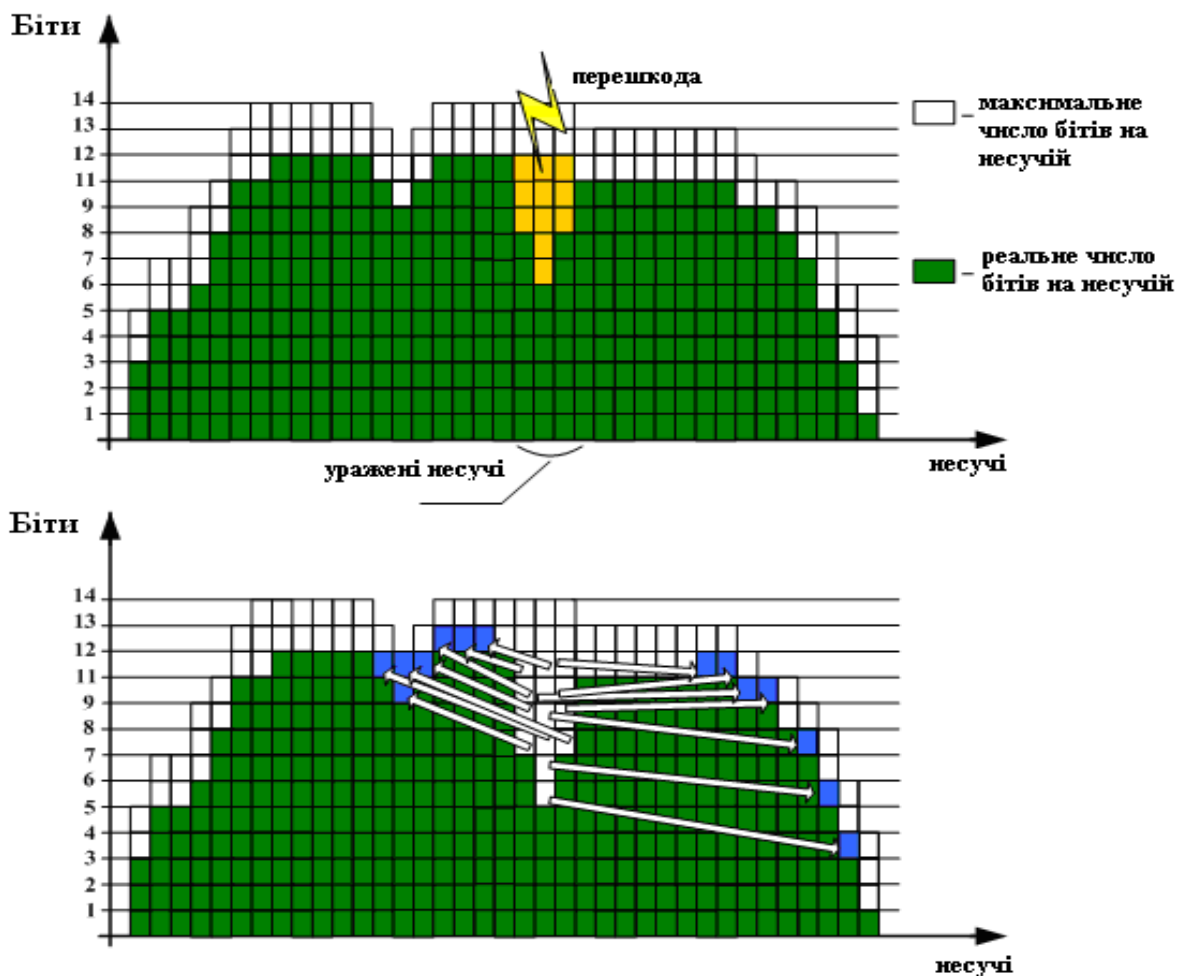


Рисунок 2.6 – Реалізація алгоритму *BS*

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Це визначається тим, що *QAM* регулюється найвищою мірою дискретно. Наприклад, якщо на всіх несучих використовується модуляція *QAM-4096*, що відповідає 12 бітам на один переданий символ, то згідно *256DMT/QAM* ми повинні перейти на рівень, наприклад, *QAM-1024*, для якого швидкість передачі буде вже 10 біт на символ. Це еквівалентно зменшенню *SNR* на даній несучій на 6 дБ. Але зменшення швидкості може не відповідати реальному рівню *SNR* на уражених несучих.

Алгоритм *BS* пропонує альтернативне рішення розглянутої проблеми. На всіх неуразених несучих існує певний резерв пропускнуої здатності, пов'язаний з різницею між реальною швидкістю передачі даних на несучій і максимально припустимій. В алгоритмі *BS* передбачається «перетягнути» уражені перешкодою символи на резервні місця в структурі сигналу (рис.2.8). У результаті такого «перетаскування» швидкість обміну не зменшується, але адаптація до існуючої перешкоди виконується повною мірою.

Технологія *ADSL2* трохи поліпшила ситуацію з перехідними перешкодами за рахунок впровадження «сплячого» режиму в роботі модемів. Проте, фактор взаємного впливу пар одна на одну є й залишається обмеженням на потенційне число абонентів у пучку.

Специфіка перехідної перешкоди полягає в тому, що у випадку встановлення слабкого зв'язку між парами, робота абонента *ADSL* в одній парі приводить до появи широкополосного шумового фону в іншій парі, тому що шум від перехідної перешкоди логічно проявляється у всьому робочому діапазоні частот *ADSL*.

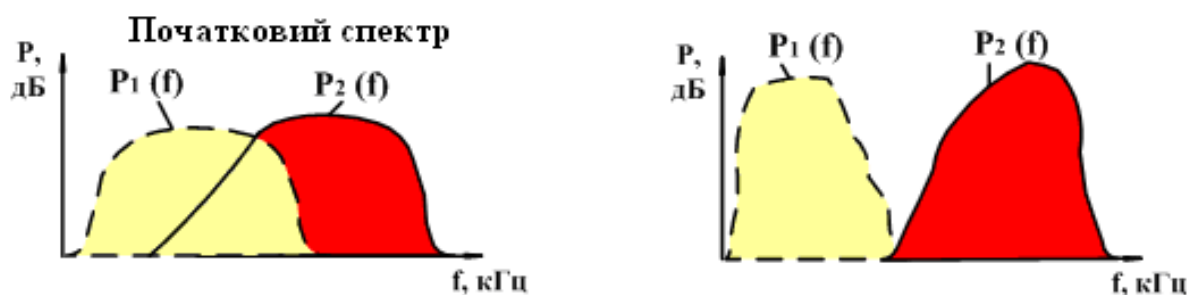


Рисунок 2.7 – Забезпечення алгоритмом *BS* перетікання спектру сигналу в умовах взаємної перешкоди

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

І чим буде більше зв'язків між парами, тим менше виявиться абонентів у пучку. Допомогти може алгоритм BS, наслідком якого є «перетікання» сигналів між зв'язаними парами в пучку в різні діапазони (рис.2.7).

Алгоритм об'єднання даних (*Dynamic Rate Repartitioning, DRR*) дозволяє компенсувати різницю в затримках даних від різних каналів передачі за рахунок зміни параметрів настроювання мультиплексорів. Зміст цього алгоритму полягає в тому, що він дозволяє усередині одного потоку даних *ADSL* установити кілька каналів передачі даних з метою регулювання затримки передачі для кожного каналу (рис.2.8). Це особливо затребувано в концепції *Triple Play*, де різні категорії трафіка мають різні вимоги до затримки в процесі передачі.

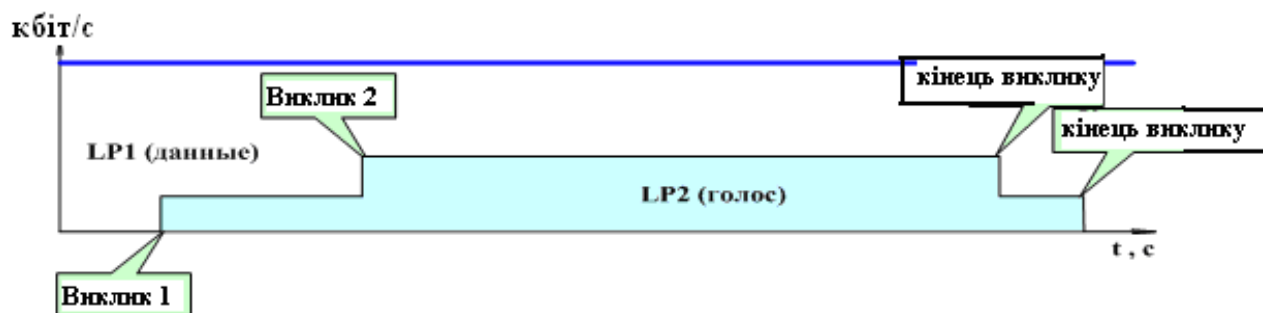


Рисунок 2.8 – Алгоритм об'єднання даних

Передача даних у цілому не критична до затримки, тоді як передача мовної інформації дуже критична до цього параметра. Алгоритм *DRR* передбачає на початку роботи *ADSL* надання всієї смуги передачі потоку *LP1*, оскільки спочатку немає необхідності передачі голосової інформації. Але з появою першого виклику *CVoDSL* (передача голосу в системі *DSL* по виділеному каналі) частина смуги передачі з високим пріоритетом приділяється передачі голосу, а смуга передачі, що відводиться даним, зменшується. Поява другого виклику ще більше зменшує смугу для передачі даних, оскільки передача голосу в алгоритмі *DRR* є більш пріоритетною. Як тільки виклики *CVoDSL* закінчуються, вся смуга знову приділяється передачі даних.

Таким чином, у технології *ADSL2* був реалізований механізм розподілу ресурсів каналу передачі *ADSL* між різними категоріями трафіка, що саме по собі робить серйозний крок уперед по шляху адаптації *ADSL* до концепції *Triple Play*.

Ще одним додатковим адаптивним алгоритмом, реалізованим у технології *ADSL2*, є алгоритм адаптації швидкості (*Seamless Rate Adaptation, SRA*). Розглянемо випадок, коли на канал передачі впливає нерегулярна перешкода (рис.2.9), наприклад радіоперешкода від зовнішнього джерела. Ця перешкода присутня тільки протягом обмеженого часу.

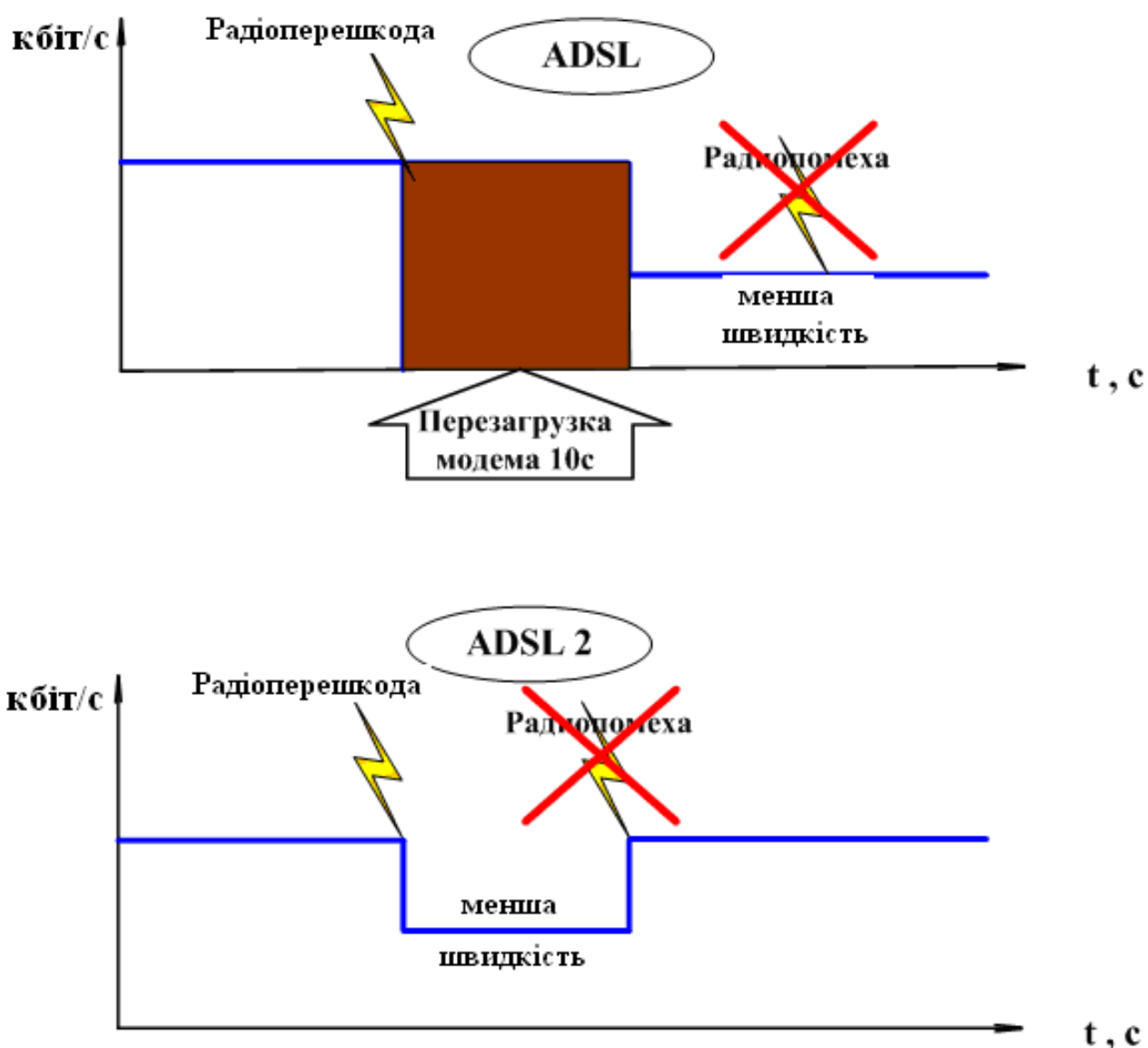


Рисунок 2.9 – Алгоритм адаптації швидкості

У традиційній технології *ADSL* реакція в системі доступу буде наступною. Радіоперешкода викликає підвищення рівня шумів у всьому діапазоні або в його частині. Як наслідок, з існуючими параметрами настроювання передати інформацію виявляється неможливим. Модем починає перезавантаження й повторну ініціацію. Ініціація займає в середньому 10 с.

Алгоритм *SRA* виконує підстроювання швидкості в режимі реального часу без необхідності перезавантаження модему.

Для цього встановлюється режим зміни схеми модуляції без впливу на параметри циклового синхронізму, що в традиційній технології *ADSL* не передбачалося. У результаті застосування алгоритму *SRA* з появою радіоперешкоди швидкість обміну даними зменшується, але як тільки перешкода усувається, швидкість приймає початкове значення.

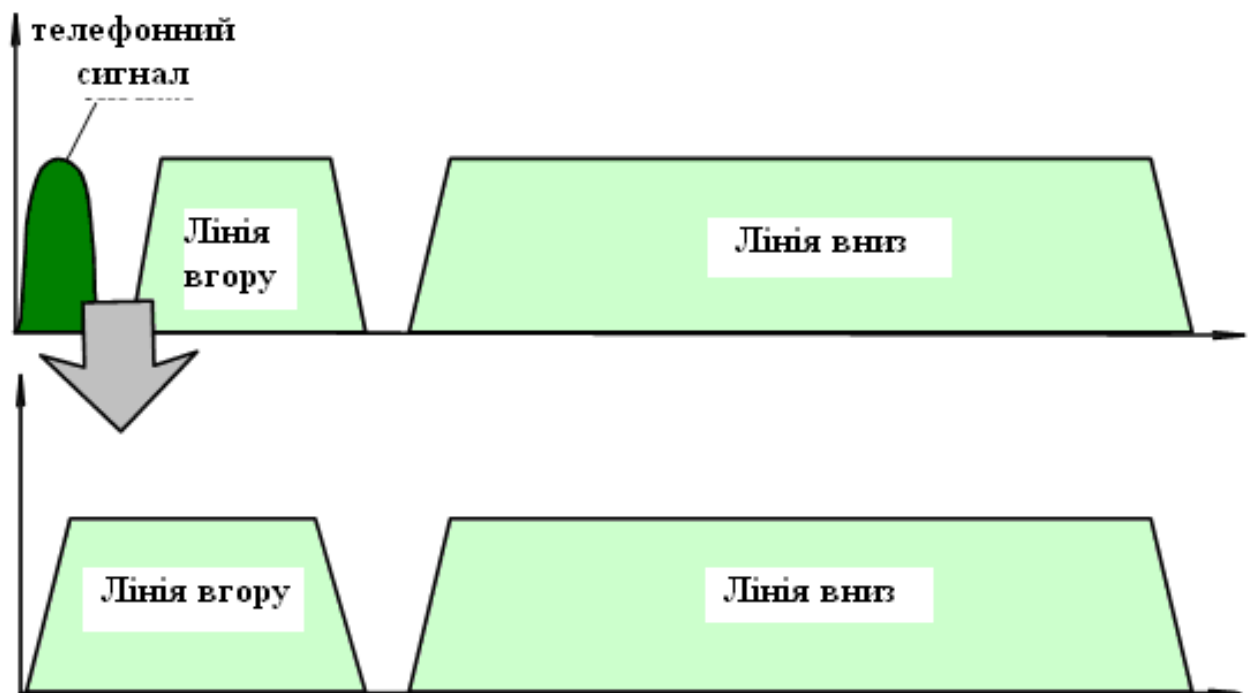


Рисунок 2.10 – «Цифровий» режим *ADSL*

Широка популярність технології *VoDSL* привела до необхідності передбачати варіанти використання *ADSL* тільки в «цифровому режимі», без виділення ресурсу під передачу сигналу традиційного телефонного зв'язку (рис. 2.10).

Основною перевагою при перекладі *ADSL* у чисто цифровий режим роботи є збільшення швидкості передачі даних по лінії нагору, що виявляється вкрай затребуваним для будь-яких додатків *VoDSL*.

### **Технологія *ADSL2+*, *READSL2***

Технологія *ADSL2* означала реформування традиційної технології *ADSL*. Її послідовники - *ADSL2+* і *READSL2* - переслідували більш прикладні цілі: розширення смуги передачі й зони покриття послугами. Той факт, що технологія *ADSL2+* була стандартизована в 2003 р., тобто через рік після *ADSL2*, показує, що ніяких нових технологічних проривів тут не було зроблено.

Єдине, що відрізняє технологію *ADSL2+* від *ADSL2* - це діапазон роботи. Традиційна технологія *ADSL* і *ADSL2* працювали в діапазоні до 1,1 МГц, а для розширення смуги передачі в технології *ADSL2+* було запропоновано просто збільшити діапазон роботи вдвічі, тобто до 2,2 МГц. У результаті збільшилася кількість несучих *DMT* і, як наслідок, збільшилася сукупна швидкість передачі.

Слід зазначити, що всі переваги *ADSL2+* у частині більш високої швидкості обміну, актуальні тільки для користувачів, розташованих поблизу вузла зв'язку. При віддаленні абонента на 2,5 км різниці між технологіями *ADSL2* і *ADSL2+* не існує, більше того, невеликі оптимізації в цикловій структурі й схемах кодування, прийняті в *ADSL2+*, привели до того, що ця технологія навіть трохи гірша, ніж *ADSL2* працює на протяжних абонентських лініях. Ніяких інших принципових відмінностей у технологіях *ADSL2* і *ADSL2+* не існує. Але необхідно врахувати, що всі перераховані в попередньому розділі технологічні нововведення *ADSL2* застосовуються й у технології *ADSL2+*.

Так само мало, як про технологію *ADSL2+* можна сказати про *READSL2*. Ця технологія ставила своїм завданням забезпечити більшу зону покриття послугами *ADSL* користувачів, віддалених від вузла зв'язку. За рахунок чого досягається дальність технології *READSL2*. Принцип досить простий:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використовувати ту ж потужність, що має *ADSL*, але в меншому діапазоні. За рахунок цього технологія *READSL2* здатна покривати більші відстані.

Серед розглянутих технологій сімейства *ADSL* варто вибрати встаткування, що підтримує *ADSL2+*. Ця технологія найбільш ефективно використовує існуючу абонентську пару в кабелі. *READSL2* забезпечує максимальну дальність, але підключення встаткування з підтримкою *READSL2* можливо після великої кількості попередніх заявок від абонентів, віддалених від вузла зв'язку.

Розглянувши різноманітні технології, оцінивши їх переваги та недоліки, можна зробити висновок, що для об'єднання віддалених філій фірми «Гефест» в єдину корпоративну мережу, найбільш доцільно скористатися технологією *ADSL2+*, так як вона у повній мірі може забезпечити своєю пропускну здатністю та надійністю потреби підприємства щодо передачі інформації. За допомогою цієї технології, мережа буде побудована в найкоротші строки, так як не потрібно прокладати додаткових кабелів, а можна скористатися вже існуючою телефонною мережею. Це також значно здешевить побудову цієї мережі, що має не найменше значення для підприємства.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3

### ПРОЕКТУВАННЯ СХЕМИ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ФІРМИ «ГЕФЕСТ»

#### 3.1 Аналіз структури фірми «Гефест»

Будівельна компанія «Гефест» має 4 офіси у місті Одеса, які розташовані за адресами: Червоний пров., 14 – головна філія (головний офіс №1); вул. Генуезька, 1 (офіс №2); вул. Фонтанська дорога, 25 (офіс №3); вул. Новосельського, 81 (офіс №4). Схему інформаційних потоків між філіями фірми «Гефест» показано на рисунку 3.1.

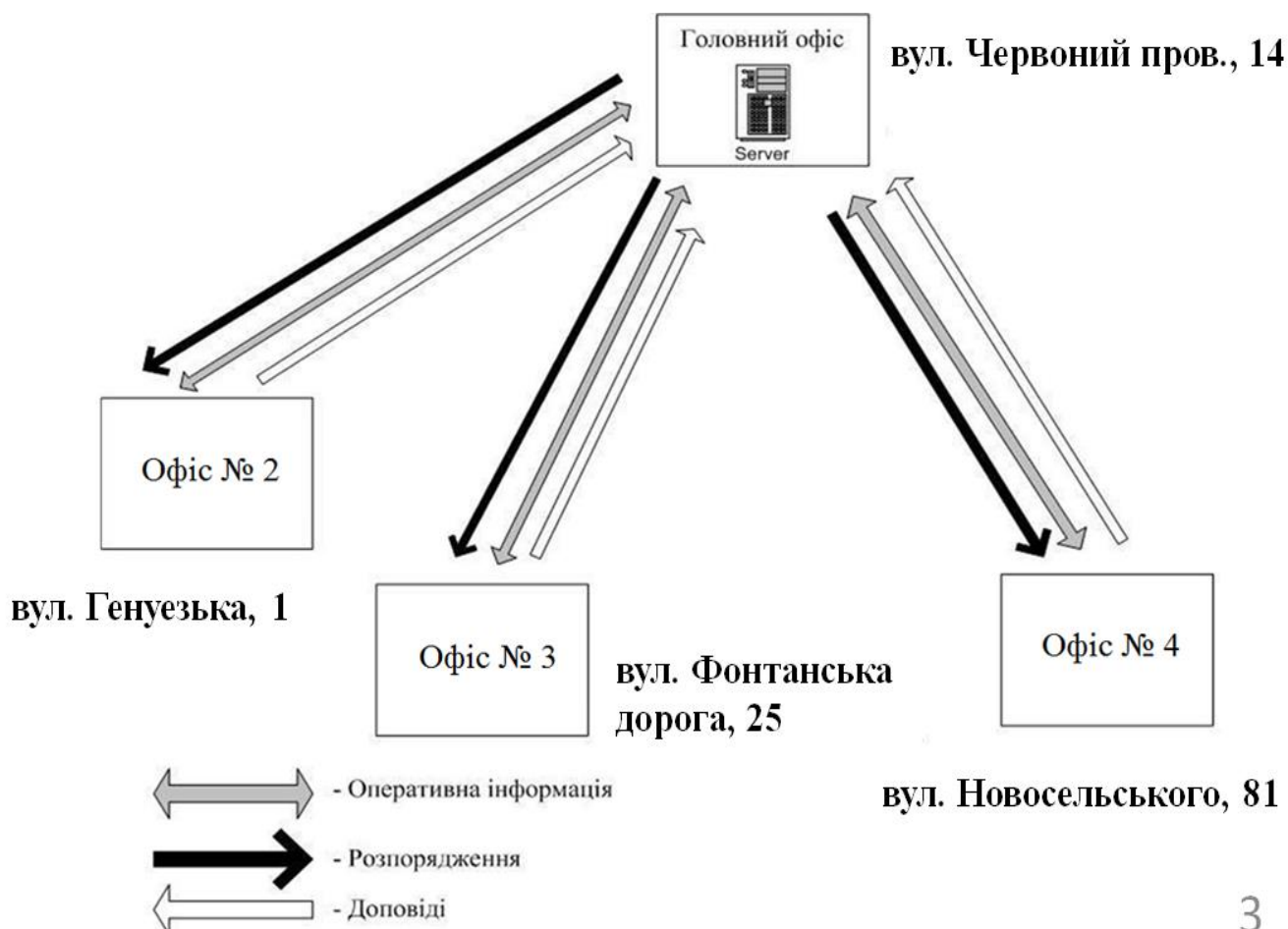


Рисунок 3.1 – Схема інформаційних потоків між філіями фірми «Гефест»

У головному офісі за адресою Червоний пров., 14 знаходиться 20 робочих комп'ютерів, а також сервер бази даних (БД), 1С, WEB сервер, до яких

					КРБ.КІ.1.442-03.4.14	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

будуть звертатися зі своїми запитами комп'ютери з інших філій. В офісі на вул. Новосельського знаходиться 11 робочих комп'ютерів; в офісі на Фонтанській дорозі – 9 комп'ютерів; в офісі на вул. Генуезька – 8 комп'ютерів.

Для того щоб об'єднати локальні мережі офісів і віддалені філії, застосуємо технологію віртуальних приватних мереж – *VPN (Virtual Private Network)*. Дана технологія призначена для криптографічного захисту даних, що передаються по комп'ютерних мережах. Віртуальна приватна мережа являє собою сукупність мережних з'єднань між декількома *VPN*-шлюзами, на яких виконується шифрування мережного трафіка. *VPN*-шлюзи ще називають криптографічними шлюзами або крипто-шлюзи.

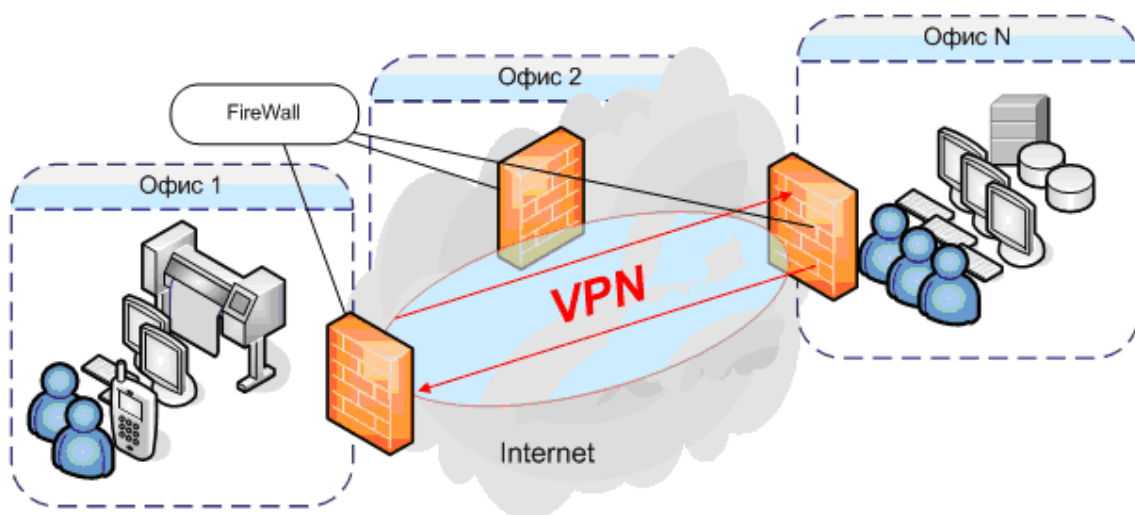


Рисунок 3.2 – Схема об'єднання віддалених офісів за допомогою *Internet*

З огляду на те, що місця розташування офісів і їхня кількість (у зв'язку з розширенням компанії) можуть змінюватися, найбільш доцільно використати *Internet* як транспортне середовище передачі даних, при побудові корпоративної мережі підприємства:

Переваги:

- низька абонентська плата;
- простота реалізації.

Недоліки:

- невисока надійність;
- відсутність гарантованої швидкості передачі даних.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Як технологія доступу до мережі *Internet* найкраще застосувати *ADSL*. Технологія *ADSL* володіє декількома серйозними перевагами. У порівнянні із системами супутникового й бездротового доступу вона дає більш високу якість з'єднання, близьке до якості волоконно-оптичних ліній.

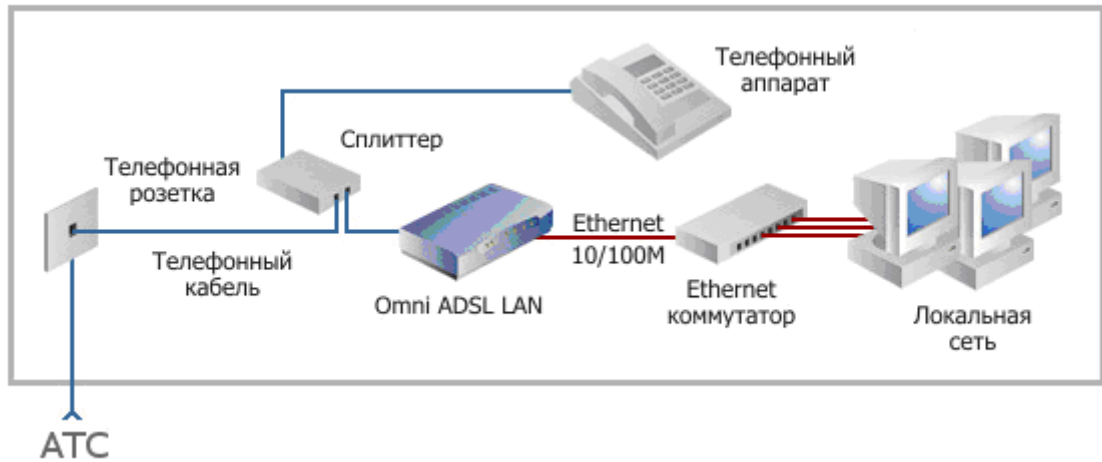


Рисунок 3.3 – Типова схема підключення малого офісу

По своїй якості (імовірність помилки в каналі від  $10^{-8}$  до  $10^{-10}$ ) вона є альтернативою побудові абонентських волоконно-оптичних ліній (у цілому досить недешевих) і дозволяє оптимально використати існуючі кабельні мережі традиційних телефонних операторів. У порівнянні із провідними виділеними каналами - для *ADSL* не потрібно вишукувати вільну мідну пару. У порівнянні з волоконно-оптичними лініями набагато дешевше й реалізується в більш короткий термін.

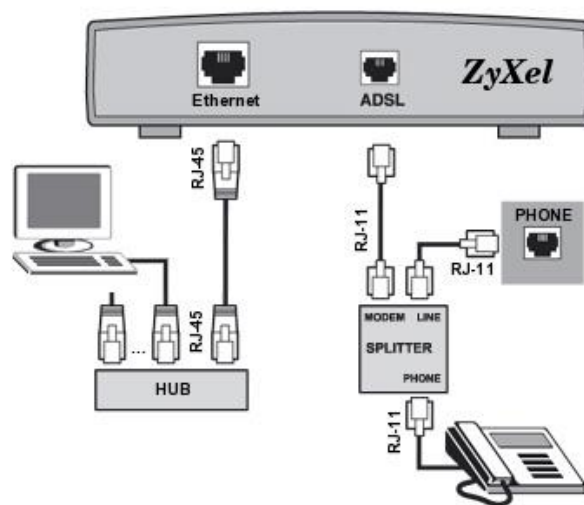


Рисунок 3.4 – Типова схема комутації

### 3.2 Вибір топології мережі

Традиційно вважається, що локальні мережі повинні будуватися по топології «зірка», а кільцева архітектура властива серйозним телекомунікаційним системам на основі *SDH/ATM* (це дуже ефективний засіб підвищення надійності в телефонії, де кілька АТС можуть продовжувати працювати незалежно від вузла, що вийшов з ладу).

Однак, будь-яка багатозв'язна архітектура більш надійна, чим просте з'єднання. І кільце *Ethernet* не виключення. З поширенням недорогих комутаторів, що підтримують *STP* (протокол покриваючого дерева), використання резервних зв'язків стало досить простим процесом, що не вимагає втручання адміністраторів мережі. При використанні «кільця» у випадку виходу з ладу якого-небудь вузла (або частини кабельної системи) працездатність мережі в цілому зберігається.

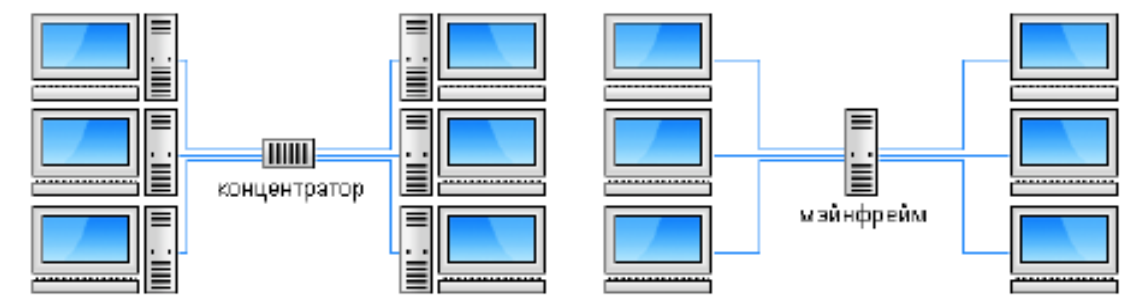


Рисунок 3.5 – Структура топології «зірка»

Концентратор може бути як пасивним так і активним. В останньому випадку (активний) здатний самостійно ухвалювати рішення щодо вибору оптимальних шляхів а також робити інші розрахунки, у результаті чого пропускна здатність такого концентратора на порядок вище пасивного.

Якщо раніше пропускна здатність мережі визначалася обчислювальною потужністю центрального вузла якимось був сервер або мейнфрейм, то тепер теж саме можна сказати й про концентратор. Так чи інакше, сама структура даної топології максимально знижує ймовірність колізій для кожної робочої станції.



відмінну продуктивність (особливо якщо при розгортанні кабельних мереж використовуються активні концентратори). Однак якщо центральний комутаційний вузол не блищить продуктивністю, то в найближчому часі він може стати вузьким місцем мережі.

Очевидно що з погляду надійності має перевагу топологія «кільце», але так як для корпоративної мережі не найменш важливим є питання вартості мережі й, з огляду на, труднощі виникаючі при прокладці кабелю, то в підсумку топологія «зірка» є найбільш оптимальною.

### 3.3 Особливості використання технології VPN

Незважаючи на те, що комунікації здійснюються по публічних мережах з використанням небезпечних протоколів, за рахунок шифрування створюються закриті від сторонніх канали обміну інформацією. VPN (англ. *Virtual Private Network* – віртуальна приватна мережа) дозволяє об'єднати, наприклад, кілька офісів організації в єдину мережу з використанням для зв'язку між ними непідконтрольних каналів.

Користувачі *Microsoft Windows* позначають терміном «VPN» одну з реалізацій віртуальної мережі – *PPTP*, причому використовувану найчастіше не для створення приватних мереж. Найчастіше для створення віртуальної мережі використовується інкапсуляція протоколу *PPP* у який-небудь інший протокол – *IP* (такий спосіб використовує реалізація *PPTP* – *Point-to-Point Tunneling Protocol*) або *Ethernet (PPPoE)* (хоча й вони мають розходження). Технологія *VPN* останнім часом використовується не тільки для створення власне приватних мереж, але й деякими провайдерами «останньої милі» для надання виходу в Інтернет.

При належному рівні реалізації й використанні спеціального програмного забезпечення мережа *VPN* може забезпечити високий рівень шифрування переданої інформації. При правильному налаштуванні всіх компонентів технологія *VPN* забезпечує анонімність у мережі.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

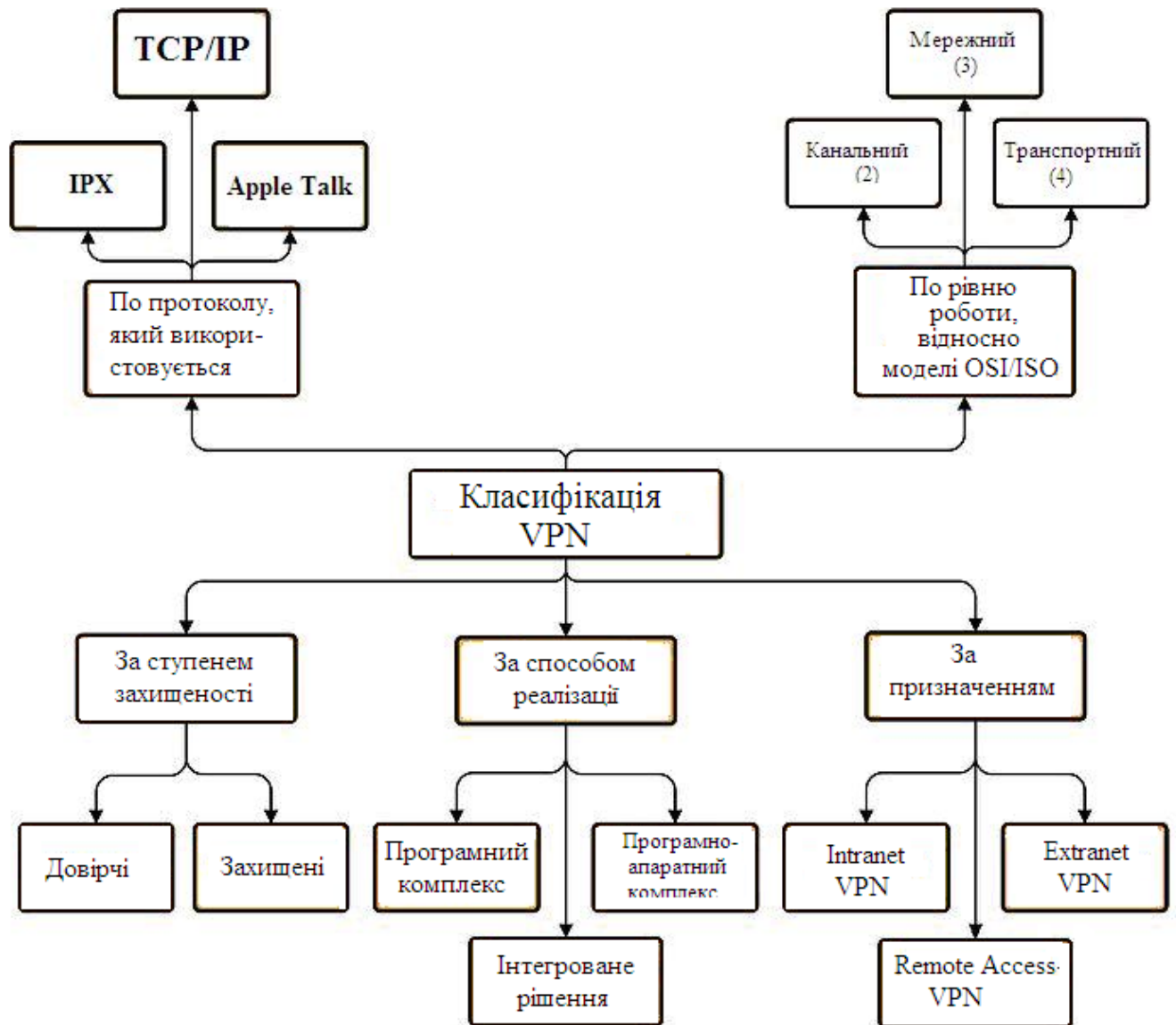


Рисунок 3.7 – Класифікація VPN

Класифікувати VPN рішення можна за декількома основними параметрами:

1. По типу використовуваного середовища:

– захищені. Це найпоширеніший варіант віртуальних приватних мереж. За його допомогою можливо створити надійну й захищену підмережу на основі ненадійної мережі, як правило, Інтернету. Прикладом захищених VPN є: *IPSec, OpenVPN і PPTP*.

– довірчі. Використовуються у випадках, коли середовище передачі можна вважати надійним й необхідно вирішити лише завдання створення віртуальної підмережі в рамках більшої мережі. Питання забезпечення безпеки стають неактуальними. Прикладами подібних VPN рішенні є: *Multi-protocol*

*label switching (MPLS) i L2TP (Layer 2 Tunnelling Protocol)*. (точніше сказати, що ці протоколи перекладають завдання забезпечення безпеки на інші, наприклад *L2TP*, як правило, використовуються в парі з *IPSec*).

2. По способу реалізації:

– у вигляді спеціального програмно-апаратного забезпечення. Реалізація *VPN* мережі здійснюється за допомогою спеціального комплексу програмно-апаратних засобів. Така реалізація забезпечує високу продуктивність і, як правило, високий ступінь захищеності;

– у вигляді програмного рішення. Використовують персональний комп'ютер зі спеціальним програмним забезпеченням, що забезпечує функціональність *VPN*;

– інтегроване рішення. Функціональність *VPN* забезпечує комплекс, що вирішує також завдання фільтрації мережного трафіка, організації мережного екрана й забезпечення якості обслуговування.

3. По призначенню:

– *Intranet VPN*. Використовують для об'єднання в єдину захищену мережу декількох розподілених філій однієї організації, що обмінюються даними по відкритим каналам зв'язку;

– *Remote Access VPN*. Використовують для створення захищеного каналу між сегментом корпоративної мережі (центральною офісом або філією) і одиночним користувачем, що, працюючи в будинку, підключається до корпоративних ресурсів з домашнього комп'ютера або, перебуваючи у відрядженні, підключається до корпоративних ресурсів за допомогою ноутбука.

– *Extranet VPN*. Використовують для мереж, до яких підключаються «зовнішні» користувачі (наприклад, замовники або клієнти). Рівень довіри до них набагато нижче, ніж до співробітників компанії, тому потрібне забезпечення спеціальних «рубежів» захисту, що запобігають або обмежують доступ останніх до особливо кошовної, конфіденційної інформації.

4. По типу протоколу існують реалізації віртуальних приватних мереж

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

під *TCP/IP*, *IPX* і *AppleTalk*. Але на сьогоднішній день спостерігається тенденція до загального переходу на протокол *TCP/IP*, і абсолютна більшість *VPN* рішень підтримує саме його.

5. За рівнем мережного протоколу: За рівнем мережного протоколу на основі зіставлення з рівнями еталонної мережної моделі *ISO/OSI*.

### 3.4 Особливості використання протоколу *PPPoE*

*PPPoE* (англ. *Point-to-point protocol over Ethernet*) – мережний протокол передачі кадрів *PPP* через *Ethernet*. В основному використовується *xDSL*-сервісами. Надає додаткові можливості (аутентифікація, стиск, шифрування).

На жаль, його *MTU* нижче, ніж на стандартному *Ethernet*, що іноді викликає проблеми з погано налагодженими міжмережними екранами.

*PPPoE* – це тунеліруючий протокол (*tunneling protocol*), що дозволяє налагоджувати (або інкапсулювати) *IP*, або інші протоколи, які нашаровуються на *PPP*, через з'єднання *Ethernet*, але із програмними можливостями *PPP* з'єднань, і тому використовується для віртуальних «дзвінків» на сусідню *Ethernet*-машину й устанавлює з'єднання точка-точка, що використовується для транспортування *IP*-пакетів, що працює з можливостями *PPP*.

*PPPoE* розроблений *UUNET*, *Redback Networks* і *RouterWare*. Протокол описаний в *RFC 2516*.

Варто відзначити, що деякі постачальники устаткування (*Cisco* і *Juniper*, наприклад) посилаються на *PPPoEoE* (*PPPoE over Ethernet*), що означає *PPPoE*, що працює прямо через *Ethernet* або інші мережі або зв'язані в *Ethernet* (*Ethernet bridged over ATM*), для того, щоб відрізнити від *PPPoEoA* (*PPPoE over ATM*), що працює на *ATM virtual circuit* по специфікації *RFC 2684* і *SNAP* і інкапсулює *PPPoE*. *PPPoEoA* — не те ж саме, що *Point-to-Point Protocol over ATM* (*PPPoA*) — він не використовує *SNAP*.

Робота *PPPoE* здійснюється в такий спосіб. Існує *Ethernet*-середовище, тобто кілька з'єднаних мережних карт, які адресуються *MAC*-адресами. Заголовки *Ethernet*-кадрів містять адресу відправника кадру, адресу

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

одержувача кадру й тип кадру. Одну з карт слухає *PPPoE* сервер. Клієнт посилає ширококомовний *Ethernet* кадр, на який повинен відповісти *PPPoE* сервер (адреса відправника кадру — своя *MAC*-адреса, адреса одержувача кадру — *FF:FF:FF:FF:FF:FF* і тип кадру — *PPPo Discovery*). *PPPoE* сервер посилає клієнтові відповідь (адреса відправника кадру — своя *MAC*-адреса, адреса одержувача кадру — *MAC*-адреса клієнта й тип кадру — *PPPoE Discovery*). Якщо в мережі кілька *PPPoE* серверів, то всі вони посилають відповідь. Клієнт вибирає підходящий сервер і посилає йому запит на з'єднання. Сервер посилає клієнтові підтвердження з унікальним ідентифікатором сесії, всі наступні кадри в сесії будуть мати цей ідентифікатор. Таким чином, між сервером і клієнтом створюється віртуальний канал, що ідентифікується ідентифікатором сесії й *MAC*-адресами клієнта й сервера. Потім у цьому каналі піднімається *PPP* з'єднання, а вже в *PPP* пакети впаковується *IP*-трафік.

Якщо користувач хоче підключитися до інтернету по *DSL*, спочатку його машина повинна виявити концентратор доступу (*DSL access concentrator* або *DSL-AC*) на стороні провайдера (*point of presence (POP)*). Взаємодія через *Ethernet* можлива тільки через *MAC*-адреси. Якщо комп'ютер не знає *MAC*-адреси *DSL-AC*, він посилає *PADI (PPPo Active Discovery Initiation)* пакет через *Ethernet broadcast (MAC: ff:ff:ff:ff:ff:ff)*. Цей *PADI*-пакет містить *MAC*-адресу машини, що його послала.

Приклад *PADI*-пакета:

```

Frame 1 (44 bytes on wire, 44 bytes captured)
Ethernet II, Src: 00:50:da:42:d7:df, Dst: ff:ff:ff:ff:ff:ff
PPP-over-Ethernet Discovery
Version: 1
Type 1
Code Active Discovery Initiation (PADI)
Session ID: 0000
Payload Length: 24
PPPo Tags
Tag: Service-Name

```

					КРБ.КІ.1.442-03.4.14	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Tag: Host-Uniq*

*Binary Data: (16 bytes)*

*Src. (=source)* представляє *MAC*-адресу машини, що послала *PADI*. *Dst. (=destination)* є широкомовною *Ethernet*-адресою. *PADI*-пакет може бути отриманий більш ніж одним *DSL-AC*.

*PADO – PPPoE Active Discovery Offer.*

Як тільки користувальницька машина відіслала *PADI*-пакет, *DSL-AC* відповідає посилаючи *PADO*-пакет, використовуючи *MAC*-адреси, що прийшли з *PADI*. *PADO*-пакет містить *MAC*-адреси *DSL-AC*, їхні імена (наприклад *LEIXII-erx* для концентратора *T-Com DSL-AC* в одній з філій фірми) і ім'я сервісу. Якщо ж більше однієї точки *DSL-AC* відповіло *PADO*-пакетом, користувальницька машина вибирає *DSL-AC* конкретний *POP*, використовуючи імена, що прийшли, або імена сервісів.

От приклад *PADO*-пакета:

*Frame 2 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)*

*Ethernet II, Src: 00:0e:40:7b:f3:8a, Dst: 00:50:da:42:d7:df*

*PPP-over-Ethernet Discovery*

*Version: 1*

*Type 1*

*Code Active Discovery Offer (PADO)*

*Session ID: 0000 Payload Length: 36*

*PPPo Tags*

*Tag: Service-Name*

*Tag: AC-Name*

*String Data: Ipzbr001*

*Tag: Host-Uniq*

*Binary Data: (16 bytes)*

*PADR* розшифровується як *PPPoE Active Discovery Request*.

Як сказано вище, користувальницька машина повинна вибрати *POP* (точку доступу) – це робиться за допомогою *PADR*-пакета, що посилається на *MAC*-адресу обраного *DSL-AC*.

*PADS — PPPoE Active Discovery Session-confirmation.*

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*PADR*-пакет підтверджується концентратором пересиланням *PADS*-пакета, у ньому ж приходять *Session ID*. З'єднання з *DSL-AC* для цієї точки доступу тепер повністю встановлено.

*PADT* — *PPPoE Active Discovery Termination*.

Цей пакет обриває з'єднання з *POP*. Він може бути посланий або з боку користувача, або з боку *DSL-AC*.

Переваги схеми:

1. *IP*-заголовки в *Ethernet* середовищі ігноруються. Тобто користувач може призначити *IP*-адресу своїй мережній карті, але це не приведе до «обвалу» мережі (теоретично, при роботі з мережним концентратором не повинно відбутися «обвалу» і при зміні користувачем *MAC*-адреси навіть на адресу сервера, а при роботі з мережним комутатором все залежить від конструкції комутатора).
2. Кожне з'єднання відділене від інших (працює у своєму каналі).
3. Налаштування (*IP*-адреси, адреси шлюзу, адреси *DNS* серверів) можуть передаватися сервером.
4. *PPP* з'єднання легко аутентифікуються й обраховується (наприклад, за допомогою *RADIUS*).
5. *PPP* з'єднання можна шифрувати. Наприклад, при роботі з мережним концентратором (коли на кожній мережній карті може бути видний весь *Ethernet* трафік) прочитати чужий *IP*-трафік досить важко.

### 3.5 Активне мережне устаткування

З розрахунку вже наявної кількості комп'ютерів в офісах і передбачуваний появі нових, для мережі потрібно три шістнадцяти-портових і один двадцятичотирьох-портовий комутатор.

Після ознайомлення з комутаторами різних виробників і вивчення відкликів про використання було вирішено використати комутатори *D-Link DGS-1016 S/E*, *D-Link DGS-1100-24PV2/E 24xGE (1-12 PoE)*. Тому що вони при помірній ціні відрізнялися стабільною роботою.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16-портовий гігабітний некерований комутатор ідеально підходить для будинків та підприємств малого та середнього бізнесу, які шукають швидкий та простий спосіб модернізації чи розширення мережі. Завдяки тонкому та низькопрофільному дизайну його можна розмістити на робочому столі або закріпити на стіні. Простий у налаштуванні, який не вимагає програмного забезпечення або конфігурації. Гігабітне підключення з підтримкою якості обслуговування 802.1p забезпечує швидше завантаження та вивантаження даних без переривання потокового відео або голосових дзвінків.

Металевий корпус з безвентиляторною конструкцією не тільки забезпечує безшумну роботу, але й знижує енергоспоживання та підвищує надійність. Світлодіодні індикатори на кожному порту дозволяють швидко визначити, коли щось не так зі з'єднанням. Завдяки вбудованим технологіям енергозбереження комутатор автоматично знижує енергоспоживання при виявленні маловідвідуваного або незайнятого порту. Він також може визначити, коли підключений коротший мережний кабель, щоб використовувати менше енергії на цьому порту.

#### Специфікація 16-портового комутатора *D-Link DGS-1016 S/E*

##### Порти:

– 16 портів *100/1000BASE-T*

##### Стандарти

– *IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet* (мідна вита пара)

– *IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet* (мідна вита пара)

– *ANSI/IEEE 802.3 NWay auto-negotiation*

– керування потоком *IEEE 802.3x* для повного дуплекса

– метод "зворотного" тиску для напівдуплекса

##### Протокол: *CSMA/CD*

##### Швидкість просування пакетів *Fast Ethernet*:

– 100 Мбіт/с (напівдуплекс)

– 200 Мбіт/с (повний дуплекс)

##### Швидкість просування пакетів *Gigabit Ethernet*:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– 2000 Мбіт/с (повний дуплекс)

Топологія: Зірка

Мережні кабелі:

– *100BASE-TX, 1000BASE-T*:

*UTP* категорії 5, 5е (до 100 метрів)

*EIA/TIA-568 100 Ом STP* (до 100метрів)

Продуктивність:

– комутаційна фабрика: 7.2 Гбіт/с;

– метод комутації: Store-and-forward;

– таблиця *MAC*-адресів: 8К записів на пристрій;

– вивчення *MAC* адреси: автоматичне оновлення;

– обсяг буферної пам'яті: 2.5 МБ на пристрій

Фізичні параметри:

– живлення на вході: 5В постійного струму, 3А

– джерело живлення: через зовнішній адаптер живлення

– споживана потужність: 9.25 Вт (max.)

– розміри: 225 x 161.9 x 46 мм

– вага: 0.7 кг (тільки пристрій)

Налаштовуваний комутатор *D-Link DGS-1100-24PV2/E* серії *EasySmart*, обладнаний 24 портами 100/1000Base-T (12 портів із підтримкою PoE), призначений для використання в мережах підприємств малого та середнього бізнесу. Підтримка *PoE* робить комутатор *DGS-1100-24PV2/E* оптимальним рішенням для організації відеоспостереження. Функції керування, діагностики, пошуку та усунення несправностей, а також енергоощадні технології дають змогу використовувати *DGS-1100-24PV2/E* для розв'язання різних завдань.

Специфікація 24-портового комутатора *D-Link DGS-1100-24PV2/E*

– *IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet* (мідна вита пара)

– *IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet* (мідна вита пара)

– *ANSI/IEEE 802.3 NWay* автоопределение

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

– керування потоком *IEEE 802.3x*

Протокол: *CSMA/CD*

Швидкість передачі даних *Fast Ethernet*:

– 100 Мбіт/с (напівдуплекс)

– 200 Мбіт/с (дуплекс)

Швидкість передачі даних *Gigabit Ethernet*:

– 2000 Мбіт/с (дуплекс)

Топологія: Зірка

Мережний кабель:

– *100BASE-TX, 1000BASE-T*:

*UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 м макс.)*

*EIA/TIA-568 100 Ом STP (100 м макс.)*

Кількість портів

– 24 порти 10/100/1000 Мбіт/с

Розширені можливості інтерфейсу:

– автовизначення полярності кабелю *MDI/MDI-X* на кожному порту.

Продуктивність:

Метод комутації: *Store-and-forward*

Комутаційна фабрика: 9,8 Гбіт/с

Таблиця *MAC*-адрес: До 8 записів на пристрій

Вивчення *MAC*-адрес: Автоматичне оновлення таблиці *MAC*-адрес

Швидкість фільтрації пакетів

– *100BASE-TX*: 148,810 кадрів/сек на порт (напівдуплекс)

– *Gigabit Ethernet*: 1488,100 кадрів/сек на порт

Швидкість комутації пакетів

– *100BASE-TX*: 148,810 кадрів/сек на порт (напівдуплекс)

– *Gigabit Ethernet*: 1488,100 кадрів/сек на порт

Буфер *RAM*: 320 Кбайт на пристрій

Фізичні параметри:

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– живлення 100-240 Вт, 50/60 Гц, 0.3А. Внутрішнє універсальне джерело живлення;

– споживана потужність: 15,68 Вт;

– вентилятор: 40 x 40 мм із живленням від постійного струму x 1

– розміри: 440 x 200 x 44 мм;

– стандартна ширина для монтажу в 19-ти дюймову стійку, 1U;

– вага 2,8 кг.

В якості мережної карти на комп'ютерах обрана *D-Link DFE-528TX* (необхідно всього 50 таких мережних карт).

Специфікація мережної карти *D-Link DFE-528TX*

Стандарти:

– *IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet*

– *ANSI/IEEE 802.3 NWay* автоузгодження швидкості

– специфікації *PCI local bus 2.1, 2.2*

Протокол: *CSMA/CD*

Швидкість передачі даних у мережі:

– *100BASE-TX*: 100 Мбіт/с (напівдуплекс)

– *100BASE-TX*: 200 Мбіт/с (повний дуплекс)

Мережні кабелі

– *100BASE-TX*: *UTP* категорії 5 (100 м)

*EIA/TIA-568* 100 Ом екранована вита пара (*STP*) (100 м)

Світлодіоди діагностики

– *Link* (З'єднання)

– *Activity* (Активність)

Фізичні параметри:

– живлення: 0.32 Вт (3.3 В) max.

– розміри: 120 x 58 мм

Для з'єднання між собою локальних мереж філіалів фірми знадобиться також чотири *ADSL2+* модеми – *D-Link DVA-G3672B*.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Специфікація *ADSL2+* модема *D-Link DVA-G3672B*

### Характеристики:

#### Інтерфейси пристрою:

- 1 порт *ADSL* з роз'ємом *RJ-11*
- 2 порти *FXS* з роз'ємами *RJ-11*
- 1 порт *FXO* (lifeline) з роз'ємом *RJ-11*
- 4 порти *LAN 10/100Base-TX Ethernet* з автоматичним визначенням

#### полярності *MDI/MDIX*

- 802.11g *WLAN*;
- 1 порт *USB 2.0* типу *B*;
- кнопка *Reset* для скидання до заводських налаштувань;
- перемикач *WLAN ON/OFF*;
- перемикач живлення *ON/OFF*;

#### Стандарти:

– стандарти *ADSL*: *ANSI T1.413 Issue 2*, *ITU G.992.1 (G.dmt) Annex A*, *ITU G.992.2 (G.lite) Annex A*;

– стандарти *ADSL2*: *ITU G.992.3 (G.dmt.bis) Annex A*, *ITU G.992.4 (G.lite.bis) Annex A*;

– стандарти *ADSL2+*: *ITU G.992.5 Annex A*;

– *Auto-handshake*: *ITU G.994.1 (G.hs)*.

#### Швидкість передачі даних:

- *G.dmt*: до 8 Мбіт/с вхідний потік, до 832 Кбіт/с вихідний потік;
- *G.lite*: до 1.5 Мбіт/с вхідний потік, до 512 Кбіт/с вихідний потік;
- *ADSL2*: до 12 Мбіт/с вхідний потік, до 1 Мбіт/с вихідний потік;
- *ADSL2+*: до 24 Мбіт/с вхідний потік, до 1 Мбіт/с вихідний потік.

#### Протоколи *ATM* і *PPP*:

- *ATM Adaptation Layer Type 5 (AAL5)*;
- *Bridged or routed Ethernet encapsulation*;
- *VC and LLC based multiplexing*;

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– *PPP over Ethernet (PPPoE)*;

– *PPP over ATM (RFC 2364)*.

Підтримка протоколів *VoIP*:

– *SIP (RFC 3261)*

Тип модуляції даних:

– *DBPSK, DQPSK, CCK, PBCC, OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)*

Для підтримки безпроводової мережі в кожному філіалі необхідно використовувати маршрутизатори, всього необхідно 4 маршрутизатора.

### **Маршрутизатор *TP-LINK Archer AX1500* дводіапазонний *WiFi 6***

Мережні протоколи й функції:

– *NAT/NAPT (RFC 1631)*;

– *RIP v.1 (RFC 1058)*;

– *RIP v.2 (RFC 1389)*;

– статична маршрутизація;

– *DNS*;

– *TCP/UDP*;

– *ARP/RARP (RFC 826)*;

– *ICMP (RFC 791)*;

– *DHCP-сервер/клієнт (RFC 2131)*;

– *IP Multicast: IGMP Proxy/Snooping*;

– *UPn Compliant*;

– Віртуальний сервер / *Port Forwarding*;

– *SNTP/NTP*.

Фізичні параметри й умови експлуатації:

– живлення на вході: через зовнішній адаптер живлення 2В постійного струму 2А;

– розміри - 217,5 x 146,5 x 32 мм.

У якості кабелів для з'єднання комп'ютерів з комутаторами та маршрутизаторами будуть використані патч-корди довжиною 3 або 5 метрів.

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також в приміщеннях кожного офісу встановлені мережні розетки типу *RJ-45* для підключення комп'ютерів за допомогою цих патч-кордів.

### 3.6 Призначення *IP*-адрес і масок для підмереж

*IP*-адреса являє собою 32-бітове (за версією *IPv4*) або 128-бітове (за версією *IPv6*) двійкове число. Зручною формою запису *IP*-адреси (*IPv4*) є запис у вигляді чотирьох десяткових чисел (від 0 до 255), розділених крапками, наприклад, 192.168.0.1. (або 128.10.2.30 - традиційна десяткова форма подання адреси, а 10000000 00001010 00000010 00011110 - двійкова форма подання цієї ж адреси).

*IP*-адреси являють собою основний тип адрес, на підставі яких мережний рівень протоколу *IP* передає пакети між мережами. *IP*-адреса призначається адміністратором під час конфігурування комп'ютерів і маршрутизаторів. Номер вузла в протоколі *IP* призначається незалежно від локальної адреси вузла. Маршрутизатор по визначенню входить відразу в кілька мереж. Тому кожний порт маршрутизатора має власну *IP*-адресу. Кінцевий вузол також може входити в кілька *IP*-мереж. У цьому випадку комп'ютер повинен мати кілька *IP*-адрес, по числу мережних зв'язків. Таким чином, *IP*-адреса характеризує не окремий комп'ютер або маршрутизатор, а одне мережне з'єднання.

У термінології мереж *TCP/IP* маскою підмережі або маскою мережі називається бітова маска, що визначає, яка частина *IP*-адреси вузла мережі відноситься до адреси мережі, а інша – до адреси самого вузла в цій мережі.

Маска призначається за наступною схемою  $2^8 - n$  (для мереж класу *C*), де  $n$  – кількість комп'ютерів у підмережі + 2, округлене до найближчого більшого ступеня двійки.

Кількість хостів можна порахувати по формулі:

$$k=2^N-2, \quad (3.1)$$

де  $N$  – кількість нульових біт маски.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2. Номер *IP* мережі для офісу на вул. Генуезька, 1 (офіс №2): 192.168.2.0, діапазон *IP*-адрес: від 192.168.2.1 (шлюз) до 192.168.2.254

3. Номер *IP* мережі для офісу на вул. Фонтанська дорога, 25 (офіс №3): 192.168.3.0, діапазон *IP*-адрес: від 192.168.3.1 (шлюз) до 192.168.3.254

4. Номер *IP* мережі для офісу на вул. Новосельського, 81 (офіс №4): 192.168.4.0, діапазон *IP*-адрес: від 192.168.4.1 (шлюз) до 192.168.4.254

Для виходу в *Internet* кожному офісу виділена зовнішня *IP*-адреса:

- для центрального офісу (офіс №1): 140.20.1.1
- для офісу №2: 140.20.2.1
- для офісу №3: 140.20.3.1
- для офісу №4: 140.20.4.1

Також виділена зовнішня адреса 140.20.1.22 для сервера підприємства, який повинен бути доступний працівникам фірми, що знаходяться в будь-якій філії. Для всіх зовнішніх адрес маска підмережі 255.255.255.0.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організаційне обґрунтування проекту

Класифікаційна оцінка проекту:

- клас - монопроект;
- тип - змішаний;
- тривалість - учбово-освітній;
- тривалість - короткостроковий (5 місяців);
- складність - складний;
- рівень - галузевий;
- розмір - середній.

Визначення мети і результатів проекту.

Мета проекту - розробка конвеєрної комп'ютерної системи (КС).

Результат - готовий до експлуатації об'єкт, компонент технічної документації, інструкція з експлуатації. В даному проекті буде представлений наступний склад робіт:

1. Технічне завдання на створення комп'ютерної мережі. Термін виконання 12-14 днів.
2. Розробка ескізного проекту. Термін виконання 23-26 днів.
3. Розробка технічного проекту. Термін виконання 38-40 днів.
4. Розробка робочого проекту. Термін виконання 30-33 днів.
5. Упровадження проекту. Термін виконання 14-20 днів.

Побудова структури, визначеної на життєвий цикл проекту:

1. Технічне завдання на створення:
  - 1.1. Зазначення вимог і стандартних компонентів КС з редагованим інтерфейсом.
  - 1.2. Огляд літератури і сучасного стану питання.
  - 1.3. Постановка задачі.
  - 1.4. Характеристика комплексу задачі.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 1.5. Формалізована постановка задачі.
- 1.6. Вихідна інформація.
- 1.7. Вхідна інформація.
2. Життєвий цикл проекту:
  - 2.1. Фаза концепції.
  - 2.2. Збір даних і аналіз потреби в результатах положення.
  - 2.3. Встановлення потреби в результатах.
  - 2.4. Затвердження концепцій.
  - 2.5. Фаза розробки.
  - 2.6. Встановлення довільних контактів і вивчення мети, мотивів і вимог замовника і власника.
  - 2.7. Розвиток концепцій, планування наочної області і інших елементів проекту.
  - 2.8. Розробка зведеного плану.
  - 2.9. Фаза реалізації.
  - 2.10. Організація виконання робіт, регулювання основних показників проекту.
  - 2.11. Підтвердження закінчення робіт, регулювання основних показників проекту.
  - 2.12. Підтвердження закінчення робіт.
  - 2.13. Фаза завершення.
  - 2.14. Організація виконання робіт.
  - 2.15. Підготовка кадрів для експлуатації системи.
  - 2.16. Підготовка документів і здача об'єкту замовнику.
  - 2.17. Оцінка результатів проектування і підведення підсумків.
  - 2.18. Підготовка підсумкових документів і закриття проекту.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Життєвий цикл проекту

№ роботи	Найменування робіт	Дні
1-2	Збір даних і аналіз існуючого положення	15
2-3	Встановлення потреби в результатах	14
2-4	Затвердження концепції	3
3-5	Встановлення ділових контактів і вивчення мети, мотивів і вимог замовника і власника	21
4-5	Розвиток концепцій, планування наочної області і інших елементів проекту	8
5-6	Розробка зведеного плану	7
5-7	Організація виконання робіт	12
6-8	Детальне проектування і технічні специфікації	8
7-8	Інформаційний контроль за виконанням робіт	20
8-9	Керівництво і координація робіт, регулювання основних показників проекту	26
9-10	Підтвердження закінчення робіт	3
9-11	Організація виконання робіт	18
10-12	Підготовка документів і здача об'єкту замовнику	7
11-12	Підготовка кадрів для експлуатації системи	4
12-13	Оцінка результатів проекту і підведення підсумків	3
13-14	Підготовка підсумкових документів і закриття проекту	5

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Склад робіт по життєвому циклу проекту

№ поперечної роботи	№ фактичної роботи	Зміст роботи	Тривалість	Виконавці
1	2	Збір даних і аналіз існуючого положення	1.01-16.01	Постановник <u>задачі</u>
2	3	Встановлення потреби в результатах	16.01-02.02	Постановник <u>задачі</u>
2	4	Затвердження концепцій	16.01-19.01	Розробник <u>ПО</u>
3	5	Встановлення ділових контактів і вивчення мети, мотивів і вимог замовника і власника	02.02-23.02	Постановник <u>задачі</u>
4	5	Розвиток концепцій, планування научної області і інших елементів проекту	19.01-27.01	Розробник <u>ПО</u>
5	6	Розробка зведеного плану	23.02-28.02	Постановник <u>задачі</u>
5	7	Організація виконання робіт	23.02-04.03	Розробник <u>ПО</u>
6	8	Детальне проектування і технічні специфікації	28.01-07.02	Постановник <u>задачі</u>
7	8	Інформаційний контроль за виконанням робіт	04.03-24.03	Розробник <u>ПО</u>
8	9	Керівництво і координація, робіт, регулювання основних показників проекту	24.03-20.04	Розробник <u>ПО</u>
9	10	Підтвердження закінчення робіт	20.04-23.04	Постановник <u>задачі</u>
9	11	Організація виконання робіт	20.04-07.05	Постановник <u>задачі</u>
10	12	Підготовка документів і задача об'єкту замовнику	23.04-30.05	Постановник <u>задачі</u>
11	12	Підготовка кадрів для експлуатації системи	07.05-11.05	Розробник <u>ПО</u>
12	13	Оцінка результатів проекту і підведення підсумків	11.05-14.05	Постановник <u>задачі</u>
13	14	Підготовка підсумкових документів закриття проекту	14.05-09.05	Постановник <u>задачі</u> розробник <u>ПО</u>

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По складу робіт складемо мережевий графік

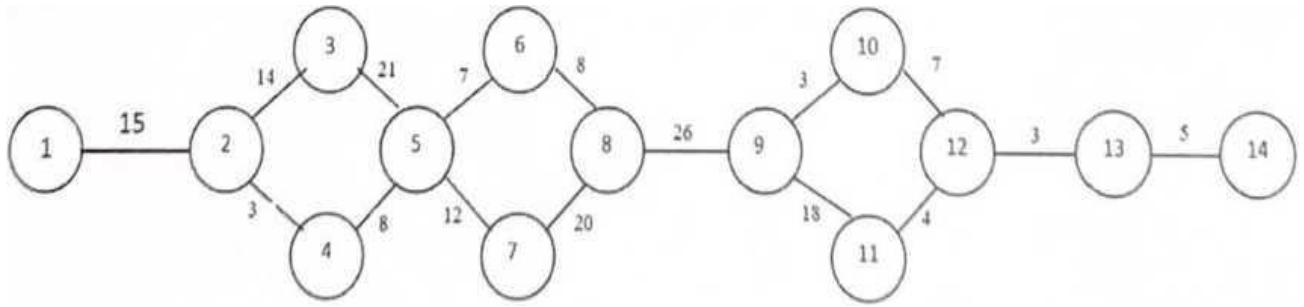


Рисунок 4.1 - Мережевий графік проекту

Таблиця 4.3

Розрахунок параметрів мережевого графіка

Попередня робота	Фактична робота	$t_{ij}$	$T_{рн}$	$T_{ро}$	$T_{пн}$	$T_{п0}$	$R.$	$R_n$	$R_j$
1	2	15	0	15	0	15	0	0	0
2	3	14	15	29	15	29	0	0	0
2	4	3	15	18	39	42	24	24	24
3	5	21	29	50	29	50	0	0	0
4	5	8	18	26	4	50	24	24	24
5	6	7	50	57	67	74	17	17	17
5	7	12	50	62	50	62	0	0	0
6	8	8	57	65	74	82	17	17	17
7	8	20	62	82	62	82	0	0	0
8	9	26	82	108	82	108	0	0	0
9	10	3	108	111	1120	123	12	12	12
9	11	18	108	126	108	126	0	0	0
10	12	7	111	118	123	130	12	12	12
11	12	4	126	130	126	130	0	0	0
12	11	3	130	133	130	133	0	0	0
13	14	5	133	138	133	138	0	0	0

Розрахунок параметрів мережевого графіка:

- тривалість робіт,  $t_{ij}$ ;
- ранній початок робіт,  $T_{рн}$ ;
- раннє закінчення робіт,  $T_{ро}$ ;
- пізній початок робіт,  $T_{пн}$ ;

- пізнє закінчення робіт,  $T_{no}$  ;
- вільний резерв часу роботи,  $R_c$
- повний резерв часу роботи,  $R_{,}$  \
- резерв часу роботи,  $R_j$ .

Таблиця 4.4

## Календарний план

Стадії	Стадія	Зміст роботи	Виконавці		Календарні дні														
			Категорія	Кількість днів															
1	Технічні завдання	Постановка задачі, визначення складу	Розробник, постановник задачі	14															
2	Ескізний проект	Розробка загального опису алгоритмів	Розробник, постановник задачі	23															
3	Технічний проект	Розробка алгоритмів розв'язання задач	Розробник, постановник задачі	34															
4	Робочий проект	Програмування та відладка системи	Розробник	41															
5	Вторгнення	Підготовка документації	Розробник	19															

Під зовнішнім середовищем організації розуміються всі умови і чинники, виникаючі в зовнішньому середовищі, незалежно від діяльності конкретної фірми але надаючи дію на її функціонування і тому вимагаючи ухвалення управлінських рішень.

Під зовнішніми чинниками мається на увазі.

Закони і державні органи : організації повинні дотримуватись законів і вимог державного регулювання. Ці органи забезпечують примусове виконання законів у відповідних сферах своєї компетенції, а так само вводять власні вимоги, часто також мають силу закону. Кожний вид діяльності регулюється певними органами.

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стан економіки: стан економіки впливає на вартість всіх ресурсів, що вводяться, і здатність споживачів купувати певні товари і послуги.

Внутрішнє навколишнє середовище проекту.

Внутрішнє середовище проекту – та частина загального середовища проектованої організації, яка знаходиться в її межах. Вона надає постійну і найбезпосереднішу дію на функціонування організації. Внутрішнє середовище має декілька зрізів, стан яких в сукупності визначає той потенціал і ті можливості, які має свій в розпорядженні організація. Аналіз внутрішнього середовища організації звичайно проводиться для порівняння положення компанії з положенням найближчих конкурентів (для оцінки конкурентної стратегічної позиції організації). До чинників внутрішнього середовища проекту можна віднести:

1. Керівництво проекту.
2. Склад управлінського проекту.

В умовах даного проекту склад учасників буде наступним:

1. Ініціатор (автор ідеї проекту).
2. Замовник (майбутній власник).
3. Керівник проекту, менеджер проектів.
4. Команда проекту (програміст).
5. Споживач (проект створюється в тісній співпраці з побажаннями споживача).

Структура організації управління. Діяльність компанії здійснюється розрізненими функціональними підрозділами, тобто робота виконується спочатку у вузькоспеціалізованому підрозділі, потім перекидається в наступний функціональний підрозділ. В даному випадку структура організації управління - лінійно-централізована. Дана структура вибрана у зв'язку учасників розробки проекту і простої організації проекту.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.2 – Організаційна структура проекту

## 4.2 Маркетингове обґрунтування проекту

Оцінка збуту і конкуренції.

Ринок збуту - Україна. Потенціальні споживачі - підприємцям що працюють у сфері інформаційних технологій, зайняті проектуванням і управлінням КС та органи місцевого керування

Зараз на ринку існує безліч проектів, пов'язаних з проектуванням КС, проте вони прямо орієнтовані в основній своїй більшості на фахівців, в той час, коли даний проект є унікальним у своєму роді і з погляду спеціально ненавченого користувача.

Конкурентні переваги.

Ціноутворення, засноване на витратах. Використовуючи стратегію, засновану на витратах, розробник проекту, тобто дипломник, встановлює ціну, визначивши витрати на розробку проекту і потім додає бажану суму доходу.

Стратегія маркетингу. Дана стратегія потребує реклами (ЗМІ, Інтернет, участь в спеціалізованих виставках). Основними джерелами економії для організацій, що використовують даний проект є: підвищення технологічного рівня якості і результатів роботи системи, збільшення об'ємів і скорочення термінів переробки інформації, зменшення чисельності персоналу, зниження трудомісткості робіт.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

### 4.3 Економічні розрахунки проекту

Визначення коштовної собівартості і ціни проекту (П). Ціна проекту враховує його коштовну собівартість і нормативний прибуток. Значить:

$$Ц = C + П_p \quad (4.1)$$

де  $C$  - витрати на розробку (коштовна собівартість);

$П_p$  - нормативний прибуток, що розраховується по формулі:

$$П_p = (C - C_m) * P_n / 100 \quad (4.2)$$

де  $P_n$  - норматив рентабельності 25%;

$C_m$  - матеріальні витрати, грн/ізд.

Таблиця 4.5 – Перелік необхідного приладдя для виконання проекту

Назва матеріалу	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.	Примітка
Папір	Пачка	1	100	100	—
Ручка	Шт.	2	2	4	—
Флешка	Шт.	1	150	150	
				Всього 254	
				$T_n = 0,04$	
				Разом 264	

Спеціальне устаткування. Витрати пов'язані з використанням обчислювальної техніки, визначаються за формулою;

$$C_{EVM} = t_{EVM} * K_{иEVM} * C_{EVM} * K_{бдEVM} * K_{eEVM} \quad (4.3)$$

де  $t_{EVM}$  - час використання ЕВМ для розробки ПП, 62 год;

$K_{иEVM}$  ~ поправочний коефіцієнт обліку ступеня використання ЕВМ;

$C_{EVM}$  ~ ціна і-того години роботи;

$K_{бдEVM}$  ~ коефіцієнт обліку ступеня СУБД ( $K_{бдEVM} = 1,1$  СУБД  $t \Rightarrow$  використовується);

$K_{eEVM}$  - коефіцієнт обліку швидкості ЕВМ (1,0 - швидкодія ЕВМ більше 20\*10 опер/с).

Маємо:

$$C_{EVM} = t_{EVM} * K_{иEVM} * C_{EVM} * K_{бдEVM} * K_{eEVM} = 62 * 1 * 5 * 1,1 * 1 = 341 \text{ грн.}$$

Основна заробітна платня двох виконавців, безпосередньо зайнятих

									Арк.
									75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ.КІ.1.442-03.4.14				

розробкою даного П, з урахуванням їх посадового окладу, відповідно, 6500 і 10500 гривень, а також часу участі в розробці.

Розрахунок ведеться по формулі:

$$C_{30} = \sum Z_j / A * t_i \quad (4.4)$$

де  $Z_j$ — середньомісячний оклад і-того виконавця з урахуванням ступеня його участі в проекті ( для керівника ступень участі - 0,1, для розробника - 1,0), грн.;

$A$  - середня кількість робочих днів в місяці , 22 дні;

$t_j$ - трудомісткість робіт, виконаних і-тим виконавцем чол.-дні (визначається з календарного плану-графіка).

$$C_{30} = \sum Z_j / A * t_i = 6500 / 22 * 138 + 10500 * 0.1 * 22 / 22 = 40773 + 1050 = 41823 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна платня. Враховуються всі витрати безпосереднім виконавцем працював на виробництві, у тому числі: оплата чергових відпусток, компенсація за невикористану відпустку, оплата пільгового годинника підліткам і ін.

Розрахунок ведеться по формулі:

$$C_{3d} = C_{30} * A_d \quad (4.5)$$

де  $A_d$  - коефіцієнт відрахувань на додаткову заробітну платню 0,1.

$$C_{3d} = C_{30} * A_d = 41823 * 0,1 = 4182 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування. Враховуються відрахування до бюджету соціального страхування за встановлену законодавством тарифом від суми основної і додаткової заробітної платні, тобто:

$$C_{cc} = A_{cc} * (C_{30} + C_{3d}) \quad (4.6)$$

де  $A_{cc}$  - коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування (22%)

$$C_{cc} = A_{cc} * (C_{30} + C_{3d}) = 0,22(41823 + 4182) = 10121 \text{ грн.}$$

Накладні витрати. Враховуються витрати на загальногосподарські, невиробничі витрати і витрати на управління.

$$C_n = A_n * C_{30} \quad (4.7)$$

де  $A_n$  - коефіцієнт не вигідних витрат (0,5).

$$C_n = A_n * C_{30} = 41823 * 0,5 = 20912 \text{ грн.}$$

					<b>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</b>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кошторисної вартості можна занести в таблицю

Таблиця 4.5 - Кошторисна вартість проекту

Найменування	Кошторисна собівартість, грн..	Питома вага, %
Матеріали	264	0.5
Спеціальне устаткування	341	0.5
Основна заробітна платня	41823	54
Додаткова заробітна платня	4182	5
Відрахування на соціальне страхування	10121	13
Накладні витрати	20912	27
Разом	77643	100
Нормативний прибуток	19435	
Ціна проекту	96688	

Нормативний прибуток

$$П=(77643-264)*0,25=19345 \text{ грн.}$$

Ціна проекту

$$Ц=С+П=77643+19345=96688 \text{ грн.}$$

Розрахунок капітальних витрат.

Розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з упродовженням КС здійснюються з урахуванням ціни проекту КС матеріальних витрат, вартості устаткування, а також витрат на монтаж-налаштувальні роботи по КС. Кошторис витрат на створення КС складає разом 598612 грн. (з урахуванням монтаж-налагоджувальних робіт по КС).

Ціна проекту.

Таким чином, капітальні витрати по створенню КС складає:

$$К2=96688+598612=695300 \text{ грн}$$

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Небезпечні та шкідливі речовини та фактори, що існують на робочих місцях з ПК. На робочому місці користувача ПК відповідно виникають небезпечні та шкідливі фактори: підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, недостатній рівень освітленості, шкідливі речовини, підвищений рівень електромагнітних випромінювань радіочастот, висока напруга електричної мережі, статична електрика та інші. Робота з ПК супроводжується також підвищеним ступенем напруженості трудового процесу. При систематичному впливі виробничих факторів, які не відповідають нормативним показникам, зростає рівень професійно зумовленої захворюваності працюючих та можуть виникнути професійні захворювання органів зору, руху, нервової системи. Таким чином, вивчення умов праці на робочому місці користувача ПК є необхідною умовою запобігання негативних наслідків впливу небезпечних та шкідливих факторів. Відповідно до СанПіН 2.2.2.542 – 96 зміст шкідливих хімічних речовин, у виробничих приміщеннях, у яких робота на ПК є основним, не повинен перевищувати «Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин, у атмосферному повітрі населених місць», а рівні позитивних і негативних аероіонів повітря приміщень із ПК повинні відповідати нормам.

Головними елементами робочого місця інженера є письмовий стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення програміста. Рациональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і постійність розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що вимагається для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Моторне поле – простір робочого місця, в якому можуть здійснюватися рухові дії людини. Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поля робочого місця, обмеженого дугами, які описуються максимально витягнутими руками при русі їх в плечовому суглобі.

Оптимальна зона - частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, які описуються передпліччями при русі в ліктьових суглобах з опорою в точці ліктя і з відносно нерухомим плечем.

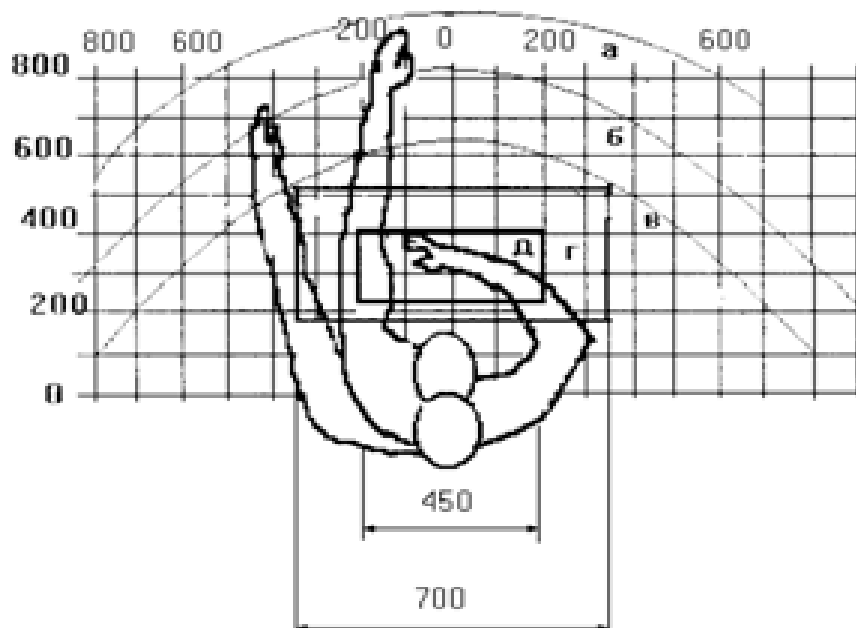


Рисунок 5.1 – Зони досяжності рук в горизонтальній площині:

- а - зона максимальної досяжності;
- б - зона досяжності пальців при витягнутій руці;
- в - зона легкої досяжності долоні;
- г - оптимальний простір для грубої ручної роботи;
- д - оптимальний простір для тонкої ручної роботи.

Розглянемо оптимальне розміщення предметів праці і документації в зонах досяжності рук:

- дисплей розміщується в зоні а (у центрі);
- клавіатура - в зоні г/д;
- системний блок розміщується в зоні б (зліва);
- принтер знаходиться в зоні а (справа).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Висота робочої поверхні рекомендується в межах 680-760 мм. Висота робочої поверхні, на яку встановлюється клавіатура, має бути 650 мм. Велике значення надається характеристикам робочого крісла. Так, запропонована висота сидіння над рівнем підлоги має бути в межах 420-550 мм. Поверхню сидіння рекомендується робити м'якою, передній край закругленим, а кут нахилу спинки робочого крісла - регульованим.

Необхідно передбачати при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від відеотерміналу, між монітором і клавіатурою і тому подібне.

Крім того, у випадках, коли відеотермінал має низьку якість зображення, наприклад помітні мигтіння, відстань від очей до екрану роблять більше (близько 700 мм), ніж відстань від ока до документа (300-450 мм). Взагалі при високій якості зображення на відеотерміналі відстань від очей користувача до екрану, документа і клавіатури може бути рівним.

Положення екрану визначається:

- відстанню читання (0.60 + 0.10 м-кодів);
- кутом читання, напрямом погляду на 20° нижче за горизонталь до центру екрану, причому екран перпендикулярний цьому напрямку.

Повинна передбачатися можливість регулювання екрану:

- по висоті +3 см;
- по нахилу від 10 до 20° відносно вертикалі;
- в лівому і правому напрямках.

Зоровий комфорт підкоряється двом основним вимогам:

- чіткості на екрані, клавіатурі і в документах;
- освітленості і рівномірності яскравості між навколишніми умовами і різними ділянками робочого місця .

Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. При незручній робочій позі можуть з'явитися болі в м'язах, суглобах і сухожиллях. Вимоги до робочої пози користувача відеотерміналу наступні: шия не має бути нахилена більш ніж на 20° (між віссю "голова-шия" і віссю

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тулуба), плечі мають бути розслаблені, лікті - знаходитися під кутом 80° - 100°, а передпліччя і кисті рук - в горизонтальному положенні. Причина неправильної пози користувачів обумовлена наступними факторами : немає хорошої підставки для документів, клавіатура знаходиться дуже високо, а документи - дуже низько, нікуди покласти руки і кисті, недостатньо простір для ніг. В цілях подолання вказаних недоліків даються загальні рекомендації: краще пересувна клавіатура, чим вбудована; мають бути передбачені спеціальні пристосування для регулювання висоти столу, клавіатури, документів і екрану, а також підставка для рук.

Характеристики робочого місця:

- висота робочої поверхні столу 750 мм;
- висота простору для ніг 650 мм;
- висота сидіння над рівнем підлоги 450 мм;
- поверхня сидіння м'яка із закругленим переднім краєм;
- передбачена можливість розміщення документів справа і зліва;
- відстань від ока до екрану 700 мм;
- відстань від ока до клавіатури 400 мм;
- відстань від ока до документів 500 мм;
- можливе регулювання екрану по висоті, по нахилу, в лівому і в правому напрямках.

Створення сприятливих умов праці і правильне естетичне оформлення робочих місць на виробництві має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення його привабливості, що позитивно впливає на продуктивність праці. Забарвлення приміщень і меблів повинне сприяти створенню сприятливих умов для зорового сприйняття, гарного настрою. У службових приміщеннях, в яких виконується одноманітна розумова робота, що вимагає значної нервової напруги і великого зосередження, забарвлення має бути спокійних тонів – малонасичені відтінки холодного зеленого або блакитного кольорів.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При розробці оптимальних умов праці програміста необхідно враховувати освітленість, шум і мікроклімат.

Маємо приміщення довжиною 11м, шириною 11м і висотою 2,5м.

Площа приміщень, в яких розташовують персональні комп'ютери (ПК), визначають згідно з діючими нормативними документами з розрахунку на одне робоче місце: площа - не менше 6,0 м<sup>2</sup>, об'єм - не менше 20,0 м<sup>3</sup>, з урахуванням максимальної кількості осіб, що одночасно працюють в зміні. У нашому випадку площа - 121 м<sup>2</sup>, а об'єм – 302,5 м<sup>3</sup>.

Класифікація приміщень за ступенем вибухової, вибухопожежної та пожежної небезпеки. Для усіх споруд та приміщень, в яких експлуатуються відеотермінали та ЕОМ, повинна бути визначена категорія за вибуховопожежною та пожежною небезпекою та клас зони згідно до ПУЕ. Відповідні позначення повинні бути нанесені на входні двері приміщень.

Будівлі та ті їх частини, в яких розміщуються ЕОМ, повинні мати не нижче II ступеню вогнестійкості. Приміщення для обслуговування, ремонту та налагоджування ЕОМ повинні відноситися за пожежовибухонебезпечністю до категорії В, а за класом приміщення – до П-Па за ПУЕ.

Об'ємно-планувальні рішення щодо розміщення обладнання. Об'ємно-планувальні рішення будівель та приміщень для роботи з ПК мають відповідати вимогам. Розміщення робочих місць з ПК у підвальних приміщеннях, на цокольних поверхах заборонено. Площа на одне робоче місце становить не менше ніж 6,0 м<sup>2</sup>, а об'єм - не менше ніж 20,0 м<sup>3</sup>. Приміщення для роботи з ПК повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до СНіП П-4-79. Природне освітлення має здійснюватись через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче, ніж 1,5%. Виробничі приміщення повинні обладнуватись шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо, з урахуванням вимог до площі приміщень. У приміщеннях з ПК слід щоденно робити вологе прибирання. Приміщення із ПК мають бути оснащені аптечками першої медичної

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

допомоги. При приміщеннях із ПК мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження слід передбачити встановлення пристроїв для приготування й роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою (СНіП 2.09.04. - 87).

Основні правила безпеки при роботі з ПК. В якості профілактичних заходів для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати скриту електромережу, надійні розетки з пожежобезпечних матеріалів, силові мережі живлення устаткування виконувати кабелями, розрахованими на підключення в 3-5 разів більшого навантаження, включати й виключати живлення обладнання за допомогою штатних вимикачів. Треба регулярно робити очистку внутрішніх частин комп'ютерів, іншого устаткування від пилу, розташовувати комп'ютери на окремих неспалюваних столах. Для запобігання іскріння необхідно рідше встромляти і виймати штепсельні вилки з розеток. Екран дисплея повинен бути розташованим перпендикулярно до напрямку погляду. При напруженій роботі за комп'ютером щогодини необхідно робити перерву на 15 хвилин через кожну годину і треба займатися іншою справою. Декілька разів на годину бажано виконувати серію легких вправ для розслаблення.

Електробезпека. Захист від ураження електричним струмом. Залежно від умов, що підвищують або знижують небезпеку поразки людини електричним струмом, приміщення діляться на приміщення з підвищеною небезпекою, особливо небезпечні і без підвищеної небезпеки.

До приміщень з підвищеною небезпекою відносяться приміщення з підвищеною вологістю (більше 75%) або високою температурою (вище 350С) або за наявності струмопровідних пилу і полови. Приміщення з високою відносною вологістю (близькою до 100%), хімічно активним середовищем називають особливо небезпечними. У нашому випадку приміщення без підвищеної небезпеки.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Класифікація обладнання по ПУЕ.

Для всіх приміщень, в яких експлуатуються відеотермінали і ЕОМ, повинна бути визначена категорія по вибухопожежній та пожежній безпеці (ОНТП 24-86, "Визначення категорій приміщень і будівель по вибухопожежній та пожежній небезпеці") і класу зони (ПВЕ). Відповідні позначення повинні бути нанесені на вхідні двері приміщення.

Пожежна профілактика. Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин, правильний зміст будівель, територій, протипожежний інструктаж робочих і так далі. До технічних заходів відносяться: дотримання протипожежних правил при проектуванні будівель, при пристрої електропроводів і тому подібне. Заходи режимного характеру - це заборона куріння в не встановлених місцях, виробництва зварювальних і інших вогняних робіт і так далі. Експлуатаційними заходами є своєчасні профілактичні огляди, ремонти, випробування технологічного устаткування.

### Причини пожежі в електроустановках:

- коротке замикання;
- перевантаження мереж;
- великі перехідні опори;
- від електронагрівальних приладів.

Перевантаження мереж відбувається в результаті проходження по ним напруги, що перевищує номінальну. Таке може відбутися у разі підключення великої кількості споживачів. Це приводить до руйнування, плавлення ізоляції, що спричиняє за собою коротке замикання. Коротке замикання відбувається у тому випадку, коли точки різних фаз мережі з'єднуються через малий опір. Унаслідок чого миттєво збільшується струм, відбувається виділення великої кількості тепла.

### Основні причини короткого замикання:

- пошкодження ізоляції проводів;
- попадання на них струмопровідних предметів;
- пил.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи захисту:

- дотримання нормативних режимів експлуатації;
- своєчасне проведення регламентних робіт;
- застосування плавки запобіжників і автоматів.

Великий перехідний опір виникає в місці поганого контакту токоведучих частин обладнання.

Заходи попередження:

- зачистка контактів;
- збільшення площі контакту;
- заборонено застосування непролютованих скручувань;
- використання гвинтових, болтових і пресованих з'єднань.

Пожежна автоматична сигналізація.

Застосування автоматичних засобів виявлення пожеж є одним з основних умов забезпечення пожежної безпеки в машинобудуванні, оскільки дозволяє оповістити черговий персонал про пожежу і місце його виникнення.

Як засоби пожежогасіння на даному об'єкті застосовуються вуглекислотні вогнегасники, призначені для гасіння спалахів установок напругою до 1000 В. У вуглекислотних вогнегасниках застосовують зріджений двоокис вуглецю. Вогнегасна дія його полягає в розбавленні повітря і зниженні у ньому змісту кисню до концентрації, при якій припиняється горіння. Вогнегасний ефект обумовлюється втратами теплоти на нагрівання двоокису вуглецю і зниженням теплового ефекту реакції.

Первинні засоби пожежогасіння включають: два вуглекислотних вогнегасника, щільне полотно, лопату, багор, ящик з піском, відро для піску, сокиру.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

В результаті виконаних проектних робіт реалізовано наступне:

- проаналізовано схему інформаційних потоків між філіями підприємства та обґрунтовано необхідність об'єднання всі офіси фірми «Гефест» в єдину корпоративну мережу
- для об'єднання філій підприємства через Інтернет обрана мережна технологія *ADSL*;
- розроблена функціональна схема комп'ютерної мережі;
- підібрано мережне обладнання;
- розподілені *IP*-адреси для філій мережі;
- сформульовані вимоги по забезпеченню безпеки передачі даних у мережі.

Впровадження проекту дозволить користувачам спільно використовувати дані і пристрої комп'ютерів, що входять в корпоративну мережу фірми «Гефест», підключитися до мережі Інтернет і працювати в єдиному інформаційному просторі з єдиною базою даних.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Компьютерные сети: Бэрри Нанс. Пер. с англ.- 2006. - 400 с.: ил.
2. *Information security standards* [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.iso27001security.com>.
3. Національне агентство з акредитації України [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://naau.org.ua>.
4. Закон України «Про телекомунікації» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1280-15>.
5. TIA/EIA-942. Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center (Телекоммуника-ционная инфраструктура для Центров Обработки Данных) Стандарт ANSI. URL: <https://manu-ais.iessanclemente.net/images/9/9f/Tia942.pdf>
6. Семенов А.Б., Стрижаков С.К., Сунчелей И.Р. Структурированные кабельные системы, 3-е изд. Компьютер-пресс, 2001. – 608с.
7. С.К. Стрижаков, Современные кабельные системы, "PC Magazine/Russian Edition", декабрь 1995, с. 66.
8. Международный стандарт *ISO/IEC 11801:1995(E)*.
9. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы . 3-е изд./ В.Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 2006. – 958 с.: ил.
10. Гук М. Аппаратные средства локальных сетей. Энциклопедия – 2000. –576с. :ил.
11. Таненбаум Э. Компьютерные сети. – 2002. – 848с.: ил.
12. Компьютерные сети. Хитрости. Айвенс К. – 2006. – 298 с.
13. Басюркіна Н.Й., Свистун Т.В. Методичні вказівки до оцінки науково-технічної ефективності розробки нової технології, нового обладнання та інших інновацій. Для студентів всіх спеціальностей СВО «бакалавр» і «магістр». Одеса: ОНТУ, 2023 р., 18 с.
14. Бородко А. В., Пантюхин О. И. Построение системы «Безопасный город» // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Т. 5. № 2. С. 97–105.

					<i>КРБ.КІ.1.442-03.4.14</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# ДОДАТОК А – КОПІЇ СЛАЙДІВ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ, ПРОГРАМУВАННЯ ТА КІБЕРЗАХИСТУ

Кафедра комп'ютерної інженерії

## «Проектування локальної мережі для фірми «Гефест»

Виконав: студент 2 ск. курсу, групи KI-543

Хоменко Дмитро Олегович

Керівник: Сахарова С.В.

Метою роботи є створення єдиного інформаційного простору для фірми «Гефест». Об'єктом розробки є комп'ютерна мережа фірми «Гефест». Предметом роботи є методи будування, та налаштування комп'ютерної мережі. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати схему інформаційних потоків між філіями фірми;
- розробити функціональну схему мережі;
- вибрати активне мережне обладнання для передачі даних;
- вибрати технологію передачі даних для магістральної підсистеми мережі, а також вибрати протоколи інтерфейсів, які будуть використані в мережі передачі даних;
- розрахувати адресний простір мережі для роздачі IP-адрес та створення шлюзів;
- сформулювати вимоги по забезпеченню безпеки передачі даних у мережі.

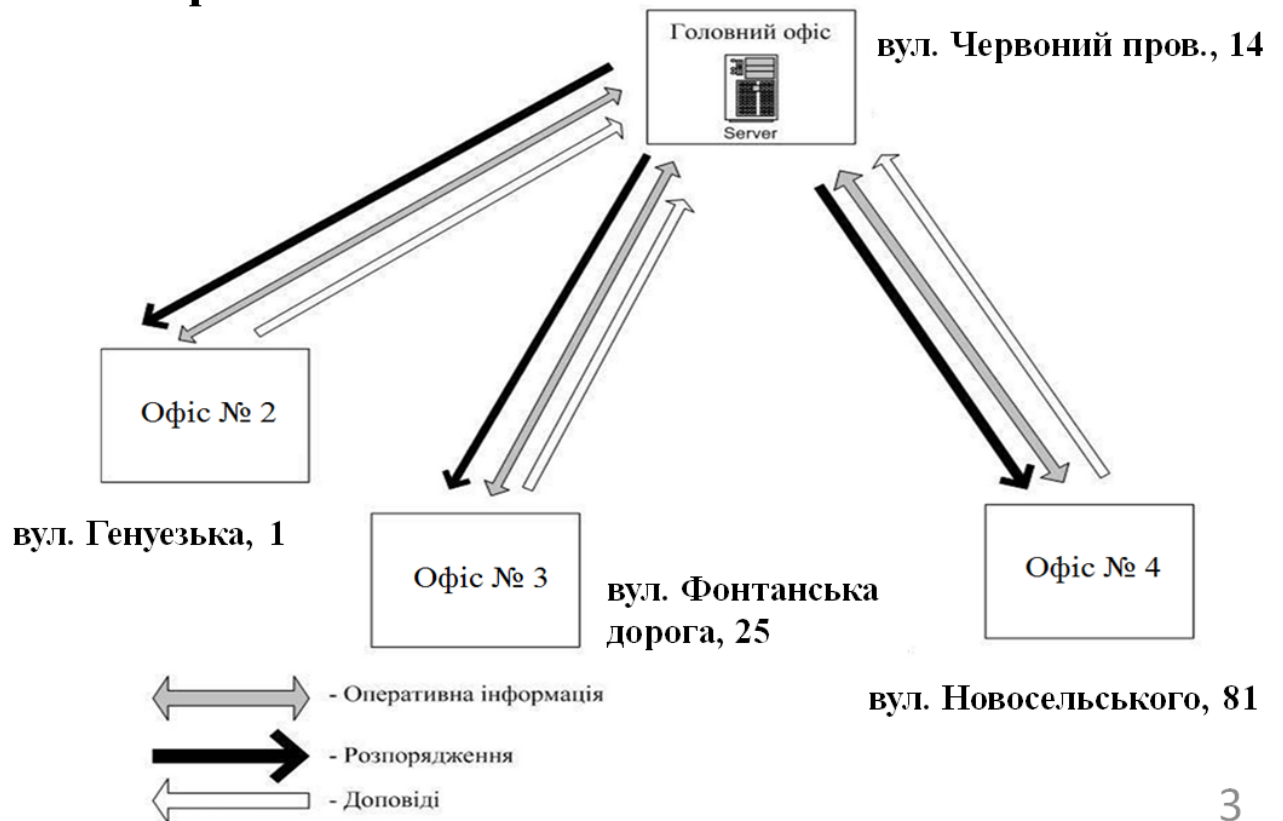
Результатом роботи буде служити проект локальної мережі, що повною мірою вирішить поставлені завдання.

2

									Арк.
									88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

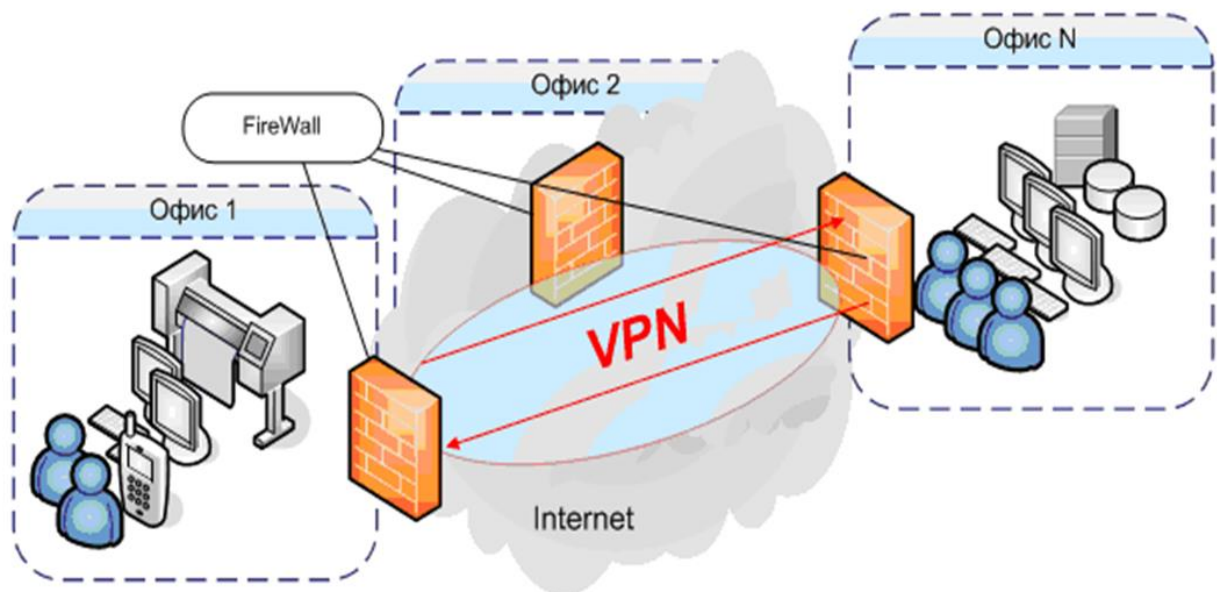
КРБ.КІ.0.442-03.4.14

## Схема інформаційних потоків між філіями фірми «Гефест»



3

## Схема об'єднання віддалених офісів за допомогою Internet



4

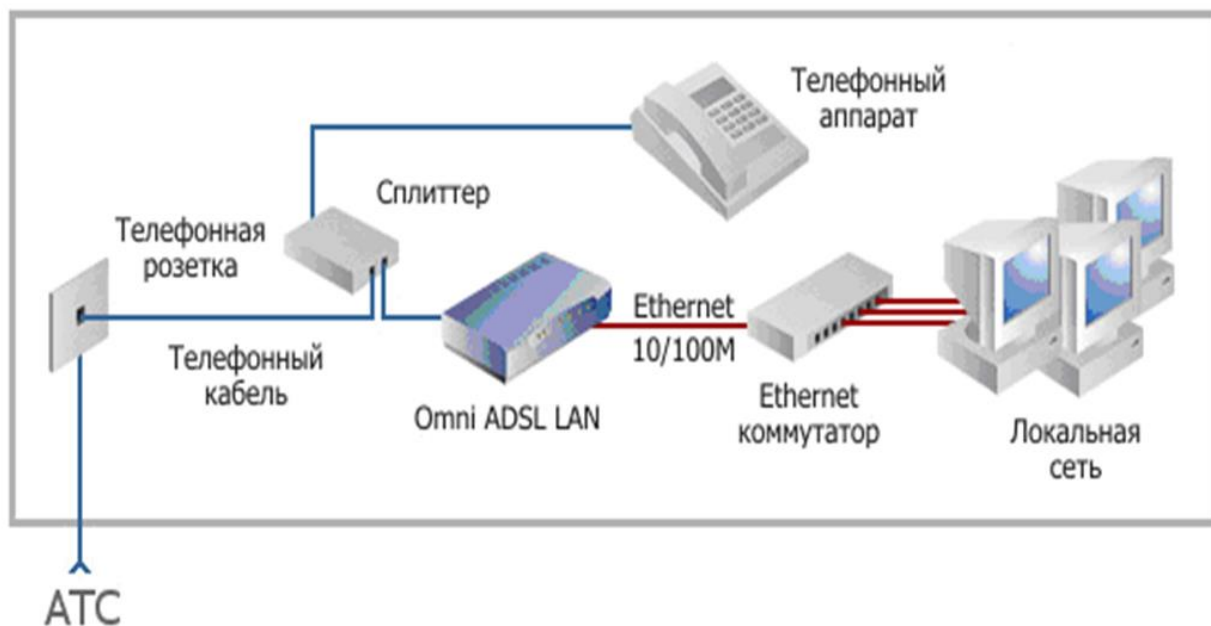
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.4.14

Арк.

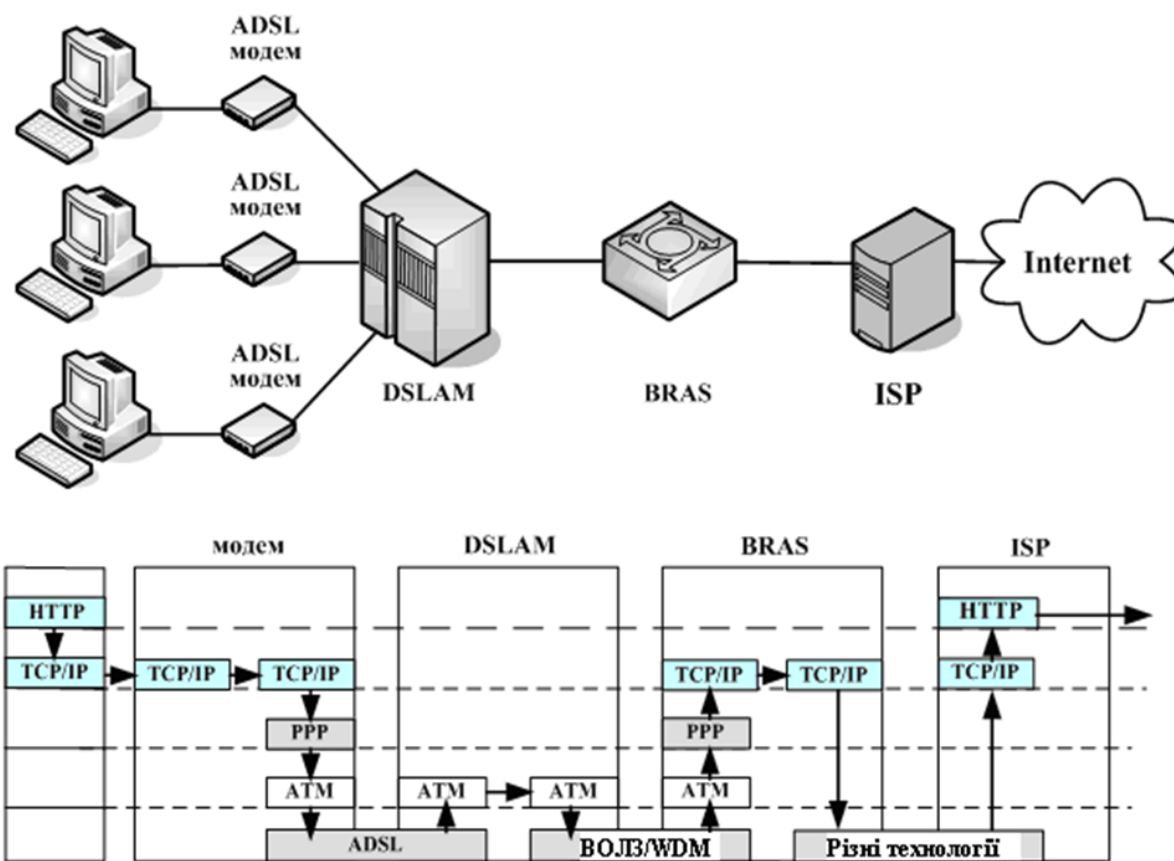
89

## Типова схема підключення малого офісу



5

## Повна схема підключення в ADSL



6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.4.14

Арк.

90

## Активне мережне устаткування

### Комутатори:

- три шістнадцяти-портових *D-Link DGS-1016 S/E*;
- один двадцятичотирьох-портовий *D-Link DGS-1100-24PV2/E 24xGE*.

### Мережні карти *D-Link DFE-528TX* (50 шт.)

### Чотири ADSL2+ модеми *D-Link DVA-G3672B*.

### Для безпроводової мережі:

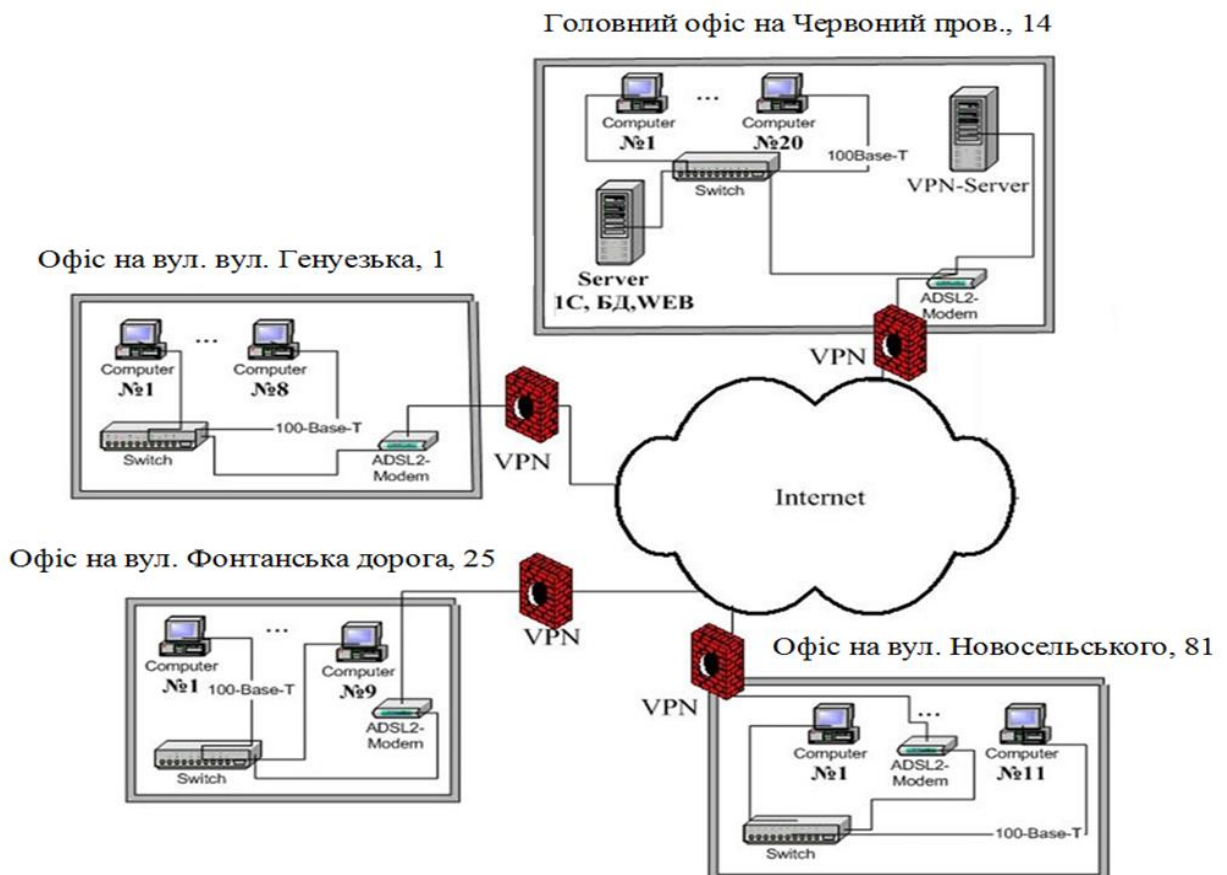
Чотири маршрутизатори *TP-LINK Archer AX1500*  
двобіандозонний *WiFi 6*.

### В головному офісі:

- *VPN* сервер;
- сервер бази даних, *WEB*-сервер .

7

### Функціональна схема комп'ютерної мережі фірми «Гефест»



8

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.4.14

Арк.

91

## Призначення IP-адрес для підмереж

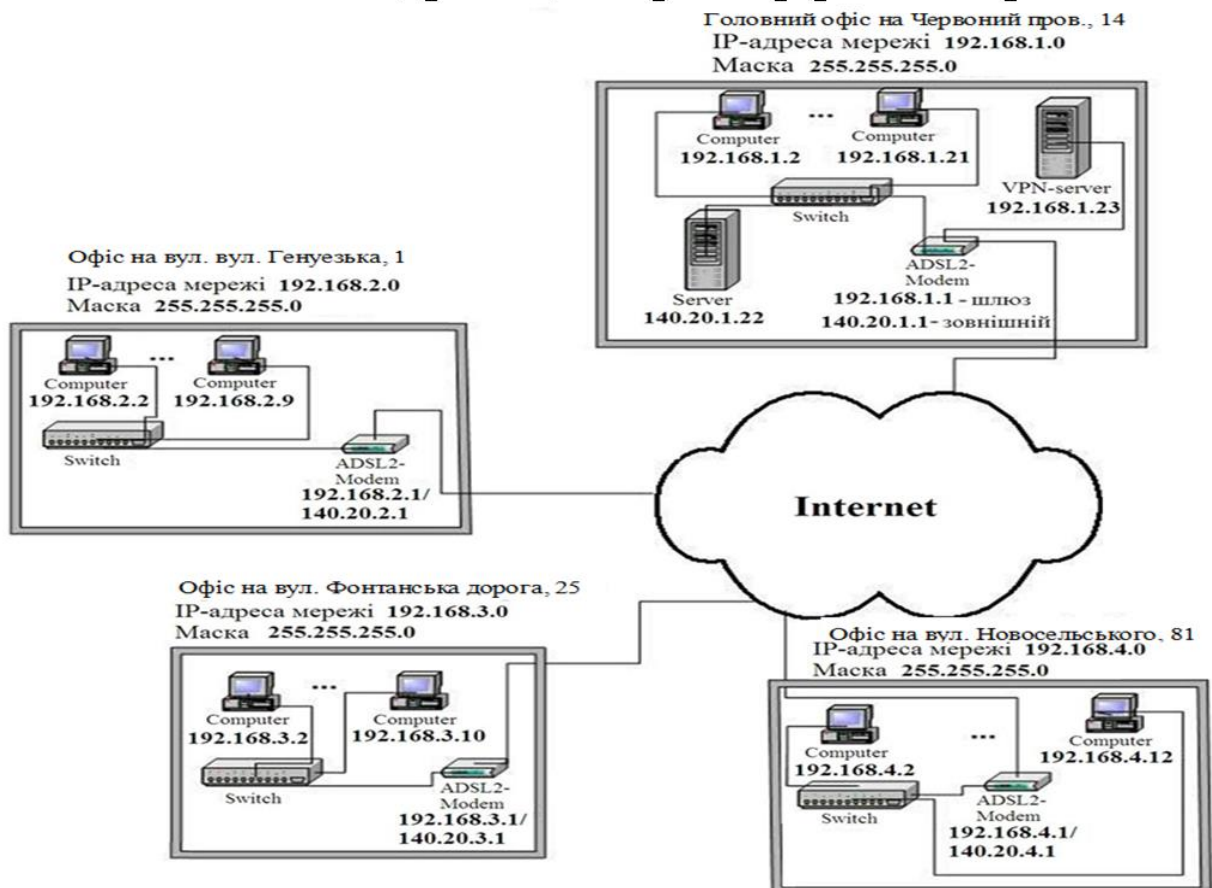
1. Номер IP мережі для головного офісу на вул. Червоний пров., 14 (головний офіс №1): 192.168.1.0, діапазон IP-адрес: від 192.168.1.1 (шлюз) до 192.168.1.254
2. Номер IP мережі для офісу на вул. Генуезька, 1 (офіс №2): 192.168.2.0, діапазон IP-адрес: від 192.168.2.1 (шлюз) до 192.168.2.254
3. Номер IP мережі для офісу на вул. Фонтанська дорога, 25 (офіс №3): 192.168.3.0, діапазон IP-адрес: від 192.168.3.1 (шлюз) до 192.168.3.254
4. Номер IP мережі для офісу на вул. Новосельського, 81 (офіс №4): 192.168.4.0, діапазон IP-адрес: від 192.168.4.1 (шлюз) до 192.168.4.254

Для виходу в *Internet* кожному офісу виділена зовнішня IP-адреса:

- для центрального офісу (офіс №1): 140.20.1.1
- для офісу №2: 140.20.2.1
- для офісу №3: 140.20.3.1
- для офісу №4: 140.20.4.1

9

## Схема IP-адресації мережі фірми «Гефест»



10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.КІ.0.442-03.4.14

Арк.

92

## ВИСНОВКИ

В результаті виконаних проектних робіт реалізовано наступне:

- проаналізовано схему інформаційних потоків між філіями підприємства та обґрунтовано необхідність об'єднання всіх офісів фірми «Гефест» в єдину корпоративну мережу;
- для об'єднання філій підприємства через Інтернет обрана мережна технологія *ADSL*;
- розроблена функціональна схема комп'ютерної мережі;
- підібрано мережне обладнання;
- розподілені *IP*-адреси для філій мережі;
- сформульовані вимоги по забезпеченню безпеки передачі даних у мережі.

Впровадження проекту дозволить користувачам спільно використовувати дані і пристрої комп'ютерів, що входять в корпоративну мережу фірми «Гефест», підключитися до мережі Інтернет і працювати в єдиному інформаційному просторі з єдиною базою даних.

11

### Кошторисна вартість проекту

Найменування	Кошторисна собівартість, грн.	Питома вага, %
Матеріали	264	0.5
Спеціальне устаткування	341	0.5
Основна заробітна платня	41823	54
Додаткова заробітна платня	4182	5
Відрахування на соціальне страхування	10121	13
Накладні витрати	20912	27
Разом	77643	100
Нормативний прибуток	19435	
Ціна проекту	96688	

									Арк.
									93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ.КІ.0.442-03.4.14