

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**на тему** Дослідження процесу проектування  
(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)  
мереж доступу

Здобувача Скряга Я.В.  
(прізвище, ініціали)

2 курсу 777 а групи

Керівники: д.т.н., проф. Артеменко С.В.  
(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Сіренко О.І.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: к.т.н., доц. Нєнов О.  
(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., проф. Басюркіна Н  
посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 30. 11 2023 р., протокол № \_\_\_\_\_

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

Одеса – 2023 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
Ступінь вищої освіти магістр  
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»  
Освітня програма Комп'ютерні системи та мережі

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії  
Сергій АРТЕМЕНКО  
« 30 » 11 2023 року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

*Скряги Ярослава Володимировича*

1. Тема роботи Дослідження процесу проектування мереж доступу

Затверджена наказом університету від « 30 » 11 2022 р., наказ № 884-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 25 листопада 2023 р.

3. Вихідні дані роботи

*1. Методи аналізу даних 2. Технології побудови мереж доступу.*

*3. Методи визначення місць розташування вузлів та побудови структурної схеми мережі.*

*4. Методи розрахунку параметрів та характеристик мереж доступу.*

4. Перелік питань, які потрібно розробити

*1. Вступ. 2. Аналіз концепції мультисервісних мереж та мереж доступу.*

*3. Фрагментування території та розподіл користувачів.*

*4. Розробка структурної та функціональної схеми проектованої мережі.*

*5. Економічні розрахунки. 6. Охорона праці. 7. Загальні висновки.*

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

*Інтерактивна презентація (мета, об'єкт, предмет дослідження, постановка задачі;*

*Вихідні данні для побудови мережі, Структурна схема мережі; Результати розрахунків характеристик мережі; Вибране обладнання мережі; Функціональна схема мережі, Висновки.)*

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Економіка</i>			
<i>Охорона праці</i>			
<i>Нормоконтроль</i>			

7. Дата видачі завдання 30.11.2022

Керівники \_\_\_\_\_

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження об'єкту.</i>	<i>05.09.2023</i>	
2.	<i>Дослідження технології.</i>	<i>05.10.2023</i>	
3.	<i>Постановка завдання. Визначення вихідних даних.</i>	<i>07.11.2023</i>	
4.	<i>Розробка структурної схеми проекрованої мережі.</i>	<i>07.11.2023</i>	
5.	<i>Розробка функціональної схеми проекрованої мережі доступу</i>	<i>27.11.2023</i>	
6.	<i>Підготовка техніко-економічної частини</i>	<i>30.11.2023</i>	
7.	<i>Підготовка розділу охорони праці</i>	<i>30.11.2023</i>	
8.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>30.11.2023</i>	
9.	<i>Оформлення графічної частини та лістингу</i>	<i>30.11.2023</i>	
10.			

Здобувач-дипломник \_\_\_\_\_ *Ярослав СКРЯГА*

Керівник роботи \_\_\_\_\_ *Олександр СІРЕНКО*

*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 *Ярослав СКРЯГА* \_\_\_\_\_

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена дослідженню процесу проектування мереж доступу. При цьому виконується розрахунок основних параметрів, структурних характеристик, що залежать від географічних особливостей території та містобудівних принципів, навантаження локального та транспортного сегментів ліній доступу, враховується набір послуг, що надаються користувачам різних груп, їх вимоги до мережі та мережного обладнання. Важливими етапами є побудова структурної схеми, в залежності від обраної топології мережі, що містить місця розташування користувачів та прокладки ліній локального та транспортного сегментів, кількість ліній, довжина, розміри районів підключення. При побудові функціональної схеми обирається телекомунікаційна технологія мережі доступу, вибирається обладнання, що відповідає розрахованим характеристикам відповідно до обраної технології.

Таким чином, основні завдання, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети, належать: Формування технічного завдання на проектування мережі доступу. Розробка карти території, яка обслуговується мережею доступу. Характеристика інфокомунікаційних послуг, які надаються користувачам мережі доступу. Формування груп користувачів інфокомунікаційних послуг та визначення вимог користувачів до мережі доступу. Фрагментування території, яка обслуговується мережею доступу, та визначення місць розташування вузлів доступу. Визначення секторів мережі доступу. Визначення місць розташування вузлів доступу векторним методом. Розрахунок характеристик, інтенсивності навантаження та пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу. Розрахунок довжини ліній доступу. Оцінка навантаження вузлів доступу.

Також виконано економічний розрахунок та розглянуто питання охорони праці.

**Ключові слова:** мережа доступу, параметри та характеристики мереж доступу.

## **ABSTRACT**

The thesis is devoted to the study of the design process of access networks. At the same time, the calculation of the main parameters, structural characteristics, which depend on the geographical features of the territory and urban planning principles, the load of local and transport segments of access lines, the set of services provided to users of different groups, their requirements for the network and network equipment are taken into account. Important stages are the construction of a structural diagram, depending on the selected network topology, containing the locations of users and the laying of lines of local and transport segments, the number of lines, length, dimensions of connection areas. When building a functional scheme, the telecommunications technology of the access network is selected, the equipment that meets the calculated characteristics is selected in accordance with the selected technology.

Thus, the main tasks, the solution of which leads to the achievement of the set goal, include: Formation of the technical task for the design of the access network. Development of a map of the territory served by the access network. Characteristics of information communication services provided to users of the access network. Formation of groups of users of information communication services and determination of user requirements for the access network. Fragmentation of the territory served by the access network and determination of locations of access nodes. Definition of access network sectors. Determination of locations of access nodes by vector method. Calculation of characteristics, load intensity and bandwidth of the local segment of the access network. Calculation of the length of access lines. Assessment of load of access nodes.

An economic calculation was also performed and the issue of labor protection was considered.

**Keywords:** access network, parameters and characteristics of access networks.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ ТА МЕРЕЖ ДОСТУПУ .....	11
1.1 Призначення мереж доступу та їх місце у структурі сучасних інфокомунікаційних мереж .....	11
1.2 Аналіз технологій, побудови мереж доступу .....	17
1.3 Постановка завдання на проектування мережі доступу .....	16
РОЗДІЛ 2 ФРАГМЕНТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ТА РОЗПОДІЛ КОРИСТУВАЧІВ .....	47
2.1 Формування груп користувачів. ....	47
2.2 Розподіл території мережі доступу на сектори .....	54
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОЇ МЕРЕЖІ .....	57
3.1 Розрахунок довжини лінії доступу.....	57
3.2 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускнуої спроможності локального сегменту мережі доступу.....	58
3.3 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускнуої спроможності транспортного сегменту мережі доступу.....	64
3.4 Формування структурної схеми.....	68
3.5 Розробка функціональної схеми проекрованої мережі доступу.....	72
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЕКТУ.....	84
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	103
ВИСНОВКИ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120
ДОДАТКИ.....	122

					<b>КРМ.КІ. 1.884-03.3.6</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження процесу проектування мереж доступу  <b>ар. 767а, ОНТУ</b>		
Розробив		Ярослав СКРЯГА					
Перевірів		Олександр СІРЕНКО					
Рецензент							
Нормоконтроль							
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО					

## ВСТУП

Без перебільшення можна сказати, що інформаційні технології сьогодні охопили практично всі сфери діяльності. Постійно росте об'єм та обіг інформації, що передається. Процес накопичення, обробки та використання знань постійно пришвидшується. У зв'язку з цим виникає потреба використання автоматичних засобів, що дозволяють ефективно зберігати, обробляти та розподіляти накопичені дані.

Одним із найактуальніших завдань побудови розвиненої інфокомунікаційної структури міста є забезпечення всіх житлових районів надійним та високоякісним доступом до мережі.

Останніми роками мережі доступу є найбільш динамічним сегментом телекомунікаційної галузі. Вони безпосередньо пов'язані з наданням операторських послуг користувачам, тому мережі доступу добре окупаються навіть за умов несприятливої економічної ситуації. Тут постійно вдосконалюються технології задоволення нових потреб користувачів, з'являються нові, характерні лише для цих мереж, технічні рішення. На відміну від транспортних мереж (міжстанційних, міжміських тощо), у мережах доступу тільки починається перехід на оптичні технології у фіксованому зв'язку. Тому можна з упевненістю сказати, що мережі доступу перебувають у фазі розвитку, що робить їх технічно та фінансово привабливими.

Для досягнення поставленої мети вирішуються завдання: обирається найбільш перспективна технологія побудови мережі доступу; проводиться оцінка потенційної кількості користувачів, які проживають у даному районі; розробляється схема побудови мережі; за співвідношенням ціни та якості обирається обладнання (стаціонарне, абонентське та різні пасивні компоненти) та волоконно-оптичний кабель; виконується розрахунок оптичного бюджету.

Об'єктом дослідження є мережа доступу як сегмент інформаційної мережі та структурні характеристики мереж доступу.

Предметом – методи розрахунків параметрів мереж доступу, зокрема розрахунок структурних характеристик мереж доступу, серед яких довжина

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ліній доступу локального та транспортного сегментів, пропускна спроможність ліній та вузлів доступу..

Метою роботи є дослідження процесу побудови мереж доступу.

До основних завдань, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети, належать:

1. Аналіз концепції мереж доступу, як сегменту інформаційної мережі.
2. Формування вихідних даних до проектування мережі доступу.

Формування вимог до мережі та мережного обладнання.

3. Аналіз методів розрахунку структурних характеристик мереж доступу та основних параметрів мережі.

4. Побудова структурної та функціональної схем мережі доступ для заданих умов.

5. Вибір обладнання мережі за результатами розрахунків та відповідно до вибраної технології.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ ТА МЕРЕЖ ДОСТУПУ

### 1.1 Призначення мереж доступу та їх місце у структурі сучасних інфокомунікаційних мереж

Мережа доступу – це сукупність мережевих елементів, які забезпечують доступ користувачів до ресурсів транспортної мережі для одержання інфокомунікаційних послуг. Мережа доступу пов'язує джерело (приймач) повідомлень з вузлом доступу, що є граничним між мережею доступу та транспортною мережею. В свою чергу транспортною є та частина інформаційної мережі, яка виконує функції транспортування потоків повідомлень від джерел з однієї мережі доступу до одержувачів повідомлень іншої мережі доступу, тобто термінального обладнання.

Поняття мережі доступу зазвичай асоціюють із мережею доступу користувача, розуміючи під цим лінію доступу користувача до найближчого вузла надання послуг, що може бути, наприклад АТС телефонної мережі загального користування, або абонентську лінію (АЛ). Термін абонентської лінії еквівалентний поняттю остання миля (ОМ, чи LM – Last Mile). Тобто, ділянці інформаційної мережі від вузла надання послуг до кінцевих пристроїв користувача (терміналів користувача). Враховуючи, що АТС – це вузол мережі загального користування, або телефонної мережі загального користування (ТФЗК), то МД – це первинна мережа нижнього рівня, що живить вузли ТФЗК.

На початку ери створення мереж доступу абонент, який використовував абонентську лінію, міг отримати по одній лінії від ТФЗК спочатку послуги телефонного та факсимільного зв'язку або послуги передачі даних (за допомогою аналогового модему з можливим виходом на локальну та корпоративну мережу чи мережу Інтернет). В обох випадках цифровий

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

еквівалент каналу був обмежений теоретичним лімітом швидкістю передачі даних 64 кбіт/с, оскільки телефонна мережа розрахована на передачу мови у діапазоні частот – 0,3-3,4 КГц.

Наступний етап переходу до інтегральних технологій, це поява технології інтегральних цифрових систем зв'язку та цифрової мережі інтегрованого обслуговування (Integrated Services Digital Network, ISDN), використовуючи ту ж абонентську лінію, вдалося розширити можливості надання послуг, для одночасної передачі голосу та даних, відеоконференц-зв'язок та мультимедіа. Цифровий еквівалент каналу користувача В завдяки використанню швидкості базового доступу вузькосмугової ISDN (2x64 кбіт/с) розширився до 144 кбіт/с завдяки структурі 2В+D. З появою широкосмугового варіанта ISDN 30В+D послуги були розширені до передачі рухомих відео, а використовуючи швидкості первинного доступу ISDN цифровий еквівалент каналу користувача розширився до 2 Мбіт/с.

Впровадження цифрових інтегральних мереж ISDN дозволило широко використовувати на абонентських лініях телефонних мереж цифрові модеми, що працюють на швидкості передачі  $n \cdot 64$  кбіт/с (так звані дробові швидкості FE1) аж до 2048 кбіт/с (первинна швидкість потоку E1 ієрархії плезіохронної цифрової ієрархії PDH Plesiochronous Digital Hierarchy).

З появою безпроводових стільникових систем зв'язку виникли мережі радіодоступу (МРД), які за допомогою абонентської радіолінії (АРЛ) з'єднувалися з вузлом ТфЗК (наприклад, АТС), де було встановлено ВSC – контролер базової станції (КБС) радіодоступу. Набір інфокомунікаційних послуг безпроводової мережі радіодоступу практично ідентичний абонентам з лінією цифрової інтегральної мережі ISDN.

Використання оптичного волокна (ОВ) на ділянці останньої милі, розвиток технологій пасивних оптичних мереж PON призвело до створення оптичної мережі доступу, яка підключається до вузлів телефонної мережі загального користування через оптичну лінію доступу, використовуючи лінійне обладнання, встановлені на вузлах кінцеві пристрої оптичної лінії (OLT). Набір

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

інфокомунікаційних послуг оптичної мережі доступу є найширшим серед усіх послуг мереж доступу. Спектр послуг включає аналогове та цифрове відео завдяки відсутності обмежень на смугу пропускання оптичного середовища передачі. На оптичних лініях працюють оптичні модеми (ОМ), які мають назву оптоволоконними конверторами (ОВК, або FLC). Оптоволоконні конвертери приймають електричний сигнал і перетворюють (конвертують) його в оптичний для передачі в лінію зв'язку.

Схема побудови мережі доступу на початку мала вигляд, представлений на рис.1.1



Рис.1.1 - Традиційний варіант організації мережі доступу

Як вузол, що живиться мережею доступу, може виступати не тільки АТС мережі ТФЗК, але і мультиплексори мереж синхронної цифрової ієрархії SDH і мереж Wavelength Division Multiplexing WDM. Тоді як пристрої доступу, що живлять ці мережі, можуть виступати не тільки перераховані вище пристрої (мають стандартний для глобальних мереж (WAN) інтерфейс G.703), але і власне АТС, які можуть використовувати як інтерфейс G.703, так і інтерфейси мережі доступу до АТС V5.1/V5.2.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Пристроєм доступу може бути і так званий гнучкий мультиплексор. Наявність широкого набору інтерфейсів визначає його "Гнучкість". Цей набір інтерфейсів достатній для підключення будь-якого ("аналогового" або "цифрового") користувача до мережі ТФЗК або мережі WAN. Його користувачами можуть бути пристрої локальних мереж (ЛВС), включаючи персональні комп'ютери, мереж Х.25 та ISDN, а також ТФЗК.

Для мультиплексорів SDH вищого рівня, наприклад STM-16 (швидкість передачі 2,5 Гбіт/с), як "пристрій" доступу може виступати і автономна/локальна мережа доступу, організована у вигляді кільця SDH/CWDM (розріджені WDM) з мультиплексорами SDH STM-1/4 нової генерації чи мультиплексорами CWDM, оснащеними великим набором інтерфейсних карток.

У цьому випадку варіантами джерел, що живлять такі мережі доступу, можуть бути: АТС та установчі АТС (УАТС) з трафіком Е1/Е3 (2/34 Мбіт/с); корпоративні мережі з трафіком Frame Relay (ретрансляція кадрів) або АТМ (чарунковий режим передачі); гнучкі мультиплексори або концентратори з трафіком n 64 кбіт/с або первинний потік Е1; ЛОМ з трафіком Ethernet 10/100/1000 Мбіт/с; гібридні волоконно-коаксіальні мережі (ГВКС) з кабельними модемами (КМ) і прямим/зворотним трафіком типу відео на вимогу/дані, розгалужені пасивні оптичні мережі з трафіком останньої милі та зворотного каналу ГВКС.

Враховуюче це, один з варіантів сучасної схеми організації мережі доступу може мати вигляд, показаний на рис.1.2.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Мультиплектори доступу в мережі ISDN (цифрова інтегральна мережі), Frame Relay (ретрансляція кадрів), АТМ (комутація чарунок) та ІР (комутація пакетів);

Інверсні мультиплектори потоків 64 кбіт/с та первинний двомегабітний потік Е1;

Обладнання мереж пасивних оптичних мереж (або PON - passive optical network);

пристрої доступу на швидкості двомегабітного потоку Е1 та дробовий Е1 (FE1), n 64 кбіт/с;

Модеми.

Таблиця 1.1 - Основні типи технологій доступу та параметри використовуваних модемів

Таблица 1. Основные типы технологий доступа и параметры используемых модемов

Система	Скорости, кбит/с		Максимальное расстояние**, км	Число каналов	Требуемое число пар	Вид передачи	Среда передачи
	Прямой канал*	Обратный канал*					
ISDN BRA	128	128	5,4	2	1	Симметричная	Цифровая линия
ISDN PRA	1472/1920	1472/1920	5,4/4,9	23/30	1	Симметричная	Цифровая линия
ADSL/ADSL2	640/936	6000/12000	5,4/2,7	2	1	Асимметричная	2-проводная линия
ADSL2+	936	24000	1,4	2	1	Асимметричная	2-проводная линия
HDSL	1544/2048/2320	1544/2048/2320	4,5/3,6	1	2	Симметричная	4-проводная линия
IDSL	128	128	5,4	1	1	Симметричная	2-проводная линия
M(S)DSL	272-2320	272-2320	4,2	1	1	Симметричная	2-проводная линия
RADSL	128-1024	600-7000	5,4	1	1	Асимметричная	2-проводная линия
SDSL	768	768	3,0	1	1	Симметричная	2-проводная линия
SHDSL	2320/3840/5696	2320/3840/5696	3,0	1	1	Симметричная	2-проводная линия
UDSL	128	128	5,4	1/2	1/2	Симметричная	2-/4-проводная линия
VDSL	1500-2300	13000/52000	1,4/0,3	1	1	Асимметричная	2-проводная линия
HFC	64-2000	27000-36000	15	n	n/n	Асимметричная	Оптическое волокно
IMA	n x 1544/2048	n x 1544/2048	2	1	1	Симметричная	Цифровая линия

\* Прямой, или восходящий, канал от клиента к серверу провайдера; обратный, или нисходящий, канал от сервера провайдера к клиенту.

\*\* Максимальное расстояние передачи для заданной скорости зависит от диаметра используемого медного провода. В нашем случае – провод диаметром 0,5 мм [7].

### Модеми мереж доступу

Якщо, не розглядаючи радіомережі, обмежитися лише проводовими мережами доступу, то них трафік від кінцевих користувачів до пристроїв доступу і може бути доставлений за допомогою передавальних пристроїв, званих модемами. У них використовуються певні технології передачі та методи модуляції-демодуляції. Можна виділити такі типи цифрових модемів:

- ISDN-модеми для базового (BRA) та ISDN-модеми для первинного (PRA) доступу;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

· Модеми для цифрових абонентських ліній (сімейство технологій DSL, або ЦАЛ); ці модеми (і відповідні їм технології) мають різні особливості, сфери застосування і становлять досить велику групу, звану узагальнено xDSL-модемами;

- Кабельні модеми (CM, або KM) для мереж HFC, або ГВКС;
- Оптичні модеми для пасивних оптичних мереж PON та оптичних останніх миль (LM).

Основні характеристики модемів наведено у табл.1.1

## **1.2 Аналіз технологій, що використовуються при побудові мереж доступу**

Розглянемо коротко технології, використовувани передачі, назви яких наведено в табл.1.

Технологія ISDN Basic Rate Access - ISDN BRA - технологія ISDN з доступом на базовій швидкості. Складається з двох основних цифрових каналів В (ОЦК) по 64 кбіт/с, що позначаються як 2В (128 кбіт/с), плюс сигналізації канал D (16 кбіт/с). У результаті формується канал 144 кбіт/с. Цифрова лінія може бути як двопровідною, так і чотирипровідною залежно від типу стандартного інтерфейсу мережі ISDN, однак для зв'язку з мережею (інтерфейс U) використовується двопровідна лінія. Доступ базової швидкості здійснюється через логічний інтерфейс BRI (Basic Rate Interface).

Технологія ISDN Primary Rate Access – ISDN PRA – технологія ISDN з доступом на первинній швидкості. Використовує два формати: для Європи структура 30В+D та для Америки, Японії 23В+D, де D-канал має швидкість 64 кбіт/с.

Таким чином перший формат дозволяє передавати 23 канали та відповідає швидкості 1536 (1472+64) кбіт/с, а другий – 30 каналів і відповідає швидкості 1984 (1920+64) кбіт/с.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Доступ до первинної швидкості здійснюється через інтерфейс PRI (Primary Rate Interface). Можливий також високошвидкісний доступ на швидкості H0 (384=6 г 64 кбіт/с) або H12, коли за допомогою технології інверсного мультиплексування шести або дванадцяти каналів ОЦК у режимі ISDN формується один канал, наприклад для високоякісного відеоконференц-зв'язку.

Технологія ADSL (ITU-T G.992.1), ADSL2 (G.992.3), ADSL2+ (G.992.5) – Asymmetric Digital Subscriber Line/Loop – асиметрична цифрова абонентська лінія. Це технологія широкопasmового (ШП) доступу, що використовується для роботи з Інтернетом. Вона зручна тим, що при малому прямому потоці, який формується клієнтом/користувачем, дозволяє виділити більше ресурсів на зворотний потік від мережевого сервера до користувача. Максимальна відстань залежить не тільки від діаметра мідного дроту, а й від швидкості. Так, при діаметрі 0,5 мм та швидкості T1 (1544 кбіт/с) ця відстань дорівнює 5,5 км, при швидкості E1 (2048 кбіт/с) – 4,9 км, за швидкості T2 (6312 кбіт/с) – 3,7 км та за E2 (8448 кбіт/с) – 2,7 км. ADSL цікава тим, що смуга двопровідної лінії ділиться на три канали: канал тональної частоти (4 кГц, телефонний трафік), прямий канал (висхідний трафік) та зворотний канал (низхідний трафік). Перший канал (телефон) управляється вузлами ТФОП (АТС), два останніх (кожен окремо) – мультиплексором доступу цифрової абонентської лінії (DSLAM). Тобто технологія ADSL дозволяє організувати один телефонний канал і один асиметричний дуплексний канал передачі даних, які розділяються спліттером [7, 10].

Технологія HDSL – High bit rate Digital Subscriber Line – високошвидкісна цифрова абонентська лінія. Одна з найстаріших і найпростіших технологій широкопasmового доступу, використовує лише дуплексну передачу цифрових даних у глобальних та локальних мережах, формуючи канал T1/E1 (1544/2048/2320 кбіт/с).

Технологія HDSL2 – симетрична двопровідна HDSL – те саме, що й SHDSL (див. ITU-T G.991.2).

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Технологія IDSL – ISDN Digital Subscriber Line/Loop – цифрова абонентська лінія технології ISDN. Призначена (відповідно до назви) для доступу до мережі ISDN і формує той же канал 128 кбіт/с, але він використовується тільки для передачі даних (передача голосу, на відміну від ISDN, не підтримується).

Технологія M(S)DSL – Multirate (Symmetric) Digital Subscriber Line – багатошвидкісна (симетрична) цифрова абонентська лінія. Підтримує передачу симетричних дуплексних каналів зі швидкістю  $n \cdot 64$  ( $n = 4 \dots 36$ ) за схемою  $nB+D$ , допускаючи об'єднання в одному фізичному середовищі різних видів трафіку (мови, даних та відео), необхідного, наприклад, для передачі відеоконференц-зв'язку.

Технологія RADSL – Rate Adaptive Digital Subscriber Line – цифрова абонентська лінія з адаптацією швидкості. Варіант ADSL, де швидкість може бути змінена з урахуванням вимог середовища передачі та програми, що використовується. Аналогічно ADSL використовує двопровідну лінію передачі і голоси.

Технологія SDSL – Symmetric Digital Subscriber Line – симетрична цифрова абонентська лінія. Забезпечує симетричну дуплексну передачу даних із швидкістю 768 кбіт/с. Ця швидкість відповідає ще одному каналу, організованому в рамках ISDN передачі відеоконференц-зв'язку, – H12. Він формується інверсним мультиплексором із 12 ОЦК.

Технологія SHDSL - Single-pair High-Speed Digital Subscriber Line - високошвидкісна цифрова абонентська лінія на одній парі (див. ITU-T G.991.2). Підтримує передачу симетричних дуплексних каналів зі швидкістю до 192–2312/2320–3840/768–5696 кбіт/с (залежно від типу використовуваної модуляції) і називається також, як Symmetric High-bit rate Digital Subscriber Line – симетрична високошвидкісна абонентська лінія.

Технологія UDSL – Unidirectional Digital Subscriber Line – односпрямована цифрова абонентська лінія. Аналогічна IDSL, але допускає передачу по кожній з двох пар чотирипровідної лінії лише одну сторону.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Технологія UDSL – Universal Digital Subscriber Line – універсальна цифрова абонентська лінія. Аналогічна IDSL, але допускає передачу як двопровідної, так і чотирипровідної лінії.

Технологія VDSL - Very high bit rate Digital Subscriber Line - надшвидкісна цифрова абонентська лінія. Забезпечує асиметричну передачу даних аналогічно ADSL, але призначена для передачі зворотним каналом телевізійного сигналу: звичайного – 13 Мбіт/с на відстань 1,4 км та високої чіткості (HDTV) – 52 Мбіт/с на відстань до 300 м.

Технологія HFC – Hybrid Fiber Coax (line) – гібридна волоконно-коаксіальна (ГВКС) лінія. Технологія, що використовує трирівневу структуру взаємодіючих мереж (магістральна транспортна; доступу та розподільна) та змішане середовище передачі: оптоволоконне (на магістральній мережі та мережі доступу) та коаксіальну (на розподільній абонентській мережі). У цій мережі прямий (цифровий) канал від абонента до центральної станції (ЦС) займає смугу 5–42 (5–65) МГц. Смуга прямого доступу ділиться пропорційно числу абонентів, які користуються послугами методом тимчасового поділу каналів (TDM). В результаті визначається швидкість прямого каналу для одного абонента (наприклад, від 64 до 2000 кбіт/с). Зворотний канал займає смугу 47-750 (91-857) МГц і ділиться пропорційно до числа каналів телевізійного мовлення. В результаті кабельний модем, що використовується для передачі, повинен мати швидкість (з урахуванням використовуваної квадратурної модуляції 16/64/256QAM) до 36000 кбіт/с. Потрібно мати на увазі, що у вітчизняній термінології для ГВКС, а також для PON (див. нижче), поняття прямого та зворотного каналів змінюються місцями. Прямим (низхідним) вважається канал ЦС – абонент, а зворотним (висхідним) – канал абонент – ЦС, що визначається первинністю сервісу, що від ЦС до абоненту, і вторинністю запиту обслуговування, що у зворотному напрямі.

Технологія ІМА – Inverse Multiplexing over ATM – інверсне мультиплексування як ATM. Технологія передачі, що використовує режим асинхронної передачі (ATM) як технологію переносника при дистанційному

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

доступі, функціонувала, як правило, на лініях зв'язку типу T1/E1 (1544/2048 кбіт/с), що часто не задовольняло вимоги з боку додатків. Тому для забезпечення більш високих швидкостей доступу стали застосовувати інверсне мультиплексування, аналогічно тому, як це робиться в ISDN, проте як одиничний мультиплексований канал брали не ОЦК, а канал T1/E1. В результаті формувався канал nT1/nE1, який міг досягати рівня T3/E3 (45/34 Мбіт/с). Процедура інтерлівінгу при мультиплексуванні проводилася на рівні 53-байтних чарунок АТМ.

#### Пасивні оптичні мережі PON

Поява нових послуг зв'язку та, зокрема, інтенсивне використання мультимедійного та відеообміну з мережею Інтернет призвела до суттєвого зростання (аж до 1 Гбіт/с) вимог до швидкості обміну, а отже, і до смуги пропускання мережі доступу. Задовольнити їх було важко, використовуючи лише технології цифрових абонентських ліній xDSL. У цій ситуації виявилася затребуваною технологія пасивних оптичних мереж або PON, яка виникла на початку 90-х років минулого століття у зв'язку з розвитком оптоволоконних мереж зв'язку.

Зараз мережа доступу, побудована за технологією PON - це сучасна технологія побудови мережі "останньої милі" та організації широкосмугового доступу по волокну.

Мережа PON використовує оптичний кабель як середовище передачі, а отже, не має фізичних обмежень, властивих коаксіальному кабелю або мідному. Швидкості, на яких може працювати, аналогічні тим, що використовуються системами SDH і WDM.

Архітектура мережі доступу будується на основі топологій або їх можливих комбінацій.

Для центрального вузла з єдиним розгалужувачем (S) характерна топологія зірки. Розгалужувач підключений через оптичний лінійний термінал OLT до магістральної мережі (ліворуч), і відходять від S сегментів (1:N), що

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

з'єднують S за схемою "точка-точка" з мережними вузлами користувача (ONT або ONU).

Топології топології шини або топології послідовного ланцюга, що складається з послідовно з'єднаних (якби вони були розташовані на шині) Y-відгалужувачів S, початком якої є центральний вузол знизу з відгалужувачем S, промені відгалужень яких, що йдуть до користувачів ONT або ONU, розташовані вздовж усієї шини усього ланцюга.

Топології дерева, коренем якого є центральний вузол, з'єднаний за схемою "точка-багато точок" з вузлами розгалужувачів (S) і вузлами користувачів (ONT або ONU), що становлять крону дерева.

#### Принцип роботи мережі PON

Положення центрального та абонентських вузлів, термінальних закінчень оптичного лінійного терміналу OLT та оптичних мережевих терміналів ONT або ONU, а також сервісного мережевого інтерфейсу SNI та інтерфейсу користувач-мережа UNI, наведені на схемі оптичної мережі PON. Східний прямий потік від центрального вузла має швидкість 0,622/2,5 Гбіт/с (відповідно STM-4/16) і передається оптичним волокном на довжині хвилі 1550 нм до точки розгалуження на пасивний оптичний розгалужувач, який ділить цей потік на декілька (до 32 або 64) потоків, що надходять на ONT або ONU, встановлені в приміщенні користувачів. Висхідні зворотні потоки від користувачів на довжині хвилі 1310 нм збираються за допомогою технології множинного доступу з тимчасовим поділом TDMA агрегатний потік на швидкості 622 Мбіт/с. Обладнання ONT та ONU здійснює конвертування оптичних сигналів в електричні та назад.

Відповідно до стандарту ITU-T G.983.x: наприклад 1 сегмент оптичної мережі PON, що закінчується вузлом розгалуження, використовуючи, 5-рівневе бінарне дерево, у радіусі 20 км може охопити 32 абонентські вузли ( $2^5=32$ ).

Один абонентський вузол, використовуючи мультиплексор/демультиплексор WDM і UNI який, здатний обслужити 10-ки користувачів житлових будинків або офісів. Сервіси PON, що надаються,

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

залежать від того, до яких сервісних мереж (ATM, SDH, Ethernet) підключений центральний вузол та які сервісні інтерфейси SNI реалізовані на його входах:

- E (Ethernet),
- FE (Fast Ethernet),
- GE (гігабітний Ethernet),
- FXS (аналоговий інтерфейс) для підключення терміналу до цифрового мультиплексора),
- E1, PAL (інтерфейс стандарту кольорового ТБ),
- DVB-ASI (асинхронний інтерфейс послідовний цифрового телевізійного мовлення) та ін.

На центральний вузол не встановлюються інтерфейсні модулі (ATM, SDH, GE), він може використовуватися тільки для керування деревом.

#### Стандарти та протоколи взаємодії в мережі PON

Консорціум FSAN для оптичних мереж PON розробив низку стандартів, що описують протоколи взаємодії абонентського вузла із центральним вузлом. Першими були стандарти ITU-T G.983.1, що описує A-PON (ATM PON) – мережі PON на основі технології ATM (10.98), та G.983.2, що описує інтерфейс управління та менеджменту для терміналу ONT (04.00). Наступним з'явився стандарт G.983.3, що збільшує набір послуг і ширину смуги (03.01), що перетворився в версію PON – широкосмугова PON стандарту G.983.4–G.983.10 (Broadband PON (B-PON)).

Широкосмуговий B-PON допускає динамічний розподіл смуги (DBA) залежно від типу додатків, підтримує магістральні інтерфейси SDH (STM-1), ATM (STM-1/4), FE, GE, SDI PAL, E1, E (10/100Base- TX) та телефонію (FXS).

У рамках стандартизації ITU-T розвитком B-PON стала технологія G-PON – Gigabit PON (03.03) – гігабітна PON стандарти G.984.1–G.984.4, що допускає збільшення швидкості до 2,5 Гбіт/с, симетричний та асиметричний варіанти використання прямого та зворотного каналів, а також застосування стандартної процедури інкапсуляції даних GEM у корисне навантаження.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Враховуючи важливість розвитку оптичних мереж Ethernet в рамках PON-технології, що дає можливість передавати трафік не тільки гігабітного Ethernet (GE), а й 10-гігабітного Ethernet (10GE), комітет стандартів IEEE створив комісію EFM – Ethernet на першій милі та сформував Альянс EFM (EFMA), який розробив відповідний стандарт GE (швидкість у мережі до 1,25 Гбіт/с), див. IEEE 802.3ah. Частиною розробки стала технологія E-PON – Ethernet PON. Ця технологія визначається як оптоволоконна мережа, що використовує хвильове мультиплексування WDM трьох несучих: 1490 нм для прямого каналу, 1310 нм для зворотного каналу та 1550 нм для додаткових послуг (КТВ або приватних каналів). Фізичний рівень (E-PON PMD) передбачає інтерфейси класу 1 (відстань до 10 км) та класу 2 (до 20 км) з однаковими коефіцієнтами розгалуження 1:16.

Технологія E-PON використовує стандартну архітектуру PON, однак усередині дерева PON кадри Ethernet передаються без сегментації та подальшого складання (SAR) – механізму ATM, характерного для A-PON, що робить E-PON максимально близьким до Ethernet IEEE 802.3.

Для організації взаємодії центрального вузла з абонентськими вузлами Інститут IEEE розробив протокол багатоточкового управління (MPCP), що має два режими роботи: ініціалізації, що використовується для виявлення та реєстрації нових вузлів ONT, та нормального функціонування, що допускає два режими роботи – стандартний метод випадкового доступу CSMA/CD і повнодуплексний метод комутації з топологією "крапка-крапка" (для 10GE застосовується тільки останній метод).

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 1.3 Постановка завдання на проектування мережі доступу

### 1.3.1 Огляд території, на якій планується побудова мережі доступу

Метою роботи є дослідження процесу побудови мереж доступу. При цьому виконується розрахунок основних параметрів, структурних характеристик, що залежать від географічних особливостей території та містобудівних принципів, навантаження локального та транспортного сегментів ліній доступу, враховується набір послуг, що надаються користувачам різних груп, їх вимоги до мережі та мережного обладнання. Важливими етапами є побудова структурної схеми, в залежності від обраної топології мережі, що містить місця розташування користувачів та прокладки ліній локального та транспортного сегментів, кількість ліній, довжина, розміри районів підключення. При побудові функціональної схеми обирається телекомунікаційна технологія мережі доступу, вибирається обладнання, що відповідає розрахованим характеристикам відповідно до обраної технології.

Таким чином, формуємо основні завдання, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети, належать:

- 1 Формування технічного завдання на проектування мережі доступу
- 2 Розробка карти території, яка обслуговується мережею доступу
- 3 Характеристика інфокомунікаційних послуг, які надаються користувачам мережі доступу
- 4 Формування груп користувачів інфокомунікаційних послуг та визначення вимог користувачів до мережі доступу
- 5 Фрагментування території, яка обслуговується мережею доступу, та визначення місць розташування вузлів доступу
  - 5.1 Визначення секторів мережі доступу
  - 5.2 Визначення місць розташування вузлів доступу векторним методом
- 6 Розрахунок характеристик локального сегменту мережі доступу
  - 6.1 Розрахунок довжини ліній доступу

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.2 Розрахунок інтенсивності навантаження локального сегменту мережі доступу

6.3 Розрахунок пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу

6.4 Оцінка навантаження вузлів доступу

7 Формування структурної схеми мережі доступу.

Огляд та аналіз території, на якій планується побудова мережі доступу є першим та важливим етапом в процесі проектування. При цьому враховуються містобудівні принципи, особливості території, типи, кількість та місця розташування будівель, наявність специфічних об'єктів та споруд, перешкод для прокладки ліній. Виявляється наявність існуючої мережі, яка вимагає зміни та модернізації, бо може не задовольняти всіх потреб користувачів. В рамках представленої роботи досліджується процес побудови мережі на території селища міського типу площею 1.79 км<sup>2</sup>. Карта цієї території зображена на рисунку 1.3

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



що для задоволення потреб даної групи користувачів виділено найкращі характеристики ІКП. Будинки розташовані на окремих вулицях, а це Садова, Перемоги, Абрикосова. Не дивлячись на те, що це було лише 60 будинків вони займали немалу частину загального навантаження мережі через ІКП, які потребували резервування в каналі великого навантаження.

– Третя Група «С» - група, в яку входять користувачі, що проживають в приватних будинках звичайного типу, мають середні доходи, та середні вимоги до набору ІКП. Не дивлячись на їх середнє статистичне навантаження вони займали більшу кількість користувачів населеного пункту. Створювали навантаження на мережу за рахунок чисельності цих користувачів.

Для зручності проектування та зменшення розрахунків можна уніфікувати до 2-ох груп користувачів – фізичні та юридичні.

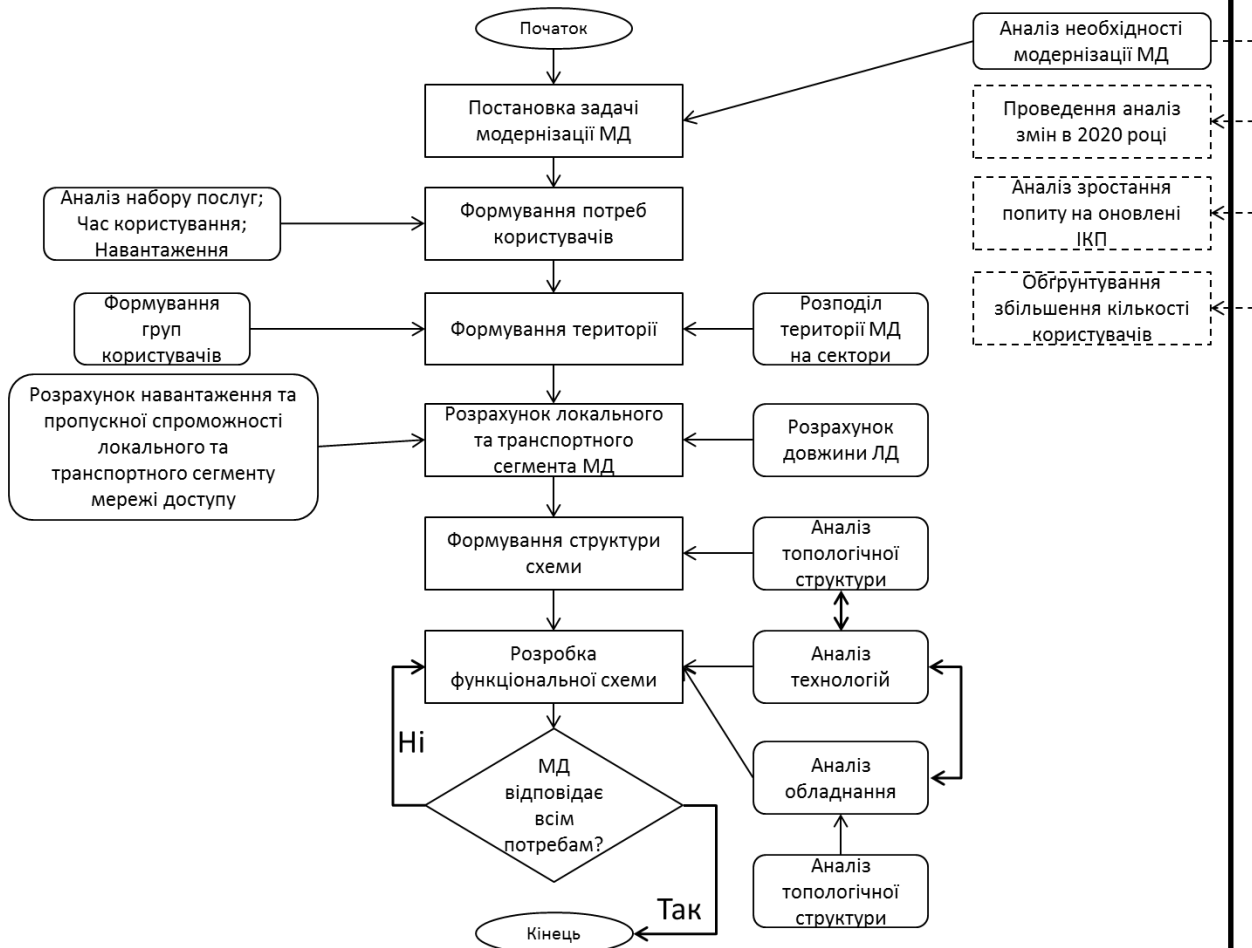


Рис. 1.4– Схема процесу побудови мережі доступу

На сьогоднішній день питання проектування, побудови та модернізації мереж доступу є актуальним, особливо у зв'язку з різким переходом бізнесу,

навчання в онлайн режим, що супроводжується різким збільшенням кількості користувачів, та збільшенням навантаження на мережу.

Провівши аналіз – зрозуміло, що на необхідність проектування або модернізації мережі доступу найбільше впливали наступні фактори:

**Поява нових користувачів** – в останні роки це користувачі молодшого віку (школярі молодших класів), які раніше не користувалися інтерактивними послугами під час навчання, а зараз змушені переходити на онлайн навчання і користувачі старшого віку (вчителі старшого віку), які раніше взагалі не користувалися онлайн послугами, а зараз змушені працювати онлайн.

Поява **нових ІКП послуг** інтерактивного характеру, для яких важлива **якість** (мінімізація помилок, час доступу та ін.) роботи. Всі фактори, які зазначені вище збільшили **навантаження** на мережу.

**Метою** роботи є підвищення якості **онлайн-навчання, та онлайн-роботи** на території, що розглядається, завдяки дослідженню процесу побудови мережі доступу для користувачів. **Об'єктом** роботи є мережа доступу селища міського типу. Предмет – це методика побудови або модернізації сучасної мережі доступу.

Було проведено аналіз досліджень як українських так і міжнародних, які підтверджують зріст користувачів, та підтверджують необхідність побудови та модернізації мережі доступу на обраній території. За інформацією видавництва «Українська правда» на кінець 2019 року зростання користувачів мережі Інтернет в Україні зросло на 7%. А в зв'язку з пандемією, карантинном та карантинном вихідного дня особливо сильно виросла завантаження на домашню мережу Інтернет. За даними міжнародного глобального агентства *We Are Social* подають звіт про стан Інтернет-середовища – *Digital 2020*.

+299 млн. нових Інтернет-користувачів в порівнянні з даними на січень 2019. Зростання + 7%. Загальна кількість - 4,54 млрд.;

– +321 млн. нових користувачів в соціальних мережах. Аудиторія соціальних мереж досягла вже більше 3,8 млрд. користувачів;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- +124 млн. власників мобільних телефонів. 5,19 млрд. в світі. Зростання 2,4%.

В селищі міського типу, що розглядається в якості вихідних даних до проектування, є проблема з доступом до якісної мережі передачі даних. На основі фактів, що виділено вище, приймається рішення побудови мережі доступу із дослідженням етапів проектування. Враховано той факт, що якась мережа вже існує на даній території, але вона вимагає модернізації. Методами модернізації є: заміна вузлів доступу, розширення каналу, заміна ліній та окремою послугою зазначено заміна обладнання користувача, а саме *Wi-Fi* роутера. Важливим є правильний вибір обладнання. Для цього розроблено таблицю порівняння, де основними параметрами буде вартість, пропускна спроможність кількість інтерфейсів для підключення та технології підключення.

Таблиця 1.2

Порівняння обладнання

Параметри	Недостатнє		Оптимальне	Гіперболізоване
	Назва обладнання			
		<i>BDCOM P3310C-2AC</i>	<i>BDCOM P3608-2TE- AC/DC</i>	<i>V1600D16 V-Solution</i>
Пропускна спроможність,	Гбіт/с	32	128	
Кількість інтерфейсів <i>PON</i>	шт	<i>PON</i> портів – 4	<i>PON</i> портів – 8	<i>PON</i> портів – 16
Максимальна кількість користувачів		256 <i>ONU</i>	512 <i>ONU</i>	1024 <i>ONU</i>

Вартість	грн.	13450	26890	48 500
----------	------	-------	-------	--------

При виборі обладнання проаналізовано такі параметри, як:

- пропускна спроможність;
- кількість інтерфейсів для підключення;
- максимальна кількість користувачів;
- вартість.

Один з варіантів можливого обладнання - *BDCOM P3310C-2AC*. Проведений аналіз показав, що це обладнання є недостатньо ефективним, оскільки, припустимо впродовж року додасться ще 5% користувачів і потужностей буде недостатньо. Закупівля великої кількості цього обладнання не є ефективним.

*V1600D16 V-Solution* - не рентабельно, оскільки є занадто дорогим, та розраховано на занадто велику кількість користувачів . І це було б неефективне використання мережевих ресурсів.

Було проведено порівняльний аналіз, та вибрано обладнання *BDCOM P3608-2TE-AC/DC*. Його переваги в тому, що воно дозволить забезпечити всіх користувачів підключенням і має запас в проценті підключень, за вартістю дешевше вищевказаного *V1600D16 V-Solution* , крім того він має однакову кількість можливих підключень та *PON* портів, кількість пропускної спроможності з оптимальним.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



захист, вирушення помилок користувача та безвідмовністю роботи – завдяки введенню резервних ліній.

### 1.3.2 Формування вхідних даних для процесу побудови мережі доступу

Проектування мережі доступу починається з формування вихідних даних, до яких відносяться:

- Аналіз особливостей території, на якій планується побудова або модернізація мережі доступу;
- Прогнозування кількості користувачів, що будуть підключатися до мережі та прогнозування їх розміщення по території;
- Складання переліку сучасних ІКП, які будуть затребувані мешканцями території, з урахуванням тенденцій 2023 року.

Сформуємо вихідні дані за вказаними пунктами.

У рамках дослідження для обраного селища міського типу поставлено завдання побудови мережі доступу, за рахунок проведення аналізу обладнання та подальшого оновлення його, яка обумовлена значним зростанням кількості споживаного трафіку з 2020 року та зростає і зараз .

Характеристика території. Мережу доступу планується проектувати для селища міського типу, загальна площа якої біля 3 км<sup>2</sup>. Через порівняно велику площу селища, майже всі мешканці проживають в приватних будинках.

Серед основних особливостей даної території, що є об'ємом дослідження, можна виділити наявність водоймища - лиману. На території розміщено об'єкти загального користування, а саме: торгівельно-розважальний центр (ТРЦ), мінімаркет, Інтернет-кафе, аптеки, ресторани, нічний клуб, поліклініка, школа, магазини, бібліотека, банківські відділення, дитячий садочок, відділення Укрпошти та Нової Пошти, парки, копіювальні центри, спортивний зал, дитячій санаторій.

Так як селище міського типу, це об'єкт, в якому жильці власники приватних будинків, то кожен з них має присадибну ділянку від декількох

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

соток до близько 25 соток. В середньому кожен власник має ділянку, враховуючи будинок, біля 8 соток.

Кількість користувачів. Загальна кількість мешканців близько 2500 чоловік. Всі мешканці потребують послугу передачі даних, тобто всім потрібен доступ до мережі Інтернетом. Слід зазначити, що в більшості випадків в селищах та передмістях кількість мешканців одного будинку великі, тобто сім'ї більше ніж в містах, саме тому в них зазвичай є одночасно працюючі батьки, школярі та\або студенти. Вони одночасно складають величезне навантаження на мережу. В середньому в одному приватному будинку мешкає біля 4-ох осіб.

Як вже зазначалося раніше в приміській зоні зазвичай більше людей проживає в одному будинку, в селищі в середньому це 4 людини. Зазвичай в одній сім'ї є одночасно школярі, студенти та працюючі люди, які активно користуються послугою передачі даних, тобто Інтернетом. Якщо раніше в більшості випадків студенти їхали в місто на навчання, працюючі на місця роботи, а школярі ходили до школи, то зараз вони більше зосереджені в одних житлових районах та будинках, тобто усе навантаження необхідно перенести в один приватний будинок.

Кожна з приватних будинків має по одній точці підключення (ТП) через велику кількість людей та збільшене навантаження. Помноживши на кількість будинків розраховано 558 точок підключення.

Також на території селища є чотирьохповерхові будинки, в кожній квартирі якого мешкає в середньому по 2 людини, через меншу кількість людей та їх менший заробіток, 1 точка підключення на один під'їзд. Далі планується розводити по користувачах завдяки мідному комутатору «*multihome*» Загальна їх кількість дорівнює кількості під'їздів, тобто 12 точок підключення.

Слід зазначити, що селище потруху розростається, тому при виборі обладнання буде заплановане на зростання кількості користувачів.

Масштаб один см:100 м

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Крім того точки підключення необхідно розмістити в приміщеннях об'єктів загального користування та соціальних установ. Розрахуємо кількість точок підключення відповідно до об'єктів загального користування:

- ТРЦ – 4 ТП;
- магазини – по одній в кожному, всього 9 ТП;
- банківське відділення – 2 ТП;
- школа – 5 ТП;
- бібліотека – 2 ТП;
- поліклініка – 2ТП;
- дитячий садочок – 5 ТП;
- Інтернет-кафе – 2 ТП;
- Укрпошта – 2 ТП;
- Нова Пошта – 2 ТП;
- копіювальний центр – 1 ТП;
- спортивний зал(комплекс) – 2 ТП;
- дитячий санаторій – 5 ТП;
- парк – 1 ТП.

Всього для юридичних користувачів потребується 44 ТП

Загальна кількість ТП 600 шт

Таким чином мережа доступу повинна забезпечити надання повного списку послуг мешканцям, які мають доступ до жилих та адміністративних будівель. Тобто для обох груп користувачів, що вимагають підключення до ресурсів мережі доступу.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

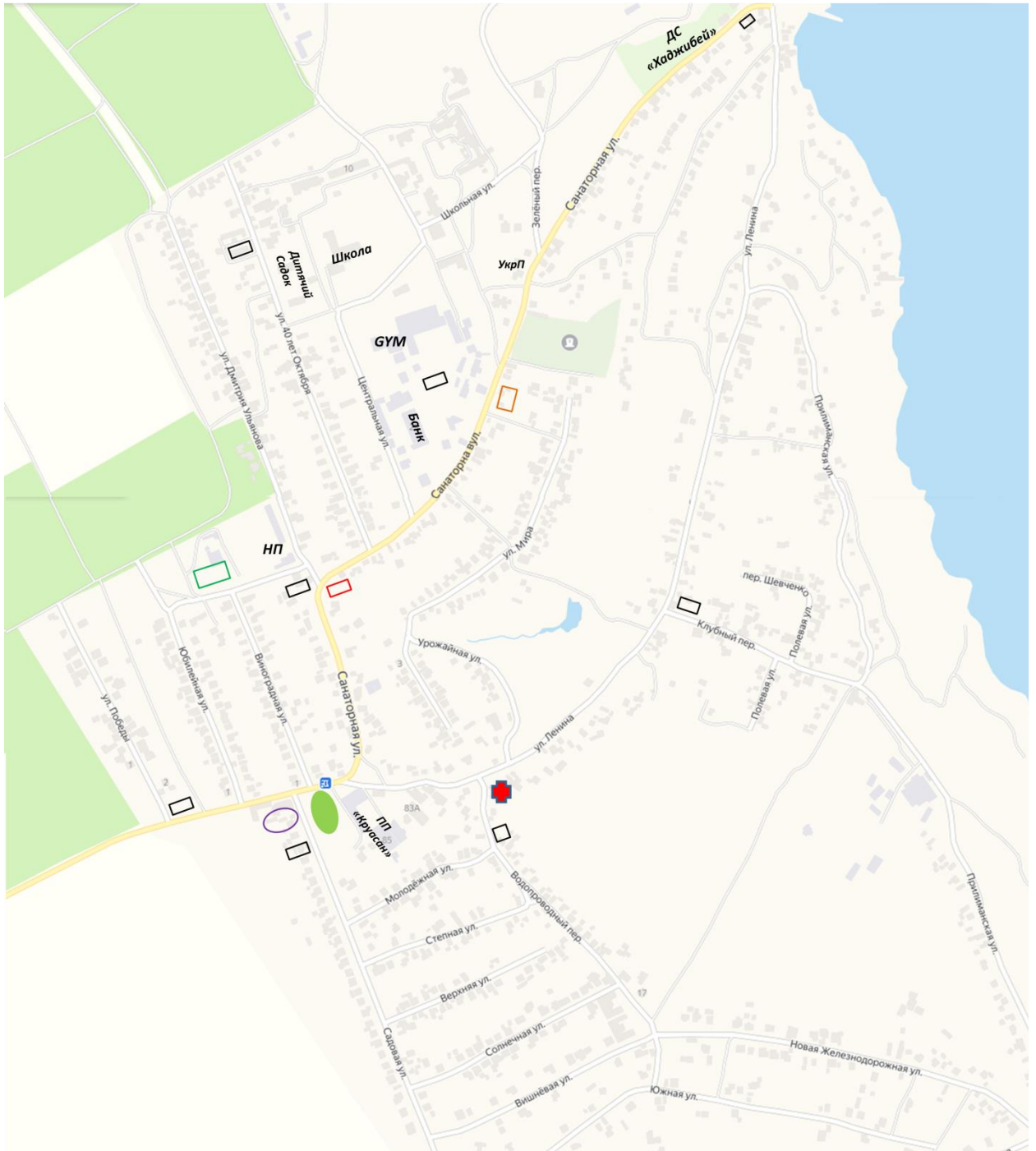


Рис. 1.6 – Карта території, на якій планується побудова мережі доступу

Карта території з вказанням всіх об'єктів наведено на рисунку 1.5, вже нижче будуть вказані всі умовні позначення всіх адміністративних та державних будівель.

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Позначення на карті:

- магазини – виділені чорними прямокутниками;
- поліклініка – виділена червоним хрестиком;
- банківське відділення – підписано товстим шрифтом «**Банк**»;
- бібліотека – виділена червоним прямокутником;
- ТРЦ (Торгівельно–Розважальний Центр) – виділений фіолетовим овалом;
- школа – підписана біля будівель школи;
- дитячий садочок – підписаний біля будівлі дитячого садочку;
- Інтернет–кафе –прямокутник світло-зеленого кольору;
- лиман – блакитний колір;
- парк – овал світло-зеленого кольору.
- Відділення Укрпошта – підпис «**УкрП**»;
- Відділення Нова Пошта – підпис «**НП**»;
- копіювальний центр – виділена прямокутником помаранчевого кольору;
- спортивний зал – підписано «**GYM**»;
- дитячий санаторій – підписано «**ДС «Хаджибей»**».

При проходженні практики в провайдерській компанії було помічено, що перелік необхідних інфо-комунікаційних послуг не такий великий, та нижче буде приведено найнеобхідніші. Було спрогнозовано загальний перелік ІКП, які буде надавати проектована мережа доступу усім користувачам.

Об'єднавши дані отримані від груп мешканців та обрав 13 найнеобхідніших послуг.

Найнеобхідніші ІКП, що надаються користувачам :

- послуга перегляду *IPTV* високої якості;
- послуга передачі телебачення стандартної якості (*SDTV 576i*);
- послуга віддаленого адміністрування *TeamViever, VNC Viewer, RDP (Remote Desktop)*;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- послуга доступу до відеохостингу *Youtube* (1080p);
- послуга передачі мови за допомогою *Skype*;
- послуга відеоспостереження;
- послуга онлайн–гра «*World of Tanks*»;
- послуга онлайн–гра «*Counter–Strike: Global Offensive*»;
- послуга доступу до інтерактивних карт «*Google*»;
- послуга онлайн перекладу тексту «Яндекс Перекладач»;
- послуга низько–швидкісної передачі даних «*Email*»;
- послуга доступу до соціальних мереж;
- послуга передачі сигналів пожежної сигналізації.

Наразі провівши аналіз було вирішено, що основними ІКП з різко зростаючою популярністю є:

- послуга відеоконференції *Zoom*;
- послуга онлайн навчання *Teams*;
- стримінгові конференції на відеохостингу *Youtube*.
- послуга відеоконференції на базі *Google Meet*;
- послуга (веб-сервіс) для шкіл *Google Classroom* ;

Саме те, що вони є інтерактивними послугами й обумовлює їх актуальність в ситуації, що склалася. Не лише на карантині, а й після нього продовжують набирати попит задля вирішення проблем дистанційного навчання для школярів та студентів, проведення нарад, конференцій та п'ятихвилинки для працівників в різних сферах, котрі проводяться в режимі онлайн задля безпеки їх користувачів.

### **1.3.3 Характеристика інфокомунікаційних послуг, що будуть надаватися за рахунок побудови мережею доступу**

У попередньому пункті було отримано перелік інфокомунікаційних послуг, які передбачаються до надання мережею доступу, що проектується в рамках дослідження. З метою формування вимог до мережі зі сторони послуг, розглянемо характеристики кожної послуги з точки зору користувача та самої

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

мережі. При цьому вкажемо основні параметри, котрі являтимуться критичними для кожної послуги:

- час затримки пакетів в мережі;
- швидкість передачі даних;
- ймовірність помилки або коефіцієнт помилок;
- час доступу до мережі.

Bandwidth (BW) - смуга пропускання, що описує номінальну пропускну здатність середовища передачі інформації, визначає ширину каналу. Вимірюється bit/s (bps), kbit/s (kbps), mbit/s (mbps).

Delay - затримка під час передачі пакета.

Jitter - коливання (варіація) затримки під час передачі пакетів.

Packet Loss – втрати пакетів. Визначає кількість пакетів, які відкидаються мережею під час передачі.

Найчастіше для опису пропускну спроможності каналу проводять аналогію з водопровідною трубою. У її рамках Bandwidth – ширина труби, а Delay – довжина.

Аналіз характеристик ІКП проведено на основі нормативних документів міжнародних органів по стандартизації *ITU*, *IEEE* та *QoS (Quality of Service)*.

Базові функції QoS полягають у забезпеченні необхідних параметрів сервісу та визначаються по відношенню до трафіку як: класифікація, розмітка, управління навантаженнями, запобігання перевантаженням та регулювання. Функціонально класифікація та розмітка найчастіше забезпечуються на вхідних портах обладнання, а управління та запобігання перевантаженням – на вихідних.

Саме ці параметри важливі для інтерактивних послуг, бо зараз людям потрібні саме відео конференції, особливо з можливим обміном файлів, великою кількістю учасників, демонстрацією екрану. В них дуже важлива мінімізація затримки пакетів, мінімальна ймовірність помилки а ін. параметри для послуг.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Організація по стандартизації *ITU* – найстаріша міжнародна організація, що займається розробкою рекомендацій, основна задача яких міститься у забезпеченні взаємодії телекомунікаційних мереж різних країн Світу. Формально «рекомендації» не є «стандартам», але фактично мають таку ж саму вагу при використанні та посиланні на них, але при розробці рекомендацій не було пройдено всі формальні етапи як при розробці стандартів. Більшість країн розглядає рекомендації міжнародної організації *ITU* саме як стандарти. Це дозволяє операторам зв'язку економічно забезпечувати взаємодію телекомунікаційних систем, а виробникам обладнання – продавати його на ринках інших країн без суттєвої адаптації до національних стандартів або стихійно прийнятих рішень.

В Парижі у травні 1865 року при підписанні Конвенції було створено Міжнародного Телеграфний Союз – *International Telegraph Union*. Об'єднання Міжнародного телеграфного Союзу з аналогічною організацією, що займається питаннями радіозв'язку відбулося в 1932 році в Мадриді в рамках конференції. В результаті сформувалась назва *ITU-International Telecommunication Union*. Дуже вдало, що це перетворення не вимагало зміни аббревіатури англійською мовою – *ITU*.

З 1947 року статус *ITU* змінився. Він став спеціалізованою установою організації Об'єднаних Націй. З 1948 року штаб квартира *ITU* розташована в Женеві. В даний час (після ряду структурних змін) основні робочі органи *ITU* представлені трьома секторами:

- стандарти та рекомендації електрозв'язку (*ITU-T*);
- стандарти та рекомендації радіозв'язку (*ITU-R*);
- розвинення електрозв'язку(*ITU-D*).

У кожному з трьох секторів утворено ряд дослідницьких комісій, в яких ведеться основна діяльність, пов'язана з розробкою рекомендацій та інших документів *ITU*. Слід зазначити, що *ITU* працює в тісному контакті з низкою інших міжнародних, європейських, північноамериканських і азіатських

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

організацій, прямо або побічно залучених в роботи, що відносяться до стандартизації в галузі зв'язку.

В рамках представленого дослідження опорними є на чотири основні класи згідно концепції якості *Quality of Service (QoS)*, яка враховує різні способи обслуговування з метою підтримки заданої якості передачі інформації відповідного класу.

Клас *A* це вищий клас обслуговування з рівномірними характеристиками та гарантованої бітової швидкістю, а також необхідністю тимчасового співвідношення між переданими і прийнятими даними. Наприклад показник затримки для інформації, що відноситься до класу *A*, не повинен перевищувати 100–150 мс. Це стосується таких типів інформації як передача мови, телевізійного зображення високої чіткості.

Клас *B* припускає нерівномірність характеристик потоку, змінну бітову швидкість і необхідність тимчасового співвідношення між переданими і прийнятими даними. Показник затримки при передачі інформації даного класу не повинен перевищувати значення в 400 мс. Наприклад, це може бути компенсована мова, компенсований відео.

Клас *C* припускає нерівномірність характеристик потоку, змінну бітову швидкість, не вимагає часового співвідношення між переданими і прийнятими даними. Наприклад, робота в комп'ютерній мережі за протоколами з встановленням з'єднання.

Клас *D* припускає нерівномірність характеристик потоку і змінну бітову швидкість, не вимагає часового співвідношення між переданими і прийнятими даними. Наприклад, робота в комп'ютерній мережі за протоколами без встановлення з'єднання.

У межах вимог QoS всі типи послуг поділяються на 9 класів, кожному з яких відповідає ідентифікатор QCI (*QoS Class Identifier*). Крім цього, організовані для передачі трафіку наскрізні канали поділяються на 2 групи відповідно до типу ресурсу, що виділяється:

- з гарантованою швидкістю передачі GBR (*Guaranteed Bit Rate*),

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- з негарантованою швидкістю передачі Non-GBR.

Таблиця 1.3

Якісні показники передач для трафіку 9 різних класів

QCI	Тип ресурса	Пріоритет	Затримка (мс)	PERL	Приклади послуг
1	GBR	2	100	$10^{-2}$	Телефонія в режимі реального часу
2		4	150	$10^{-3}$	Відеотелефонія, відео в режимі реального часу
3		3	50	$10^{-3}$	Ігри в режимі реального часу
4		5	300	$10^{-6}$	Відео з буферизацією
5	Non-GBR	1	100	$10^{-6}$	Сигналізація (IMS)
6		6	300	$10^{-6}$	Відео з буферизацією, ТРС/ІР послуги для пріоритетних користувачів
7		7	100	$10^{-3}$	Аудіо, відео в режимі реального часу, інтерактивні ігри
8		8	300	$10^{-6}$	Відео з буферизацією, ТРС/ІР послуги
9		9			

Для спрощення розрахунків структурних параметрів мережі для класифікації послуг, згідно концепції якості *QOS*, будемо використовувати лише КЛАСИ обслуговування *A* та *B*.

Опис прогнозованого переліку інфокомунікаційних послуг представлених з опитувань.

Послуга перегляду *IPTV* високої якості (*HDTV*) – процес передачі та трансляції телевізійних програм крізь мережі передачі даних з використанням інтернет протоколу. *IPTV* забезпечує користувачу більш якісний (1440р) в 60 *FPS*. В *IP* телебаченні телеканали транслюються лише в цифровому форматі. Широкопasmовий, високошвидкісний та захищений зв'язок використовується для передачі потоків телеканалів без втрат, при цьому з максимальною якістю. Телевізійні пакети *IPTV* надходять до абонента кожен раз новим потоком під

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

час переключення каналів. Вид переданої інформації: рухомі зображення та аудіо сигнал. Інформаційна швидкість доступу 25 Мбіт/с. Допустимий час затримки 150мс. Готовність мережі 99.7 % Доступний коефіцієнт помилки  $10^{-8}$  Час доступу до служб. Відносимо до класу А.

Послуга онлайн перекладу тексту – послуга перекладу будь-якої мови на будь-яку іншу мову, необхідну для користувача. Необхідна швидкість – 48 Кбіт/с. Вид інформації – дані, критичним параметром буде вірогідність помилок та втрати. Час затримки – 600 мс, коефіцієнт помилок –  $10^{-7}$ , час доступу 0,5–1 с. Відносимо до класу В.

Послуга доступу до інтерактивних карт – дозволяє дізнатись місцезнаходження або розташування будь-якого об'єкту, шлях до нього. Необхідна швидкість – 48 Кбіт/с. Вид інформації – дані, критичним параметром буде вірогідність з'єднання та втрати. Максимальний час затримки – 600 мс, коефіцієнт помилок –  $10^{-7}$ , час доступу 0,6 с. Відносимо до класу В.

Послуга відеозв'язку через *Skype* – забезпечує текстовий, голосовий зв'язок і відеозв'язок високої якості, забезпечує передачу файлів та зображення з екрану монітора. Для сучасних користувачів не потрібна надзвичайна швидкість, їм буде достатньо середньої, вона дорівнює приблизно – 375 Кбіт/с. Вид інформації – рухоме зображення та звук, критичним параметром є затримка, час встановлення з'єднання. Максимальний час затримки – 120 мс, коефіцієнт помилок –  $10^{-8}$ , час доступу 0,4 с. Відносимо до класу А.

Послуги онлайн – ігор– послуги надання доступу до розважальних ресурсів. Необхідна швидкість: «*World of Tanks*» – 2048 Кбіт/с, а наступна гра «*Counter-Strike: Global Offensive*» – 1024 Кбіт/с. Вид інформації яка використовується для передачі – дані. Так як все, що відбувається в іграх виконується в режимі реального часу, то критичним параметром буде коефіцієнт помилок –  $10^{-7}$ . Припустимий час затримки також буде дуже важливим для даних послуг це – 150 мс. Відносимо до класу А.

Послуга віддаленого адміністрування – послуга призначена для віддаленого контролю за обладнанням, обміну файлами між керуючою і

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

керованою машинами, відеозв'язку та веб-конференцій. Необхідна швидкість – 128 Кбіт/с. Вид інформації–дані, коефіцієнт помилок  $10^{-7}$ , максимальний час затримки 600мс, час доступу 0,05–1с. Критичним є вірогідність встановлення з'єднання та втрати. Відносимо до класу *B*.

Послуга відеохостингу *Youtube* 1080p – послуга передачі потокового відео, надає користувачам послуги зберігання, доставки та показу відео (FullHD). *Youtube* – світовий відеохостинг, надає можливість перегляду, зберігання та навіть можливість монетизації контенту. Необхідна швидкість – 8 Мбіт/с. Вид інформації – рухоме зображення, звук. Критичним параметром буде затримка, час встановлення з'єднання. Максимальний час затримки – 150 мс, коефіцієнт помилок –  $10^{-8}$ , час доступу 0,4 с. Відносимо до класу *B*.

Послуга *SDTV* стандартної якості – послуга, заснована на стандартах розкладання 624/50 (576i) (720x576). В основному застосовується в цифровому телебаченні. Стандартна якість використовується в цифрових передачах відео. Якість зображення в порівнянні з аналоговим мовленням краще, при цифровій передачі зникають спотворення і перешкоди. *SDTV* не телебачення високої якості, тому не зможе передати стільки інформації як *HD*. Критичним параметром буде затримка – 150 мс, та час встановлення з'єднання. Необхідна швидкість – 11.4 Мбіт/с, коефіцієнт помилок –  $10^{-8}$ . Час доступу 0,5с. Відносимо до класу *A*.

Послуга передачі сигналів пожежної сигналізації – при необхідності сигнал відправляється до центрального пункту охоронної служби. Зв'язок здійснюється за допомогою мобільного *GSM*-комунікатора, комп'ютерну мережу. Вид інформації – дані, критичним параметром буде вірогідність з'єднання та втрати. Необхідна швидкість – 64 Кбіт/с, час доступу 0,05–1с, коефіцієнт помилок –  $10^{-7}$ . Відносимо до класу *A*.

Послуга доступу до соціальних мереж – призначена для побудови, відображення та організації соціальних взаємин. Необхідна швидкість – 1024 Кбіт/с. Вид інформації – дані, критичним параметром буде вірогідність

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

з'єднання та втрати. Максимальний час затримки – 600 мс, час доступу 0,05–1с, коефіцієнт помилок –  $10^{-7}$ . Відносимо до класу *B*.

Послуга *e-mail* – технологія і надані нею послуги з пересилання і отримання електронних повідомлень по розподіленій комп'ютерній мережі. Загальноприйнятим у світі протоколом обміну електронною поштою є *SMTP*. У реалізації він використовує *DNS* для визначення правил пересилання пошти. Вид інформації – дані, критичним параметром буде вірогідність з'єднання та втрати. Необхідна швидкість – 48 Кбіт/с. Максимальний час затримки – 600 мс, коефіцієнт помилок –  $10^{-6}$ , час доступу 1 с. Відносимо до класу *B*.

Послуга відеонагляду – послуга передачі рухливого зображення в масштабі реального часу (720x480) та трансляції через мережі передачі даних, відеосигнал відправляється до пристрою запису та зберігання відеоінформації. Критичним параметром буде затримка – 150 мс, та час встановлення з'єднання. Необхідна швидкість – 11,4 Мбіт/с, коефіцієнт помилок –  $10^{-8}$ . Час доступу 0,4 с. Відносимо до класу *A*.

Послуга відео зустрічей – технологія інтерактивного взаємодії двох і більше віддалених абонентів в реальному часі. Саме для *Google Meet* або *Zoom*, за умовою звичайного використання, в цілях навчання або якихось моментів в робочому процесі зазвичай для учасників достатньо 2 Мбит/с та відповідно 2,6 Мбит/с, при якості в 720p. Вид інформації рухливе зображення. Для відеоконференцій такого типу дуже критичними буде коефіцієнт помилок –  $10^{-8}$ , та час встановлення з'єднання. Припустимий час затримки – 150 мс. Час доступу 0,4 с. Відносимо до класу *A*.

Послуга *Google Classroom* – безкоштовний веб-сервіс створений *Google* для навчальних закладів з метою спрощення створення, поширення і класифікації завдань без паперу. Основна мета – прискорити процес поширення файлів між педагогами та здобувачами освіти. В основному використовується для передачі відео файлів та фото. Максимальний час затримки – 600 мс. . Необхідна швидкість – 128 Кбіт/с. коефіцієнт помилок –  $10^{-6}$ , час доступу 1-1,5 с. Відносимо до класу *B*.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Послуга віддаленого навчання через *Teams* – це телекомунікаційна технологія інтерактивного взаємодії двох і більше віддалених абонентів, при якій між ними можливий обмін аудіо, відео файлів, зображень та документів. При груповому відеозв'язку якість потребує мінімум швидкості 2 Мбіт/с. Вид інформації – рухоме зображення, звук, дані. Затримки та помилки критичні, так як ми не зможемо отримувати нормальний зв'язок якщо коефіцієнт помилок буде перевищувати значення  $10^{-7}$ . Припустимий час затримки – 150 мс. Час доступу 0,4 с. Відносимо до класу А.

Послуга проведення відео конференцій (стрімінг) – найзручнішим способом онлайн-трансляції для поставлених завдань є використання відеохостингу *Youtube*. В нашому випадку його використовуватимуть роботодавці, керівництво для проведення зборів або підвищення кваліфікації. Вид інформації – рухоме зображення та звук. Щоб проводити трансляцію в якості в 720p на *Youtube*, необхідна швидкість від 2 Мбіт/с. Вид інформації – рухоме зображення та звук, критичним параметром є затримка, час встановлення з'єднання. Максимальний час затримки – 120 мс, коефіцієнт помилок –  $10^{-8}$ , час доступу 0,4 с. Відносимо до класу А.

Проведений аналіз і огляд прогнозованих інфокомунікаційних послуг надасть можливість отримати характеристики і параметри, що будуть використані для розрахунку структурних характеристик, а саме пропускну здатності локального та транспортного сегментів мережі, що проектується на наступних етапах проектування або модернізації мережі.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## РОЗДІЛ 2

### ФРАГМЕНТУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ТА РОЗПОДІЛ КОРИСТУВАЧІВ

#### 2.1 Формування груп користувачів

Серед усіх користувачів мережі виділено 2 групи перша група - фізичні та друга група юридичні користувачі.

Група «А» – «Адміністративно-діловий сектор». На території, що розглядається як об'єкт для створення мережі доступу, розміщено такі установи: Торгівельно-розважальний центр, поліклініка, школа, вісім магазинів, бібліотека, банківське відділення, Інтернет-кафе, дитячий садочок, відділення Укрпошти та відділення Нової Пошти, парк, Копіювальний центр, спортивний зал, дитячий санаторій.

Разом 22 установи для підключення до мережі.

В кожній з цих установ різна кількість прогнозованих користувачів, тому в кожному з них буде потрібно приблизно стільки точок підключення:

- торгівельно-розважальний центр – 4 точки підключення;
- магазини – по одній в кожному, всього 8 точок підключення;
- пекарня – 2 ТП;
- банківське відділення – 1 точка підключення;
- школа – 5 точок підключення;
- бібліотека – 2 точки підключення;
- копіювальний центр – 1 ТП;
- дитячий садочок – 5 ТП;
- поліклініка – 2 ТП;
- інтернет-кафе – 2 ТП;
- Укрпошта – 2 ТП;
- Нова Пошта – 2 ТП;
- спортивний зал (комплекс) – 2 ТП;
- дитячий санаторій – 5 ТП;

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

– парк – 1 точка підключення;

Всього 44 ТП.

Група «В»(включає в себе лише фізичні особи,користувачів житлового сектору, квартирних користувачів, користувачів приватних будинків). До групи входять 554 приватні будинки та 2 чотириповерхові будинки, з невеликою кількістю мешканців. В якості обладнання вибрано мідний комутатори «*multihome*» .

Більша частина користувачів цієї групи проживають в приватних будинках, в середньому в будинку мешкає 4 користувача. через це виникає необхідність встановлення нового терміналу, з більшою кількістю інтерфейсів користувача з можливістю масштабованості .

$$544 \text{ буд} = 544(\text{т.п.});$$

Інші користувачі мешкають в 2 чотириповерхових будинках. Кожен будинок має 6 під'їздів, на кожному поверсі 4 квартири, в кожній квартирі в середньому мешкає 2 особи. Всього 16 квартир на під'їзді. На кожен під'їзд крім абонентського терміналу виділяється комутатор Ethernet, який комутує трафік користувачів багатоповерхових будинків з кожною квартирою окремо, що дозволить більш економно використати лінії.

$$\text{Два будинки по 6 під'їздів} = 12 (\text{т.п.});$$

$$544+12 = 556 (\text{т.п.}).$$

Всього потрібно 600 точок підключення.

Спрогнозуємо перелік інфокомунікаційних послуг, які будуть надаватися проєктованою мережею доступу коректно для кожної групи, з врахуванням загальної номенклатури інфокомунікаційних послуг. Було проведено попереднє опитування у користувачів різних груп, що дало змогу зрозуміти якими послугами планують користуватися мешканці, тобто попи на послуги.

Опитування людей, які задіяні в адміністративно-діловому секторі дозволило виділити наступні запрошені послуги, які повинні надаватися користувачам ресурсами мережі доступу, що проєктується:

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- послуга віддаленого адміністрування *TeamViever, VNC Viewer, RDP (Remote Desktop)*;
- послуга відеоспостереження;
- стримінгові конференції на відеохостингу *YouTube*;
- послуга відео конференції *Zoom*;
- послуга передачі сигналів пожежної сигналізації;
- послуга доступу до відеохостингу *Youtube (1080p)*;
- послуга передачі мови за допомогою *Skype*;
- послуга онлайн «Перекладач»;
- послуга низько–швидкісної передачі даних «*Email*».

Опитування людей, які складають житловий секторі також дозволило виділити наступні послуги, які повинні надаватися житловим користувачам ресурсами мережі доступу, що проектується: Нижче вказані лише нові послуги, які не задіяні в секторі «А».

Проаналізувавши запити мешканців житлового сектору біло обрано наступні послуги:

- послуга перегляду *IPTV* високої якості;
- послуга передачі телебачення стандартної якості (*SDTV 576i*);
- послуга доступу до соціальних мереж;
- послуга онлайн–ігри;
- послуга доступу до інтерактивних карт «*Google*»;
- відеоконференції на базі *Google Meet*;
- послуга онлайн навчання *Teams*;
- веб-сервіс для шкіл *Google Classroom*;

Декілька мешканців також вказували на такі послуги як:

- послуга передачі мови на базі протоколу *IP (IP–телефонія)*;
- інтернет–радіо онлайн 48 Кбіт/с.

Але через одиничне використання послуг вони не вносились в основні.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

В середині адміністративно-ділових спорудах вже існуюче локальна комп'ютерна мережа, тому лінії доступу проводяться лише до самої споруди. Сформулюємо які послуги будуть надаватися кожній групі користувачів.

Для групи «А» в нас надаватимуться такі послуги:

- послуга віддаленого адміністрування *TeamViever, VNC Viewer, RDP (Remote Desktop)*;
- послуга відеоспостереження;
- послуга доступу до відеохостингу *Youtube (1080p)*;
- послуга передачі мови за допомогою *Skype*;
- послуга онлайн перекладу тексту «Перекладач»;
- послуга передачі сигналів пожежної сигналізації;
- стримінгові конференції на відеохостингу *YouTube*;
- послуга відео конференції *Zoom*;
- послуга низько–швидкісної передачі даних «*Email*».

Таблиця 2.1

Вимоги групи «А» до мережі

Послуга	Тип переданої інформації	швидкість доступу (кбіт/с)	Час доступу до служби (мс)	коефіцієнт помилок	затримка (мс)
Пожежна сигналізація	Дані	64	500	$10^{-7}$	500
Послуга <i>Email</i>	Текст, дані	48	600	$10^{-8}$	600
Послуга віддаленого адміністрування	Обмін файлами, відеозв'язок	128	500	$10^{-8}$	600

<i>Youtube</i> (1080p)	Рухливе зображення, звук	8000	400	$10^{-8}$	150
<i>Skype</i>	Рухливе зображення, звук	375	500	$10^{-8}$	150
відеонагляд	Рухливе зображення	11400	500	$10^{-8}$	150
«переклада»	Текст, аудіо	48	500	$10^{-7}$	600
<i>Zoom</i>	Рухливе зображення	2648	400	$10^{-8}$	150
Проведення стримів	Рухливе зображення	2048	400	$10^{-8}$	120
Сумарні вимоги		24759	400	$10^{-8}$	120

Послуги для групи «В» для мешканців приватних будинків та для проведення до під'їздів чотирьох поверхових будинків це:

- послуга перегляду *IPTV* високої якості;
- послуга передачі телебачення стандартної якості (*SDTV 576i*);
- послуга доступу до відеохостингу *Youtube* (1080p);
- послуга передачі мови за допомогою *Skype*;
- послуга відеоспостереження;
- послуга онлайн-ігри ;
- послуга доступу до інтерактивних карт «*Google*»;
- послуга онлайн перекладу тексту «Перекладач»;
- послуга низько-швидкісної передачі даних «*Email*»;
- послуга доступу до соціальних мереж;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



<i>SDTV 576i</i>	Рухливе зображення/звук	11400	500	$10^{-8}$	150
<i>Zoom</i>	Рухливе зображення	2648	400	$10^{-8}$	150
<i>Teams</i>	Рухливе зображення, дані, аудіо файли.	2048	500	$10^{-7}$	600
<i>Google Classroom</i>	Файли, фото, дані	128	600	$10^{-6}$	600
<i>Google Meet</i>	Рухливе зображення	2048	400	$10^{-8}$	150
Сумарні вимоги		67287	400	$10^{-7}$	150

Отримані характеристики і параметри інфокомунікаційних послуг будуть використані для розрахунку структурних характеристик мережі доступу, а саме «Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу» та «Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності транспортного сегменту мережі доступу». Це потрібно для визначення деяких характеристик обладнання, та для визначення вибору технології проектування мережі доступу.

З точки зору кінцевого користувача однією з основних характеристик підключення до мережі передачі даних Інтернет є швидкість доступу до мережі. Провайдери зв'язку, пропонуючи свої послуги, вказують максимально можливі теоретичні значення швидкості, для конкретного способу підключення.

Наприклад, доступ в Інтернет по технології Ethernet може забезпечити швидкість до 100 мегабіт або навіть, за певних умов, 1 гігабіт на секунду. Але це максимальні теоретичні можливі швидкості для даної технології доступу, що на практиці є значно нижчими.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 2.2 Розподіл території мережі доступу на сектори

Сектор – це територія, на якій розташовані користувачі з однаковим набором інфокомунікаційних послуг, тобто окрема група, яка сформована на проєктованій мережі та підключаються до одного вузлу доступу. В рамках роботи було сформовано 3 груп користувачів, які будуть отримувати однаковий набір послуг. Таким чином, кількість секторів на проєктованій мережі буде дорівнюватися кількості груп, тобто також 3. Мережа, що проєктується, розподіляється на окремі фрагменти. Стає важливе завдання розмістити вузли доступу на території кожного сектора. Схема території мережі доступу з розподіленням на сектори зображена на рисунку 2.2.

Користувачі можуть підключатися до мережі доступу використовуючи різні структури підключення за ієрархією підключення вузлів доступу. Припустимо, що в даному випадку користувачі мережі доступу, що проєктується, підключаються до вузлів надання послуг з використанням однорівневої структури підключення. Це означає, що всі користувачі підключаються через вузли доступу першого рівня. Тоді, у кожному секторі необхідно розташувати один вузол доступу, тобто кількість вузлів доступу дорівнює кількості груп користувачів, що сформовано на мережі. В рамках роботи всього 3 сектори, отже 3 вузли доступу. Місце розташування вузла доступу в кожному секторі визначено векторним методом, за допомогою програми *FindANN*, яка визначає оптимальне місце розташування на основі оцінки географічного розміщення користувачів та їх кількості по критерію мінімізації довжини лінії доступу.

У секторі «А» встановимо ВД1. Приведемо фрагмент території сектора А згідно карти, які розділимо на елементарні квадрати та визначимо місце розташування ВД1 за допомогою програми *FindANN*.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

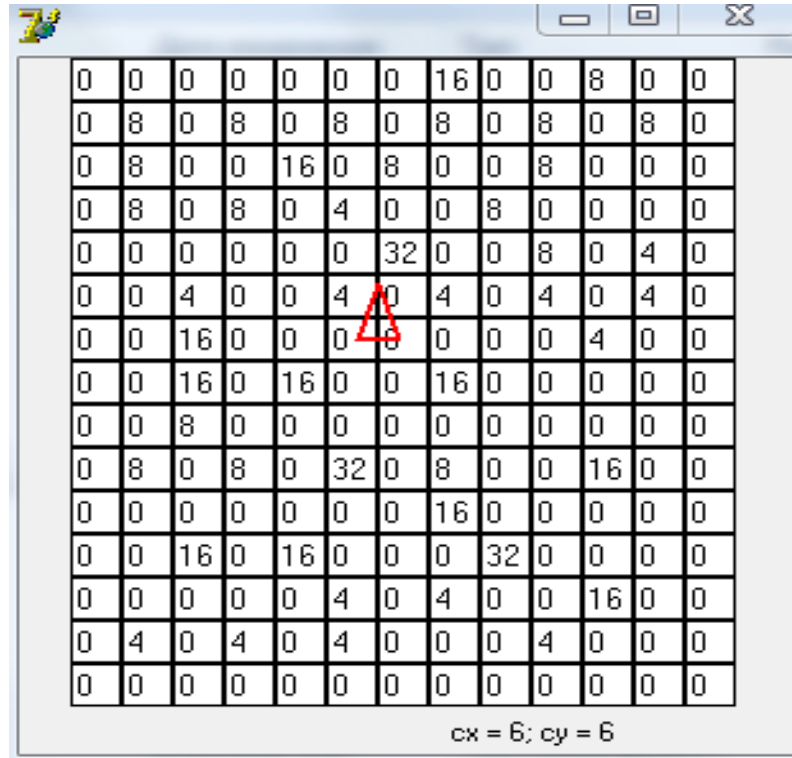


Рис. 2.1 – Місце розташування вузлу доступу користувачів групи А

Аналогічно визначив місце розміщення вузла доступу (ВД) для секторів «В» та вказав його на карті території.

На рисунку 2.2 зобразимо карту території з розподіленням на сектори та встановленими вузлами доступу:



Рис. 2.2 – Карта території з секторами та вузлами доступу

Позначення на карті:

- ВД – вузол доступу;
- сектор для категорії «А» – квадрат з штрихів синього кольору;
- сектор для категорії «В» – квадрат з штрихів червоного кольору.

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ПРОЕКТОВАНОЇ МЕРЕЖІ

### 3.1 Розрахунок довжини лінії доступу

Визначимо значення середньої довжини лінії доступу для кожного сектору. В залежності від моделі структури мережі доступу вибираємо метод розрахунку. Територія, що задано в рамках роботи має ортогональну структуру ліній доступу, тому будемо розраховувати її за формулою 3.1.

$$l_{\text{ЛДПС}} = \frac{a+b}{4} \quad (3.1)$$

де:

$$a = 2314 \text{ м.} \quad b = 3226 \text{ м.}$$

$$l_{\text{ЛДПС}} = \frac{2314 + 3226}{4} = \frac{5540}{4} = 1385 \text{ (м.)}$$

$a, b$  – сторони відповідного сектора

Визначимо довжину лінії доступу для сектора «А».

Визначимо довжину лінії доступу для сектора «В».

$$a = 1670 \text{ м.} \quad b = 2640 \text{ м.}$$

$$l_{\text{ЛДПС}} = \frac{1670 + 2640}{4} = \frac{4310}{4} = 1075,5 \text{ (м.)}$$

Так як отримане середнє значення лінії доступу локального сегменту не перевищує 1 км, то обрана структура мережі прийнята остаточно для подальшого проектування. Зазначимо, що для сільської місцевості норма структури 1–1,5 км.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 3.2 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу

Наступна задача - розрахунок інтенсивності навантаження локального сегменту, яка створюється в окремій лінії доступу локального сегменту.

- $V_{\text{ЛД}}$  – кількість біт інформації, яка передається за 1 секунду по лінії доступу (ЛС), що виникає в результаті отриманих заявок користувачів на послуги в час найбільшого навантаження;
- $\tau_i$  – час затримки в лінії при наданні  $i$ -й послуги;
- $C_i$  – кількість заявок при наданні  $i$ -й послуги;
- $R_i$  – висхідна/низхідна швидкість передачі даних;
- $m$  – загальна кількість послуг користувача;
- $\omega_{\text{ЛД}}$  – пропускна спроможність лінії доступу локального сегменту.

Використаний метод розрахунку враховує, що всі послуги надаються проектованою мережею забезпечуються пакетним режимом переносу інформації та міткового мультиплексування.

Визначимо вихідні дані для розрахунку навантаження, для цього з таблиці ВД1 визначимо параметри для кожної заданої послуги.

#### Примітки.

- 1) Значення швидкості наведемо з характеристик ІКП (розділ 3).
- 2) Для спрощення розрахунку приймаємо 2 класи обслуговування згідно концепції якості обслуговування  $QoS$ .

Параметри заданих послуг наведемо у таблиці 3.1.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Параметри навантажень, що створюють ІКП

Послуги	Клас послуги	Висхідна/Низхідна швидкість передачі, кбіт/с	Середня довжина сеансу ЧНН, с (tau)		Середня питома сумарна кількість заявок в ЧНН	
			Діловий сектор	Житловий сектор	Діловий сектор	Житловий сектор
1. Пожежна сигналізація	A	64 / 64	50	–	0,014	–
2. SDTV 576i	A	11400 / 11400	–	3600	–	0,3
3. Email	B	48 / 48	300	120	3	0,5
4 Skype	A	375 / 375	50	100	0,2	0,2
5. Стрімінг в Youtube	A	2048 / 2048	300	–	0,5	–
6. Youtube 1080p	B	8000 / 8000	3600	3600	0,2	0,2
7. Відеонагляд	A	11400 / 11400	3600	3600	0,2	0,2
8. HDTV	A	25000 / 25000	–	3600	–	0,3
9. Соц. мережі	B	1024 / 1024	–	3600	–	0,4
10. Віддалене адміністрування	B	128 / 128	30	–	3	–
11. Гра CS GO	A	1024 / 1024	–	3600	–	0,3
12. Гра WoT	A	2048 / 2048	–	3600	–	0,3
13. Google-карти	B	48 / 48	–	3600	–	0,3
14. “перекладач”	B	48 / 48	300	300	0,1	0,05
15. Teams	A	2048 / 2048	–	2400	–	0,3
16. Zoom	A	2668 / 2648	2400	3600	0,3	0,3
17. Google Classroom	B	128 / 128	–	2400	–	0,3
18. Google Meet	A	2048 / 2048	–	600	–	0,3

Інтенсивність навантаження будемо визначати відповідно етапам:

					KPM.KI.1.884-03.3.6	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Визначення об'єму повідомлення, яке створюється в результаті надання  $i$ -ї послуги. Розрахунок проводиться для кожної заданої послуги

$$V_i = \tau_i \cdot R_i \quad (3.2)$$

Приклад розрахунку наведемо для послуги *SDTV 576i*

$$V_4 = \tau_4 \cdot R_4 = 11400 \cdot 2400 = 27360 \text{ Мбіт}$$

Таблиця 3.2

Результати розрахунків об'єму повідомлення  $V_i$  для заданих послуг

Послуга	Житловий сектор		Діловий сектор	
	$V_i$ висхідна	$V_i$ низхідна	$V_i$ висхідна	$V_i$ низхідна
1. Пожежна сигналізація	–	–	3,2 Мбіт	3,2 Мбіт
2. <i>SDTV 576i</i>	41030 Мбіт	41030 Мбіт	–	–
3. <i>Email</i>	5,7 Мбіт	5,7 Мбіт	14,5 Мбіт	14,5 Мбіт
4. <i>Skype</i>	37,7 Мбіт	37,7 Мбіт	18,6 Мбіт	18,6 Мбіт
5. Стрімінг в <i>Youtube</i>	–	–	614,4 Мбіт	614,4 Мбіт
6. <i>Youtube 1080p</i>	28900 Мбіт	28900 Мбіт	28900 Мбіт	28900 Мбіт
7. Відеонагляд	41030 Мбіт	41030 Мбіт	41030 Мбіт	41030 Мбіт
8. <i>HDTV</i>	91000 Мбіт	91000 Мбіт	–	–
9. Соц. мережі	3687,4 Мбіт	3687,4 Мбіт	–	–
10. Віддалене адмін	–	–	3,9 Мбіт	3,9 Мбіт
11. Гра <i>CS GO</i>	3688,4 Мбіт	3688,4 Мбіт	–	–
12. Гра <i>WoT</i>	7382,8 Мбіт	7382,8 Мбіт	–	–
13. Google-карти	182,8 Мбіт	182,8 Мбіт	–	–
14. “перекладач”	13,4 Мбіт	13,4 Мбіт	13,4 Мбіт	13,4 Мбіт
15. <i>Teams</i>	4925,2 Мбіт	4925,2 Мбіт	–	–
16. <i>Zoom</i>	9606 Мбіт	9606 Мбіт	6404 Мбіт	6404 Мбіт
17. <i>Google Classroom</i>	307,4 Мбіт	307,4 Мбіт	–	–
18. <i>Google Meet</i>	1248 Мбіт	1248 Мбіт	–	–

2. Інтенсивність питомого навантаження за формулою 3.3.

$$y_i = C_i \cdot \tau_i \quad (3.3)$$

3. Розрахунок питомого навантаження локального сегменту, окремо для висхідного на низхідного потоку.

$$V_{ЛД_i} = \frac{C_i \cdot \tau_i \cdot R}{3600c} \quad (3.4)$$

Приклад розрахунку наведемо для послуги Пожежна сигналізація:

$$V_{ЛД7} = \frac{C_7 \cdot \tau_7 \cdot R_7}{3600} = \frac{0,14 \cdot 50 \cdot 64}{3600} = 0,12 \text{ Кбіт/с}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для кожної послуги. Результати розрахунку занесемо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

Результати розрахунків питомого навантаження локального сегменту

$V_{ЛД}$  для заданих послуг

Послуга	Житловий сектор		Діловий сектор	
	$V_{ЛД}$ висхідна	$V_{ЛД}$ низхідна	$V_{ЛД}$ висхідна	$V_{ЛД}$ низхідна
1. Пожежна сигналізація	–	–	0,012 Кбіт/с	0,012 Кбіт/с
2. SDTV 576i	6820 Кбіт/с	6820 Кбіт/с	–	–
3. Email	0,8 Кбіт/с	0,8 Кбіт/с	12 Кбіт/с	12 Кбіт/с
4 Skype	2,04 Кбіт/с	2,04 Кбіт/с	1,02 Кбіт/с	1,02 Кбіт/с
5. Стрімінг в Youtube	–	–	85,4 Кбіт/с	85,4 Кбіт/с
6. Youtube 1080p	3400 Кбіт/с	3400 Кбіт/с	3400 Кбіт/с	3400 Кбіт/с
7. Відеонагляд	2280 Кбіт/с	2280 Кбіт/с	1540 Кбіт/с	1540 Кбіт/с
8. HDTV	7500 Кбіт/с	7500 Кбіт/с	–	–
9. Соц. мережі	408,6 Кбіт/с	408,6 Кбіт/с	–	–
10. Віддалене адміністрування	–	–	3,2 Кбіт/с	3,2 Кбіт/с
11. Гра CS GO	308,2 Кбіт/с	308,2 Кбіт/с	–	–

12. Гра WoT	616,4 Кбіт/с	616,4 Кбіт/с	–	–
13. Google–карти	16,4 Кбіт/с	16,4 Кбіт/с	–	–
14. “перекладач”	0,2 Кбіт/с	0,2 Кбіт/с	0,4 Кбіт/с	0,4 Кбіт/с
15. <i>Teams</i>	409,6 Кбіт/с	409,6 Кбіт/с	–	–
16. <i>Zoom</i>	800,4 Кбіт/с	800,4 Кбіт/с	533,6 Кбіт/с	533,6 Кбіт/с
17 <i>Google Classroom</i>	25,6 Кбіт/с	25,6 Кбіт/с	–	–
18. <i>Google Meet</i>	102,4 Кбіт/с	102,4 Кбіт/с	–	–

2. Розрахунок сумарного навантаження локального сегменту, окремо для висхідного на низхідного потоку.

Розраховуємо для кожного сектору.

$$V_{\sum ЛД} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot \tau_i \cdot R_i \quad (3.5)$$

Приклад розрахунку наведемо для послуги *Email*:

$$V_{ЛД_3} = V_{ЛД}(\text{житл}) + V_{ЛД}(\text{адс}) = 0,8 + 12 = 12,8 \text{ Кбіт/с}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для кожного сектору. Результати розрахунку занесемо в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4

Результати розрахунків сумарного навантаження локального сегменту

$V_{ЛД_i}$  для сектору «А»

ІКП для сектору «А»	$V_{ЛД}$ висхідна (житл) +	$V_{ЛД}$ низхідна (житл) +
	$V_{ЛД}$ висхідна (адс)	$V_{ЛД}$ низхідна (адс)
1. Пожежна безпека	0,012 Кбіт/с	0,012 Кбіт/с
2. <i>Email</i>	12,8 Кбіт/с	12,8 Кбіт/с
3. Стрімінг в <i>Youtube</i>	86,3 Кбіт/с	86,3 Кбіт/с
4. <i>Youtube</i> 1080p	3400 Кбіт/с	3400 Кбіт/с
5. Відеонагляд	3600 Кбіт/с	3600 Кбіт/с
6. Віддалене	3,4 Кбіт/с	3,4 Кбіт/с

адміністрування		
7. “перекладач”	0,8 Кбіт/с	0,8 Кбіт/с
8. <i>Skype</i>	3,14 Кбіт/с	3,14 Кбіт/с
9. <i>Zoom</i>	1344 Кбіт/с	1344 Кбіт/с
Сумарні показники	8449,032 Кбіт/с	8449,032 Кбіт/с

Таблиця 3.5 – Результати розрахунків сумарного  $V_{ЛД_i}$  для сектору В.

ІКП для сектору «В»	$V_{ЛД}$ висхідна (житл) + $V_{ЛД}$ висхідна (адс)	$V_{ЛД}$ низхідна (житл) + $V_{ЛД}$ низхідна (адс)
1. <i>SDTV 576i</i>	6840 Кбіт/с	6840 Кбіт/с
2. <i>Skype</i>	3,12 Кбіт/с	3,12 Кбіт/с
3. <i>Youtube 1080p</i>	3300 Кбіт/с	3300 Кбіт/с
4. Відеонагляд	3700 Кбіт/с	3700 Кбіт/с
5. HDTV	15000 Кбіт/с	15000 Кбіт/с
6. Соц. мережі	408,6 Кбіт/с	408,6 Кбіт/с
7. Гра CS GO	308,2 Кбіт/с	308,2 Кбіт/с
8. Гра WoT	614,4 Кбіт/с	614,4 Кбіт/с
9 Google–карти	14,4 Кбіт/с	14,4 Кбіт/с
10. “перекладач”	0,8 Кбіт/с	0,8 Кбіт/с
11. Email	12,6 Кбіт/с	12,6 Кбіт/с
12. Teams	819,2 Кбіт/с	819,2 Кбіт/с
13. Zoom	1334 Кбіт/с	1334 Кбіт/с
14. Google Classroom	51,2 Кбіт/с	51,2 Кбіт/с
15. Google Meet	204,8 Кбіт/с	204,8 Кбіт/с
Сумарні показники	32611,32 Кбіт/с	32611,32 Кбіт/с

Пропускна спроможність розраховується за формулою 3.6

$$\omega_{\text{ЛД\_ЛС}} = V_{\text{ЛД}}(\text{висх.}) + V_{\text{ЛД}}(\text{низх.}) \quad (3.6)$$

Розрахуємо пропускну спроможність окремо для кожного сектору мережі доступу.

$$\text{Сектор } A \quad \omega_{\text{ЛД\_ЛС}} = V_{\text{ЛД}}(\text{висх.}) + V_{\text{ЛД}}(\text{низх.}) = 16878 \text{ Кбіт/с}$$

$$\text{Сектор } B \quad \omega_{\text{ЛД\_ЛС}} = V_{\text{ЛД}}(\text{висх.}) + V_{\text{ЛД}}(\text{низх.}) = 65222 \text{ Кбіт/с}$$

### 3.3 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускну спроможності транспортного сегменту мережі доступу

Наступна задача - розрахунок пропускну спроможності транспортного сегменту мережі доступу. Розрахунок виконуємо окремо для кожного сектору мережі.

Розглянемо перший сектор «А», який обслуговується вузлом ВД1.

Сформуємо вихідні дані, необхідні для розрахунку пропускну спроможності транспортного сегменту.

- $N_{\text{ТПР}}$ ;
- перелік послуг групи «А»;
- Мультисервісне навантаження  $\text{ЛД}_{\text{ТС}}$  визначається за формулою 3.7.

$$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j} = N_{\text{ТПР}} \cdot \sum_{i=1}^{M_j} \frac{C_i \cdot \tau_i \cdot R_i}{3600} \quad (3.7)$$

Наведемо приклад розрахунку між ВД1 та ВНП1:

$$V_{\text{ВД}_1\text{-ВНП}_1} = N_{\text{ТПР}_A} \cdot \sum_{i=1}^{M_1} \frac{C_i \cdot \tau_i \cdot R_i}{3600} = 44 \cdot 4821,952 = 212165 \text{ Кбіт/с}$$

Аналогічно визначаємо мультисервісне навантаження в напрямках інших ВНП. Результати розрахунку наведемо в таблиці 3.7.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 3.6

Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору «А»

№ ВД	№ ВВП	$V_{ВДi-ВВПj}$ (висх.)	$V_{ВДi-ВВПj}$ (низх.)
1	1	212165 Кбіт/с	212165 Кбіт/с

Коефіцієнт пачечності для сектора А визначимо за формулою (3.8)

$$K_{ПАЧ\_A} = \frac{R_{MAX\_A}}{R_{CP}} \quad (3.8)$$

$$K_{ПАЧ\_A} = \frac{R_{MAX\_A}}{R_{CP}} = \frac{11400}{2753} = 4.14$$

Розрахуємо дисперсію мультисервісного навантаження за формулою (3.9)

$$D_{ВД\_n-ВВП\_n} = (V_{ВД\_n-ВВП\_n})^2 (K_{ПАЧ} - 1) \quad (3.9)$$

$$D_{ВД\_1-ВВП\_1} = (212165)^2 \cdot (4,14 - 1) = 141343919886$$

Аналогічно визначаємо дисперсію в напрямках інших ВВП. Результати розрахунку наведемо в таблиці 3.8.

Таблиця 3.7 – Розрахунок дисперсії для сектору «А».

№ ВД	№ ВВП	$D_{ВД-ВВП}$ (висх.)	$D_{ВД-ВВП}$ (низх.)
1	1	141343919886	141343919886

Середньоквадратичне відхилення розрахуємо за формулою 3.10

$$\sigma_{ВД\_n-ВВП\_n} = \sqrt{D_{ВД\_n-ВВП\_n}} \quad (3.10)$$

Наведемо приклад розрахунку між ВД1 та ВВП1

$$\sigma_{ВД\_1-ВВП\_1} = \sqrt{D_{ВД\_1-ВВП\_1}} = \sqrt{141343919886} = 375957$$

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Таблиця 3.10

## Розрахунок пропускної спроможності для сектору «А»

№ ВД	№ ВНП	$W_{\text{ЛДТС}}$
1	1	1600574 Кбіт/с

Аналогічно проведемо розрахунки для інших секторів мережі. Результати розрахунку характеристик сектору *B* занесемо в таблицю 3.12.

Вихідні дані для розрахунку:

- $N_{\text{ТПР}}$  ;
- перелік послуг групи «*B*» .

Таблиця 3.11

Розрахунок характеристик ЛД<sub>ТС</sub> для сектору «*B*»

Характеристики	ВНП 1
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}$ (висх.)	12665949 Кбіт/с
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}$ (низх.)	12665949 Кбіт/с
$K_{\text{ПАЧ}}$	5.42
$D_{\text{ВД-ВНП}}$ (висх.)	707479712837674,64
$D_{\text{ВД-ВНП}}$ (низх.)	707479712837674,64
$\sigma_{\text{ВД}_n\text{-ВНП}_n}$ (висх.)	26598490
$\sigma_{\text{ВД}_n\text{-ВНП}_n}$ (низх.)	26598490
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}^A$ (висх.)	12665958 Кбіт/с
$V_{\text{ВД}_i\text{-ВНП}_j}^A$ (низх.)	12665958 Кбіт/с
$W_{\text{ЛДТС}}$	103860772 Кбіт/с

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 3.4 Формування структурної схеми

Структурна схема – відображає усі мережні об'єкти, їх взаємодію та структурні характеристики.

Структурна схема мережі доступу, що проектується, формується згідно з розрахованими структурними параметрами, тобто для побудови мережі доступу необхідно врахувати наступні характеристики мережі:

- кількість секторів мережі;
- кількість вузлів надання послуг ВНП;
- кількість ВД мережі дорівнює кількості секторів так як для побудови проектованої мережі обрано однорівневу структуру підключення користувачів до ВНП, яка передбачає наявність одного вузлу в одному секторі;
- кількість точок підключення кожного сектору у тому числі з урахуванням резерву.

Всі вузли доступу підключаються до ВНП безпосередньо засобами ліній транспортного сегменту. Необхідно обрати топологію транспортного сегменту, що є взаємозв'язком між ВД та ВНП. Розглянемо основні топології та їх переваги та недоліки, що використовуються у мережі доступу.

1. Топологія «Загальна шина». У цьому випадку підключення й обмін даними виконується через загальний канал зв'язку, названий загальною шиною: Загальна шина є дуже розповсюдженою топологією для мереж. Передана інформація може поширюватися в обидва боки. Застосування загальної шини знижує вартість проводки й уніфікує підключення різних модулів. Основними перевагами такої схеми є дешевизна й простота розведення кабелю по приміщеннях. Самий серйозний недолік загальної шини полягає в її низькій надійності: будь-який дефект кабелю або якого-небудь з численних рознімів повністю паралізує всю мережу. Іншим недоліком загальної шини є її невисока продуктивність, тому що при такому способі підключення в кожний момент

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

часу тільки один комп'ютер може передавати дані в мережу. Тому пропускна спроможність каналу зв'язку завжди ділиться між всіма вузлами мережі.

2. Топологія «Зірка». У цьому випадку кожний комп'ютер підключається окремим кабелем до загального пристрою, названому концентратором, що перебуває в центрі мережі. У функції концентратора входить напрямок переданої комп'ютером інформації одному або всім іншим комп'ютерам мережі. Головна перевага цієї топології перед загальною шиною – більша надійність. Будь-які неприємності з кабелем стосуються лише того комп'ютера, до якого цей кабель приєднаний, і тільки несправність концентратора може вивести з ладу всю мережу. Крім того, концентратор може відігравати роль інтелектуального фільтру інформації, що надходять від вузлів у мережу, і при необхідності блокувати заборонені адміністратором передачі. До недоліків топології типу зірка ставиться більше висока вартість мережного устаткування через необхідність придбання концентратора. Крім того, можливості по нарощуванню кількості вузлів у мережі обмежується кількістю портів концентратора. Таким чином, зірка є найпоширена топологія зв'язків як у локальних, так і глобальних мережах.

3. Змішана топологія. У той час як невеликі мережі, як правило, мають типову топологію – зірка, кільце або загальна шина, для великих мереж характерна наявність довільних зв'язків між вузлами. У таких мережах можна виділити окремі довільно підмережі, що мають типову топологію, тому їх називають мережами зі змішаною топологією.

4. Топологія дерево. Обираючи з підвидів топології дерево, я обрав саме мультидерево. Його вітки та вузли ділення накладені одна на одне та географічно представляють собою одну й ту ж точку, або лінію. Воно має велику ємність користувачів та використовую загальний магістральний кабель для обслуговування користувачів ( 4, 8 та іноді більше волокон).

Проаналізувавши топології було вибрано для реалізації проектованої мережі топологію Зірку та Загальну Шину, для наочності приведено їх особливі плюси та мінуси, або переваги та недоліки.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



викликає особливих складнощів.

5) При великому об'ємі даних при передачі головний кабель може не справлятися з потоком інформації, що призводить до затримок.

Проаналізувавши існуючі топології мереж та виділені окремо переваги та недоліки зазначених топологій зірка та загальна шина, для побудови транспортного сегменту в рамках роботи було обрано саме топологію зірка, так як вона буде найкращим варіантом для реалізації мережі доступу для заданих умов. Також значною перевагою якої є масштабованість, бо планується зростання кількості користувачів, та можливість збільшення мережі в майбутньому. Побудова мережі за топологією "Зірка" є легким та недорогим процесом. Число вузлів, які можна підключити до концентратора, визначається можливою кількістю портів самого концентратора, проте є обмеження по числу вузлів (максимум 1024). Робоча група, створена за цією схемою може функціонувати незалежно або може бути пов'язана з іншими робочими групами.

За результатами попередніх пунктів наведемо схему з'єднання кожного ВД з ВВП на рисунку 3.2.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



*ONT* (*optical network terminal* в термінології *ITU-T*), або *ONU* (*optical network unit* в термінології *IEEE*) і прийому інформації від них.

*ONU* – мережний термінал користувача, пристрій, який перетворює середовище передачі даних з оптично волоконного кабелю до витой пари. Використовується в технології пасивної оптичної мережі *PON*. На відміну від медіаконвертора *ONU* підключається до *PON* «голови» або *OLT*, а медіаконвертор підключається в парі, для двонаправленої передачі даних.

Слід зазначити, що *PON* – це є сімейство технологій. В рамках роботи було обрано технологію *EPON* (*Ethernet PON*). Цю технологію було стандартизовано 24 червня 2004 року документом *IEEE 802.3ah-2004*.

Технологія *EPON* дає можливість застосовувати одну головну станцію (*Optical Line Terminal, OLT*), а на кожному *PON*-порту може бути зареєстровано 64-и пристрої користувача (*Optical Network Unit, ONU*). Довжина *PON* гілки обмежується оптичним бюджетом і залежить від потужності оптичних передавачів, довжини оптоволоконної лінії та кількості оптичних сплітерів на ній.

Низхідний потік даних (від головної станції до користувачів) подаються на довжині хвилі 1490 нм зі швидкістю 1.25 Гбіт/с, а висхідні потоки (від усіх користувачів до головної станції) подаються на довжині хвилі 1310 нм із загальною швидкістю 1.25 Гбіт/с. Але 0.25 Гбіт/с це надлишкові дані які використовується для каналного кодування, тому реальна пропускна спроможність *PON* гілки складає 1 Гбіт/с. Пакети від різних пристроїв користувача передаються в різні інтервали часу, для чого використовується метод TDMA.

Число вузлів користувача, підключених до одного модуля *OLT*, може бути настільки великим, наскільки дозволяє бюджет потужності і максимальна швидкість апаратури. Для передачі потоку інформації від вузла *OLT* до вузла *ONT* – прямого (низхідного) потоку, як правило, використовується довжина хвилі 1490 нм. Навпаки, потоки даних від різних вузлів користувачів у центральний вузол спільно утворюють зворотний (висхідний) потік,

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

передаються на довжині хвилі 1310 нм. В *OLT* та *ONT* вбудовані мультиплексори *WDM* розділяють вихідні й вхідні потоки.

Прямий (вхідний) потік на рівні оптичних сигналів, є ширококомовним. Кожен вузол користувача *ONT*, зчитаючи адресні поля, виділяє з цього загального потоку призначену тільки йому частину інформації.

Всі вузли користувача *ONT* ведуть передачу у зворотному(вихідному) потоці на одній і тій же довжині хвилі, використовуючи концепцію множинного доступу з часовим поділом *TDMA* (*time division multiple access*). Для того, щоб виключити можливість перетину сигналів від різних *ONT*, для кожного з них встановлюється свій індивідуальний розклад по передачі даних з урахуванням поправки на затримку, пов'язану з віддаленням даного *ONT* від *OLT*. Протокол *TDMA MAC* вирішує це завдання.

Переваги технології *PON*:

- активне обладнання використовується мінімально;
- добра масштабованість;
- мінімізована кабельна інфраструктура;
- можливість інтеграції з кабельним телебаченням;
- абонентські порти мають високу щільність;
- низька вартість обслуговування.

Недоліки – підвищена складність технології сімейства *PON*, неможливість резервування в найпростішій топології дерева, обриви зв'язку.

При побудові оптичних мереж доступу можна обрати такі основні топології:

- «Дерево з пасивними вузлами» (найпоширеніша топологія побудови);
- «Дерево з активними вузлами»;
- «Кільце»;
- «Точка–точка».

Обладнання необхідне для побудови мережі *PON*:

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Оптичний Лінійний Термінал *OLT* – комутатор *L2*, оснащений *Uplink* портами (щоб підключатися до комутатора *L3*), потім – *Downlink* порти (для створення мережі *PON*);
- Оптична Мережна Одиниця *ONU* –комутатор *VLAN* компактного розміру. Стандартно *ONU* існують *Uplink* (одно–гігабітним порт) та *Downlink* (чотирма 100–мігабними портами);
- Оптичний розгалужувач спліттер – це пристрій, який працює в розгалужувальний режимі в напрямку "провайдер – клієнт" і в змішувальному режимі в зворотному напрямку;
- модуль *SFP OLT* –трансівер *PON*. Має важливу відмінність від стандартних модулів *SFP* – велика потужність і кодування каналу.

### 3.6.2 Вибір обладнання для реалізації МД

В рамках роботи при побудові функціональної схеми мережі було обрано обладнання *PON* різних фірм.

1. Оптичний кабель.
2. Оптичний лінійний термінал (*OLT*).
3. Абонентський термінал (*ONU*).
4. Оптичний розгалужувач Спліттер.
5. Маршрутизатор хмарного ядра
6. Комутатор 3-го рівня.
7. *PON*-бокси.

Роутер *Cloud Core Router MikroTik CCR1036-12g-4s* – містить 36-ядерний процесор *Tilera* по 1,2 ГГц на кожне ядро, 4 ГБ оперативної пам'яті, 12 гігабітних портів, чотири *SFP* порти, *COM*-порт і *USB*-порт. Для установки оперативної пам'яті в пристрої є два слоти *SODIMM*. Не обмежений обсяг ОЗП, можна встановити 16 Гб пам'яті і більше. У роутері встановлена операційна системою *RouterOS* з ліцензією *Level 6* з необмеженими можливостями по її використанню. Динамічна маршрутизація, *MPLS*, *VPN*, фаєрвол, хотспот,

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Високі показники надійності дозволяють отримати дубльовані вентилятори і джерела живлення в поєднанні з розвиненою системою моніторингу апаратної частини пристрою. Також пристрої мають можливість гарячої заміни модулів живлення та вентиляційних модулів, забезпечуючи безперебійність функціонування мережі оператора.

Характеристики *Eltex MES5312* занесемо у таблицю 4.2:

Таблиця 3.15

Характеристики *Eltex MES5312*

Інтерфейси	1x10/100/1000BASE-T (OOB) 12x10GBASE-R (SFP+)/1000BASE-X (SFP)
RAM	1GB
Консольний порт	RS-232 (RJ-45)
Пропускна спроможність	240 Гбіт/с
Температура роботи	- 10°C - + 45°C
Функції моніторингу	Статистика інтерфейсів Віддалений моніторинг <i>RMON / SMON</i> Діагностика утилізації <i>CPU</i> за завданнями Моніторинг пам'яті Моніторинг температури Моніторинг <i>TSCAM</i>
Живлення	AC: 100V-240V, DC: -36V~-72V

Вибір оптичного лінійного терміналу – *BDCOM P3608-2TE-AC/DC*. Концентратор *GEPON BDCOM P3608 OUT* - це оптичний термінал 3 рівня для мереж, в основі архітектури яких лежить технологія *GEPON*. Оптичний термінал *BDCOM 3608* відрізняється збільшеною щільністю на портах *GEPON*, високою надійністю, широкими комутаційними можливостями і маршрутизацією трафіку. Оптичний термінал управляється ОС *ANDROID*. У

					KPM.KI.1.884-03.3.6	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

пристрої P3608 є по 8 портів: *GE PON* і *Gbit-internet*. Крім того, є підтримка *10GE* на 2 портах, а також резерв блоків живлення. У комплект входить джерело живлення 90-264в.

Таблиця 3.16

Характеристики *BDCOM P3608-2TE-AC/DC*

Інтерфейси	<i>PON</i> порт : 8 4 порти <i>GE SFP</i> , 4 порти <i>GE COMBO</i> ; Порт 10 <i>GE</i> : пара опціональних
Консольний порт	<i>RS-232</i>
Стандарти	1. IEEE 802.1D, IEEE 802.3, IEEE 802.3u 2. VLAN, PVLAN, VLANStacking (QinQ) 3. 802.1D(STP), 802.1w(RSTP), 802.1s(MSTP)
Пропускна спроможність	128 Гбіт/с
Швидкість портів <i>PON</i>	1,25 Гбіт/с
Об'єм оперативної пам'яті	256 MB DDR3
Електроживлення	Мережа змінного живлення: 90 – 264 В, 50/60 Гц ; –36 та –72 В (мережа постійної напруги); Резервне електроживлення «Гаряча заміна», 1+1; Потужність споживання менше 100

Термінал користувача (*ONU-Optical Network Unit*) *BDCOM P1501C* – призначений для використання в мережах *PON* в якості пристрою користувача.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

*P1501C* відповідає вимогам стандартів *IEEE802.3ah*, *YD/T 1475-2006* і *СТС2.0/2.1*.

*ONU* має один порт *Gigabit Ethernet* (розетка *RJ-45*) для підключення обладнання користувача і оптичний порт (розетка *SC/PC*) для підключення до мережі *PON*. До його переваг можна віднести:

- Швидкість передачі 1 Гбіт/с (симетрична) в мережі *PON*, що дає змогу ефективного використання смуги пропускання.
- Дозволяє операторам скоротити витрати на розгортання мережі завдяки можливості використання в гібридних мережах з *OLT* основних виробників.
- Підтримка *SA* і *DBA*.
- Низьке енергоспоживання і компактні розміри .

Характеристики терміналу користувача *BDCOM GP1501C* занесені у таблицю 4.4

Таблиця 3.17

Характеристики *BDCOM GP1501C*

Інтерфейси	1x10/100/1000 Мбіт/с <i>RJ45</i>
Оптичний порт	<i>SC/PC</i>
Стандарти	<i>IEEE 802.3ah</i> ; <i>YD/T1475-2006</i> ; <i>СТС2.0/2.1</i>
Комбопорти	Немає
Швидкість портів <i>PON</i>	1Гбіт/с
Швидкість <i>Ethernet</i> портів	1Гбіт/с
Електроживлення	Зовнішнє джерело живлення, 12 В, 0,2 А.

Оптичні планарні (*PLC*) спліттери *SC/APC*, 900 um, G657A FiberField:

- 1x64 (10 шт) – згасання на спліттерах становить 21,5 *dB*.

Вибір спліттеру такого типу обґрунтовано тим, що він має широкосмуговість по довжині хвилі, що дозволяє передавати сигнал як на *FBT*

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

спліттері не на конкретній довжині хвилі, а в рамках діапазону від 1260 до 1650 нм.

Для реалізації лінії доступу обрано такі категорії кабелю:

– Магістральна ділянка діелектричний кабель. Характеристика: одномодульний ОЦПс-4А1(1x4)-1,0 з кількістю волокна – 4.

– Розподільча ділянка кабель ОКТ-Д(0,5) П-2Е1. Характеристика: діелектричний, одномодульний з кількістю волокна – 2.

– Абонентська ділянка кабель ОКТ-Д(1,0) П-1Е1. Характеристика: підвісний, діелектричний з кількістю волокна – 1.

*PON* бокс *SNR–FTTH–FDB* (10 шт) – потрібен для захисту і оптичного спліттеру і оптичного кабелю, що знаходяться на вулиці, від механічних та кліматичних впливів.

Для правильної побудови мережі доступу на базі технології *PON* необхідно враховувати оптичні втрати, що вносяться відповідним пасивним устаткуванням. Теоретично радіус покриття технології *PON* 20 км. Практично все залежить від сумарного загасання на конкретній структурі фрагменту мережі доступу, підключеного до певного інтерфейсу *OLT*.

При виконанні розрахунків необхідно керуватися найгіршими показниками загасань, чутливості та потужності випромінювання передавачів мережі доступу.

При виконанні розрахунків необхідно керуватися найгіршими показниками загасань, чутливості та потужності випромінювання передавачів мережі.

Для того, щоб підібрати необхідне обладнання для задовільнення всіх потреб, треба порахувати сумарне згасання усіх елементів ланцюга від вузла доступу до кінцевого пристрою користувача, використовуючи функціональну карту цієї групи. Для цього скористаюсь формулою:

$$A_{\Sigma} = a \cdot L_{\Sigma} + A_w \cdot N_w + A_c \cdot N_c + A_s \quad (3.13)$$

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де:  $A_{\Sigma}$  – сумарне згасання сигналу;

$a$  – згасання сигналу на 1км оптоволоконного кабелю на довжині хвилі 1310нм, дБ.;

$L_{\Sigma}$  – сумарна довжина оптоволоконного кабелю від пристрою на вузол доступу до кінцевого вузла, км.;

$A_W$  – згасання сигналу на зварювальних з'єднань, дБ.;

$N_W$  – кількість зварювальних з'єднань на шляху проходження сигналу від пристрою на ВД до кінцевого вузла, шт.;

$A_C$  – згасання сигналу на механічних з'єднаннях, дБ.;

$N_C$  – кількість механічних з'єднань на шляху проходження сигналу від пристрою на ВД до кінцевого вузла, шт.;

$A_S$  – сумарне згасання сигналу на каскаді, дБ.

Загасання сигналу оптоволоконного кабелю  $a = 0,35$  дБ.

Загасання сигналу на зварювальних з'єднань  $A_W = 0,1$  дБ.

Загасання сигналу на механічних з'єднаннях  $A_C = 0,5$  дБ.

У таблиці 4.5 приведено основні характеристики загасання на планарних оптичних поділювачах.

Таблиця 3.18

#### Згасання на планарних поділювачах

Поділювач	Згасання, дБ
1x64	21,5

Для груп «А» та «В» оптимальною буде топологічна структура «зірка». Для цих груп доцільно використати топологію з ділянками 1x64, так як користувачі розташовані щільно на малій площі, за рахунок цього ми підвищимо мобільність нашої мережі *PON*. Здійснимо обчислення ділянки:

– Ділянка 1 –  $A_{\Sigma} = 0,35 \cdot 0,1 + 0,5 + 0,05 + 21,5 = 22,09$  (дБ);

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Оптичний бюджет витрат при топології зірка становить 22,09 (дБ) для всіх ділянок, отже ця топологія може бути реалізована.

Було прийнято рішення зробити регулювання за допомогою VLAN, так як трафік пройде лише для потрібної категорії користувачів. Обидві групи користувачів - і фізичні, і юридичні можуть бути об'єднані в мережі завдяки одному розгалужувачу (*Splitter*) до мережі. За допомогою налаштування VLAN та обраному тарифному плану в провайдера буде регулюватися обсяг ІКП, якими вони користуватимуться.

Віртуальна локальна мережа VLAN (*Virtual Local Area Network*) - це функція в роутерах і комутаторах, що дозволяє на одному фізичному мережному інтерфейсі (*Wi-Fi, Ethernet* інтерфейсі) створити декілька віртуальних локальних мереж. VLAN ніяк не залежить від фізичної топології, а використовують для створення логічної топології мережі.

Також хотілося б зазначити, що всі десять дільників 1x64, тобто на усіх ділянках втрати будуть приблизно однакові та становитимуть 22,09 (дБ).

Оптичний розгалужувач Спліттер – це пасивне оптичне обладнання, призначене для поділу або об'єднання потужності оптичних сигналів. Характеристика сплітерів широка смуга пропускання, висока надійність, низький рівень втрат, стабільність характеристики. Розгалужувачі бувають X- і Y- подібні, зварні(сплавні) і планарні. Розрізняються вони технологією виробництва і показниками загасань на кожному «кінці» після поділу сигналу і кількості «вхідних кінців». Y-подібні – в PON використовуються для стандартної побудови зірки, X-подібні використовуються в низхідному потоку телебачення.

Зварні дільники виконані за технологією FBT (англ. *Fused Biconical Taper*) – два волокна з віддаленими зовнішніми оболонками сплавляють в елемент з двома входами і двома виходами (2/2), після чого один вхід відрізають і закривають не відбиваючими матеріалами, формуючи розгалужувачі 1/2. При цьому потужність сигналу на кожному виході дорівнює процентної частки від потужності сигналу на вході (зазвичай 50%/50%). Можна забезпечити поділ

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

потужності і в інших пропорціях, наприклад 80%/20% (20% потужності сигналу йде в одне плече, 80% – в інше). Зварні дільники зазвичай мають від одного до трьох вікон прозорості (1310нм, 1490нм або 1550нм).

### 3.5.3 Формування функціональної схеми

Функціональна схема – це комбінація структурної схеми, що відображає основні обрані об'єкти мережі доступу (вузли надання послуг, вузли доступу та лінії доступу), їх кількість та місця розташування, зі значеннями їх структурних характеристик, що розраховано в роботі, та опису усього обладнання, обраного для реалізації *PON*. Функціональна схема від структурної успадковує вимогу чіткого відображення топології мережі. Структурні характеристики доповнюються якісними та кількісними даними щодо технологій та обладнання, з використанням яких реалізовано функціонування мережі, що проектується.

Перелік обраного обладнання мережі доступу для заданого варіанту:

– оптичний кабель – на магістральній (чорного кольору) ділянці (одномодульний ОЦПс-4А1(1х4)-1,0 з кількістю волокна – 4) – 2 км, на розподільчій (зеленого кольору) ділянці (ОКТ-Д(0,5)П-2Е1 діелектричний, одномодульний з кількістю волокна – 2) – 2,1 км, на абонентській (червоного кольору) ділянці (ОКТ-Д(1,0)П-1Е1 підвісний, діелектричний з кількістю волокна – 1) – 13,8 км;

– оптичні лінійні термінали (*OLT*) *BDCOM P3608-2TE-AC/DC* 2 шт;

– абонентські термінали (*ONU*) *BDCOM P1501C* 600 шт;

– *Core Router MikroTik CCR1036-12g-4s*;

– комутатор 3-го рівня *Eltex MES5312*;

– оптичні планарні (*PLC*) спліттери *SC/APC, 900 um, G657A FiberField* 10 шт (1х64);

– *PON*-бокси *SNR-FTTH-FDB* 10 шт.

Адміністративно-діловий сектор має 44 точки підключення. Було прийнято рішення обрати спліттер на 64 точки підключення, адже можуть

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Техніко-економічний аналіз передбачуваного проекту

#### 4.1.1 Класифікаційна оцінка проекту

Клас – монопроект, так як це проект з чіткими завданнями.

Тип – організаційно-технічний: забезпечення якості обслуговування користувачів мережі доступу.

Вид – дослідно-інноваційний.

Тривалість – короткостроковий.

Рівень – галузевий.

#### 4.1.2 Призначення проекту

Проект призначається в першу чергу для вирішення проблеми, які стали вельми помітними особливо в 2020 році, це задоволення потреб користувачів у сучасних інтерактивних інфокомунікаційних послугах та модернізація обладнання мережі для якісного доступу до мережу доступу.

Головним призначенням модернізації мережі доступу в населеному пункті – це підвищення рівня якості послуг які надаються користувачам, збільшення швидкості доступу, мінімізація часу доступу до мережі, зведення до мінімуму часу затримки пакетів в мережі та мінімізація ймовірності помилок.

В дипломній роботі запропоновано реалізувати забезпечення якості обслуговування користувачів шляхом аналізу обладнання та його подальшої заміни, проведенням аналізу технологій PON – вибору оптимальної технології для модернізації мережі доступу.

Актуальність теми дослідження обґрунтована ще й тим, що зараз спостерігається різкий зріст користувачів мереж, який спричинений пандемією, карантинном та карантинном вихідного дня. В першу чергу підвищення якості віддаленого навчання а віддаленої роботи за рахунок надання максимально якісного доступу.

**Об'єктом** дослідження є побудова мережа доступу.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

**Предметом** – є методика побудови сучасної мережі доступу.

**Метою** роботи є надання мешканцям селища широкого спектру інфокомунікаційних послуг з нормативної якості, за рахунок побудови нової або модернізації, вже існуючої, мережі доступу на базі сучасної оптичної технології *PON*.

#### 4.1.3 Життєвий цикл проекту

Поняття життєвого циклу проекту важливе для дослідження й аналізу проблем фінансування пов'язаних з ним робіт і прийняття відповідних управлінських рішень під час його реалізації.

Життєвий цикл проекту (проектний цикл) – це період від народження ідеї до завершення та закриття проекту.

Проектний цикл слід віднести окремі стадії або так звані етапи розвитку, які називаються фазами. Найчастіше виокремлюють саме: доінвестиційну, реалізації та експлуатації.

До інвестиційна фаза включає аналіз умов для втілення проектного задуму; розробку концепції проекту; розробку бізнес-плану та попереднє обґрунтування інвестицій, оцінку життєздатності проекту.

На етапі розробки концепції проекту визначають кінцеві цілі проекту і виявляють можливі шляхи їх досягнення.

Цей етап охоплює в собі чітко сформульовані основні характеристики проекту, до яких в свою чергу відносяться:

- наявність альтернативних технічних и технологічних можливостей;
- тривалість та попит на продукцію проекту;
- рівень базових і прогнозованих цін на послуги;
- перспективи експорту продукції;
- складність проекту;
- співвідношення витрат на реалізацію проекту і його результатів.

На основі цих та інших показників попередньо аналізують можливості реалізації проекту, нерідко для таких цілей використовується допомогою

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

експертна система. Етап оцінки життєздатності проекту передбачає стисле ТЕО. Далі формують конкретні цілі й обмеження, а також визначають вартість проекту з точністю 25 – 40%.

Результатом такої оцінки життєздатності проекту є обґрунтування переваги обраної альтернативи перед іншими. Після цього інвестор, або замовник має переконатися, що вироблена, в результаті реалізації проекту, продукція, протягом життєвого циклу, матиме стабільний попит, достатній для призначення ціни, яка б забезпечила покриття витрат на експлуатацію й обслуговування об'єктів проекту, швидку окупність капіталовкладень.

Проектний продукт має бути підданий таким видам аналізу: технічному, комерційному, екологічному, організаційному, соціальному.

Розглянемо ті критеріями життєздатності проекту, які класифіковані на початку оцінки проекту.

Технічний аналіз дає змогу виявити техніко-економічні альтернативи; варіанти місцезнаходження об'єкта; масштаб і обсяг проекту; терміни реалізації проекту загалом і за фазами; доступність і достатність сировини та інших необхідних ресурсів.

Організаційний – оцінка організаційних, правових, політичних та адміністративних умов, в яких має реалізуватися й експлуатуватися проект.

Після визначення життєздатності проекту і прийняття рішення про початок його здійснення складають план робіт, тобто структурно визначену послідовність етапів робіт, які виконують задля досягнення визначеного комплексу цілей (хто й що має робити і в які терміни). На основі плану робіт складають докладний календарний графік робіт або мережного графіку, що дає змогу точніше оцінити вартість проекту.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 4.2 Організаційне забезпечення проекту

4.2.1. До основних завдань, вирішення яких веде до досягнення поставленої мети належать наступні.

1. Проаналізувати необхідність модернізації, враховуючі всі зміни станом на 2020 рік.
2. Охарактеризувати реальну територію, де планується оновити обладнання доступу, порівнявши з минулою МД.
3. Провести аналіз зростання попиту на інтерактивні (ІКП) для вирішення проблем для учнів, студентів, робітників.
4. Провести аналіз ІКП послуг:
  - Оновити необхідний перелік ІКП, який буде надавати модернізована мережа, враховуючі зростання потреби саме в інтерактивних послугах;
  - розглянути характеристики та параметри ІКП.
5. Розділити користувачів на кілька груп за призначенням.
6. Модернізувати майбутню структуру мережі доступу:
  - проаналізувати топологію, фізичну структуру та технологію мережі;
7. Провести аналіз оптимального обладнання, для цього побудувати порівняльну таблицю для вузлів доступу, порівнюючи їх, визначення його обсягу з урахуванням зростання попиту на послуги, що надаються, для реалізації мережі.
8. Розробка модернізованої моделі з урахуванням усіх особливостей приміського населеного пункту та сучасні проблеми зв'язані з збільшенням навантаження.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 4.1 – Склад робіт проекту, їх тривалість

Код роботи	Найменування роботи	Т (дні)	Код Попередньої роботи
0-1	Розробка технічного завдання	9	-
1-2	Збір даних	7	0-1
2-3	Аналіз існуючої мережі	7	1-2
3-4	Проведення аналізу положення	9	2-3
4-5	Встановлення потреби в результатах	5	3-4
4-6	Затвердження концепції	4	3-4
5-7	Встановлення ділових контактів, вивчення цілей, мотивів, вимог	5	4-5
6-7	Розвиток концепції, планування наочної області інших елементів проекту	4	4-6
7-8	Розробка і затвердження звітнього плану	6	4-7; 6-7
7-9	Організація виконання робіт	10	4-7; 6-7
8-10	Інформаційний контроль за виконанням робіт	6	7-8
9-10	Детальне проектування і технічні специфікації	8	7-9
10-11	Керівництво і координація робіт, коректування основних показників проекту	10	8-10; 9-10
11-12	Підтвердження закінчення робіт	4	10-11
11-13	Експлуатаційні випробування остаточного продукту проекту	6	10-11
12-14	Підготовка кадрів по експлуатації проекту	5	11-12
13-14	Підготовка документів і здача проекту замовникові	9	11-13

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

14-15	Оцінка результатів проекту і підведення підсумків	4	12-14; 13-14
15-16	Оцінка підсумкових документів і закриття проекту	10	14-15
		$\Sigma=110$	

#### 4.2.3 Побудова мережного графіка

За даними таблиці 4.1 будується мережевий графік проекту:

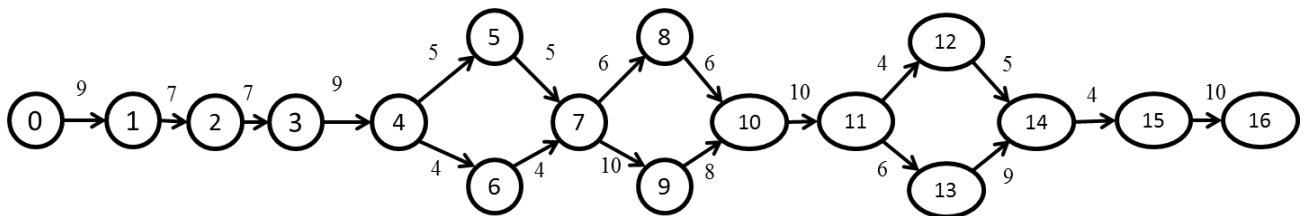


Рис. 4.1 - Мережевий графік проекту

#### 4.2.4 Розрахунок параметрів робіт мережного графіка

Проводиться розрахунок параметрів мережного графіка:

- $t_{p.n.}$  – ранній початок роботи;
- $t_{p.o.}$  – раннє закінчення роботи;
- $t_{п.н.}$  – пізніший початок роботи;
- $t_{п.о.}$  – пізнє закінчення роботи;
- $R_c$  – вільний резерв часу;
- $R_i$  – резерв часу події;
- $L_{kp}$  – тривалість критичного шляху.

Розрахунок параметрів мережного графіку зведемо у таблицю 4.2:

Таблиця 4.2 – Параметри робіт мережного графіка

Попередня робота	Робота		Ранній строк			Пізній строк			i
	i	j	$t_{pн}$	$t_{ij}$	$t_{po}$	$t_{пн}$	$t_{по}$	$R_c$	
-	0	1	1	9	9	2	10	100	

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>				Арк.
									89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

0-1	1	2	9	7	15	10	16	94	
1-2	2	3	15	7	21	16	22	88	
2-3	3	4	21	9	29	22	30	80	
3-4	4	5	29	5	33	30	34	76	
3-4	4	6	33	4	36	34	37	73	
4-5	5	7	36	5	40	37	41	69	
4-6	6	7	40	4	43	41	44	66	
4-7; 6-7	7	8	43	6	48	44	49	61	
4-7; 6-7	7	9	48	10	57	49	58	52	
7-8	8	10	57	6	62	57	63	47	
7-9	9	10	62	8	69	63	70	40	
8-10; 9-10	10	11	69	10	78	70	79	31	
10-11	11	12	78	4	83	79	84	26	
10-11	11	13	81	6	86	82	87	23	
11-12	12	14	86	5	90	87	91	19	
11-13	13	14	0	9	98	91	99		
12-14; 13-14	14	15	98	4	101	99	102	8	
14-15	15	16	101	10	110	102	111	0	

Визначення критичного шляху: 0-1-2-3-4-6-7-8-10-11-12-14-15-16

#### 4.2.5 Маркетингове обґрунтування проекту

Даний проект є актуальним, особливо в зв'язку з подіями останнього часу, коли збільшується кількість користувачів, а відповідно і навантаження на мережу. Провівши аналіз – зрозуміло, що на необхідність модернізації найбільше впливали наступні фактори. Поява нових користувачів – молодшого віку (школярі молодших класів), які раніше не користувалися інтерактивними послугами під час навчання і старшого віку (вчителі старшого віку), які раніше взагалі не користувалися онлайн послугами, а зараз змушені освоювати комп'ютери та виходити в онлайн для роботи. Необхідність в нових ІКП послугах інтерактивного характеру, саме для них важлива якість (мінімізація

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

помилки, час доступу та ін.) роботи. Все фактори, які зазначені вище збільшили навантаження на мережу.

До чинників, що визначають доцільність впровадження проекту з модернізацією мережі відносяться:

- підвищення оперативності роботи;
- підвищення надійності ходу технологічного процесу;
- зниження до мінімального значення кількості помилок;
- вивільнення персоналу до оптимальної кількості.

### 4.3 Економічні розрахунки проекту

#### 4.3.1 Визначення трудомісткості розробки ПП

Розрахунок трудомісткості програмного продукту, що розробляється, проводиться за формулою:

$$T_{ПП} = T_{ТЗ} + T_{ТП} + T_{РП} + T_{ВН}, \quad (4.1)$$

де:  $T_{ТЗ}$  – трудомісткості розробки технічного завдання створення ПП;

$T_{ТП}$  – трудомісткості розробки технічного проекту ПП;

$T_{РП}$  – трудомісткості розробки робочого проекту ПП;

$T_{ВН}$  – трудомісткості впровадження розробленого ПП;

Розраховуючи трудомісткість, необхідно враховувати, що програмний засіб (ПЗ) по ступеню новизни, що розробляється, є ПЗ, яке має аналог. Крім того, по типу ПЗ даний проект належить до системи автоматизованих розрахунків, а значить його трудомісткість складає 414 людино/г.

Розрахунок трудомісткості розробки технічного проекту розраховується за наступній формулою 5.2.

$$T_{ТЗ} = T_y * L_1 * K_n, \quad (4.2)$$

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

де  $T_y$  – укрупнена форма часу на розробку аналога ПЗ, людино/г, яка корегується поправочним коефіцієнтом  $K_k$ , враховуючи умови розробки за допомогою комп'ютеру ( $K_k = 0.7$ ).

$L_1$  – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.1.

$\kappa_n$  – поправочний коефіцієнт, враховуючи ступінь новизни ( $\kappa_n = 0.7$ ).

$$T_{ТЗ} = (414 * 0.7) * 0.1 * 0.7 = 20.3 \quad (\text{людина} - \text{дні}).$$

Розрахунок трудомісткості розробки технічного проекту проводиться за формулою 5.3.

$$T_{ТП} = T_y * L_2 * \kappa_n, \quad (4.3)$$

де  $L_2$  – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.15.

$$T_{ТП} = (414 * 0.7) * 0.15 * 0.7 = 30,4 \quad (\text{людина} - \text{дні}).$$

Розрахунок трудомісткості розробки робочого проекту проводиться за формулою 5.4.

$$T_{РП} = T_y * L_3 * \kappa_n * \kappa_T, \quad (4.4)$$

де  $L_3$  – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.7.

$\kappa_T$  – поправочний коефіцієнт, враховуючи ступінь використання в розробці типових програм ( $\kappa_T = 0.8$ ).

$$T_{РП} = (414 * 0.7) * 0.55 * 0.7 * 0.8 = 89,3 (\text{людина} - \text{дні}).$$

Розрахунок трудомісткості впровадження проводиться за формулою 4.5

$$T_{ВН} = T_y * L_4 * \kappa_n, \quad (4.5)$$

де  $L_4$  – питома вага даного етапу розробки з урахуванням ступеню новизни становить 0.2.

$$T_{ВН} = (414 * 0.7) * 0.2 * 0.7 = 40,6 \quad (\text{людина} - \text{дні}).$$

В таблиці 5.3 приведено розрахунок трудомісткості розробки проекту

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Тривалість розробки ПП визначається за формулою 5.6.

$$T_{III} = \sum T_{ij} / (5 * 0.73 * 360), \quad (4.6)$$

де  $\sum T_{ij}$  – сумарна тривалість розробки, г;

- 6 – тривалість робочого дня, г;
- 0.73 – коефіцієнт переводу у календарні дні;
- $T_{ij}$  – тривалість виконання j-го виду роботи по i-му етапу.

Таблиця 4.3 – Розрахунок трудомісткості проекту

Назва етапу	Розрахунок, дні
1.Технічне завдання	$T_{ТЗ} = 20,3$ , $T_{КК} = 0.7 * N_{ТЗ} = 0.7 * 20,3 = 14,21$ , $T_{НК} = 0.15 * N_{ТЗ} = 0.15 * 20,3 = 3.05$
2.Розробка технічного проекту	$T_{ТП} = 30,4$ , $T_{КК} = 0.7 * N_{ТП} = 0.7 * 30,4 = 21,28$ , $T_{НК} = 0.15 * N_{ТП} = 0.15 * 30,4 = 4,56$
3.Розробка робочого проекту	$T_{РП} = 89,3$ , $T_{КК} = 0.7 * N_{РП} = 0.7 * 89,3 = 62,51$ , $T_{НК} = 0.15 * N_{РП} = 0.15 * 89,3 = 13.395$
4.Відладка та впровадження	$T_{ВН} = 40,6$ , $T_{КК} = 0.7 * N_{ВН} = 0.7 * 40,6 = 28,42$ , $T_{НК} = 0.15 * N_{ВН} = 0.15 * 40,6 = 6,09$
Усього:	$\sum T_{ij} = 20,3 + 14,21 + 3,05 + 30,4 + 21,28 + 4,56 + 89,3 + 62,51 + 13.395 + 40,6 + 28,42 + 6,09 = 334,115$

$$T_{III} = 334,115 / (5 * 0.73 * 360) = 334,115 / 1314 = 0,2542(\text{років}).$$

$$T_{III} = 0,2542 * 360 = 91,512(\text{днів})$$

#### 4.3.2 Визначення ціни проекту

Для визначення ціни необхідно розрахувати основну заробітну плату працівників, матеріальні витрати, вартість машино-години та інші витрати на розробку продукту. Розрахунок проводиться за формулою 5.7.

$$Ц = K * C + П_p, \quad (4.7)$$

–  $K$  – коефіцієнт обліку витрат на виготовлення дослідного зразка ПП як продукції виробниче технічного призначення ( $K = 1.1$ ).

									Арк.
									93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

KPM.KI.1.884-03.3.6

- $C$  – витрати на розробку продукції (кошторисна собівартість).
- $P_p$  – нормативний прибуток.

Розрахунок нормативного прибутку проводиться за формулою 4.8.

$$P_p = (C - C_M) * P_n / 100, \quad (4.8)$$

- $C_M$  – матеріальні витрати, грн.
- $P_n$  – норматив рентабельності приймається рівним 25%.

$$P_p = (47474 - 3550) * 0,25 = 1098,1$$

Розрахунок матеріальних витрат приведено в таблицях 4.4

Таблиця 4.4 – Розрахунок витрат на відрядження

Найменування матеріалу	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Канцтовари			550
Папір	15	60	900
Виготовлення ксерокопій креслень			950
Виготовлення рекламних листівок	100	2	200
Дискети, CD-диски, Flash-накопичувачі			950
Всього			3550

$$Ц = 1.1 \cdot 47474 + 1098,1 = 53319,5$$

Основна заробітна плата враховує основну заробітну плату виконавця, безпосередньо зайнятого розробкою даного ПП, з урахуванням його посадового окладу та часу участі в розробці. Розрахунок виконується за формулою 4.9.

$$C_{zo} = \sum (Z_i * K_0 / Dp) * \tau_i, \quad (4.9)$$

Де:

- $Z_i$  – середньомісячний оклад і-того виконавця, грн.

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

–  $K_0$  – коефіцієнт обліку окладу керівників і консультантів проекту приймається рівним 0.1.

–  $D_p$  – середня кількість робочих днів в місяці приймається рівною 21 дню.

–  $\tau_i$  – трудомісткість робіт, що виконуються і-тим виконавцем, людино/дні.

У розробці задіяні постановник задачі та розробник проекту (мережі), середньомісячний оклад яких складає 10800, 5000 грн. відповідно.

Трудомісткості робіт складають 91,512 чол-дні.

$$C_{зо} = \frac{10800 * 0.1 * 40}{21} + \frac{5000 * 91,512}{21} = 2057,1 + 21788,6 = 23845,7.$$

Розрахунок додаткової заробітної платні враховує всі виплати безпосереднім виконавцям за час непропрацьований на виробництві, у тому числі: оплата чергових відпусток, компенсації за недовикористану відпустку, оплати пільгового годинника підліткам та ін. і проводиться за формулою (4.10).

$$C_{зд} = C_{зо} * K_d, \quad (4.10)$$

де  $K_d$  – коефіцієнт відрахувань на заробітну платню приймається рівним 0.1.

$$C_{зд} = 23845,7 * 0.1 = 2385,57(\text{грн}).$$

Розрахунок відрахувань на соціальне страхування враховує відрахування до бюджету соціального страхування за встановленим державою тарифом від суми основної і додаткової заробітної платні і розраховується за формулою (4.11).

$$C_{сс} = K_{сс} * (C_{зо} + C_{зд}), \quad (4.11)$$

Де:  $K_{сс}$  – коефіцієнт відрахувань на соціальне страхування приймається рівним 0,22, він є єдиним соціальним неском.

$$C_{сс} = 0,22 * (23845,7 + 2385,57) = 5770,87(\text{грн})$$

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Загальновиробничі витрати розраховуються за формулою 4.12 і враховують витрати на загальногосподарські витрати, позавиробничі витрати і витрати на управління.

$$C_H = K_H * C_{30}, \quad (4.12)$$

де  $K_H$  – коефіцієнт накладних витрат приймається рівним 0.5.

$$C_H = 0.5 * 23845,7 = 11922,85(\text{грн}).$$

В таблиці 4.5 представлена кошторисна собівартість ПП.

Таблиця 4.5 – Сметна вартість ПП

Назва категорії витрат	Кошторисна собівартість, грн.
Основна заробітна плата	23845,7
Додаткова заробітна плата	2384,57
Відрахування на соціальне страхування	5770,87
Матеріальні витрати	3550
Загальновиробничі витрати	11922,85
Сумарна собівартість	47474

#### 4.3.3 Визначення капітальних і поточних витрат

Розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з впровадженням (вдосконаленням) ІС здійснюється за формулою 5.13.

$$K_2 = K_{II} + K_{KO} + K_{DO} + K_B, \quad (4.13)$$

- $K_{II}$  – передвиробничі витрати;
- $K_{KO}$  – вартість комп'ютерного устаткування(
- $K_{DO}$  – вартість допоміжного устаткування, необхідного для надійної

роботи мережі доступу;

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

–  $K_B$  – вартість будівництва (реконструкції) у зв'язку з впровадженням мережі доступу.

Передвиробничі витрати – всі витрати, пов'язані з проектуванням, розробкою, відладкою та впровадженням програмного забезпечення, навчання обслуговуючого систему персоналу, перепідготовка частини персоналу підприємства та інші передвиробничі витрати розраховуються за формулою 4.14.

$$K_{II} = Ц * 1.0. \quad (4.14)$$

Таким чином,  $K_{II}$  приймаються у розмірі 100% від вартості розробленого ПП і становлять:

$$K_{II} = 53319,5 * 1.0 = 53319,5(\text{грн}).$$

Спеціальне комп'ютерного устаткування вартістю 121000 грн, додаткове 8900 грн. Будівництво, пов'язане з впровадженням проекту приблизно 15000 грн. З цього виходить, що величина капітальних витрат складає:

$$K_2 = 53319,5 + 121000 + 8900 + 15000 = 198219,5(\text{грн}).$$

Розрахунок поточних витрат, пов'язаних з впровадженням інформаційної системи здійснюється за формулою 4.15. Основними користувачами програми є адміністратор та інженер самого проекту, в разі модернізації. Тобто при модернізації скорочено одного робітника.

$$C = C_{\text{ОПЛ}} + C_A + C_{\text{ЕЛ}} + C_P + C_{\text{ДОП}} + C_{II}, \quad (4.15)$$

Де:

- $C_{\text{ОПЛ}}$  – річний фонд основної і додаткової оплати праці персоналу, обслуговуючого мережі;
- $C_A$  – сума річних амортизаційних відрахувань від вартості основного і допоміжного устаткування мережі;
- $C_{\text{ЕЛ}}$  – вартість витрат на електроенергію за рік;
- $C_P$  – вартість річного ремонту основного і допоміжного устаткування;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

–  $C_{доп}$  – річна вартість допоміжних матеріалів, пов'язаних з експлуатацією мережі;

–  $C_{п}$  – вартість річного утримання приміщень.

Модернізована мережа дозволить скоротити робітника, залишиться 2 робітники, з оплатою 45 грн./год кожен. Тобто виходить економія за рік 82125 грн на одному робітнику, який був скорочений.

Річний фонд основної заробітної платні персоналу, обслуговуючого мережу розраховується за формулою 4.16.

$$Z_{опл} = \sum \chi_{ci} * z_{ci} + \sum \chi_{pj} * t_{cj} * \Phi_{pj}, \quad (4.16)$$

–  $\chi_{ci}, \chi_{pj}$  – чисельність, відповідно, фахівців і-ї категорії та j-того розряду, обслуговуючих ІС;

–  $t_{cj}$  – годинна тарифна ставка робочого j-того розряду;

–  $\Phi_{pj}$  – річний фонд робочого часу j-того розряду приймається рівним 1825 годин.

До модернізації:

$$Z_{опл} = 3 \cdot 45 \cdot 1825 = 246375(\text{грн.})$$

Після модернізації:

$$Z_{опл} = 2 \cdot 45 \cdot 1825 = 164250(\text{грн.})$$

Фонд додаткової заробітної платні розраховується за формулою 4.17.

$$Z_{доп} = Z_{осн} * K_{доп}, \quad (4.17)$$

де  $K_{доп}$  – коефіцієнт додаткової заробітної платні, приймається рівним 0.1.

До модернізації:

$$Z_{доп} = 246375 * 0.1 = 24637,5(\text{грн.})$$

Після модернізації:

$$Z_{доп} = 164250 * 0.1 = 16425(\text{грн.}).$$

Розрахунок нарахувань на заробітну платню проводиться за формулою 4.18.

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$З_{НАР} = (З_{ОСН} + З_{ДОП}) * K_B, \quad (4.18)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт відррахувань на соціальні потреби, приймається рівним 0.22.

До модернізації:

$$З_{НАР} = (246375 + 24637,5) * 0.22 = 59842,75(\text{грн.})$$

Після модернізації:

$$З_{НАР} = (164250 + 16425) * 0.22 = 39708,9(\text{грн.}).$$

Таким чином, загальні витрати на оплату праці розраховуються за формулою 4.19.

$$C_{ОПЛ} = З_{ОСН} + З_{ДОП} + З_{НАР}, \quad (4.19)$$

До модернізації:

$$C_{ОПЛ} = 246375 + 24637,5 + 59842,75 = 330855,25(\text{грн.})$$

Після модернізації

$$C_{ОПЛ} = 164250 + 16425 + 39708,9 = 220383,9(\text{грн.}).$$

Розрахунок амортизаційних відррахувань розраховується за формулою 4.20.

$$C_a = K_{КО} * H_a / 100, \quad (4.20)$$

Де  $H_a$  – норма амортизаційних відррахувань, приймається рівної 60% для комп'ютерного устаткування.

$$C_a = 121000 * 60 / 100 = 72600(\text{грн.}).$$

Річна вартість споживаної електроенергії визначається за формулою 4.21.

$$C_{ЕЛ} = M_y * T_{КО} * Ц_О * K_{И}, \quad (4.21)$$

- $M_y$  – встановлена сумарна потужність комп'ютерного устаткування, приймається рівною 5.2 кВт, хоча раніше була 8.1 кВт;
- $T_{КО}$  – річний фонд роботи ЕОМ з урахуванням часу на профілактичні огляди складає  $220 * 6 = 1320$  годин, хча раніше було  $245 * 6 = 1470$ ;
- $Ц_О$  – вартість 1 кВт електроенергії на даний момент складає 3,05грн.;
- $K_{И}$  – коефіцієнт інтенсивного використання потужності, приймається рівним 0.9.

Після модернізації

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$C_{ЕЛ} = 8,1 * 1470 * 3,05 * 0,9 = 32684,72(\text{грн.})$$

Після модернізації

$$C_{ЕЛ} = 5,2 * 1320 * 3,05 * 0,9 = 18841,68(\text{грн.}).$$

Вартість річного ремонту основного і допоміжного устаткування становить 6 % від вартість комп'ютерного і допоміжного устаткування і складає:

$$C_P = K_{КО} * 0,06 = 121000 * 0,06 = 7260(\text{грн.}).$$

Річна вартість допоміжних матеріалів, пов'язаних з експлуатацією ІС становить 1.5 % від вартості комп'ютерного і допоміжного устаткування і складає:

$$C_{ВСП} = K_{КО} * 0,015 = 121000 * 0,015 = 181,5(\text{грн.}).$$

Витрати на виробниче приміщення складають 1950 грн. в рік за 1 м<sup>2</sup>, раніше було 19 м<sup>2</sup>:

$$C_{П} = 19 * 1950 = 37050(\text{грн.})$$

а зараз 12 м<sup>2</sup> и складає:

$$C_{П} = 12 * 1950 = 23400(\text{грн.}).$$

До впровадження проекту витрати склали:

$$C_1 = 330855,25 + 72600 + 32684 + 7260 + 181,5 + 37050 = 480630,75(\text{грн.})$$

Таким чином, поточні витрати після впровадження даного проекту складають:

$$C_2 = 220383,9 + 72600 + 18841,68 + 7260 + 181,5 + 23400 = 321607,08(\text{грн.})$$

#### 4.3.4 Визначення показників економічної ефективності проекту

Очікуваний економічний ефект розраховується за формулою 4.22.

$$E_o = E_z - E_n * K_n, \quad (4.22)$$

- E<sub>Г</sub> – річна економія на поточних витратах;
- E<sub>н</sub> – нормативний коефіцієнт ефективності єдиноразових витрат – 0.25;
- K<sub>п</sub> – єдиноразові витрати на проект.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Річна економія складається з поточних витрат та приросту прибутку у зв'язку із впровадженням проекту, та обчислюється за формулою 4.23.

$$E_z = (C_1 - C_2) + \Delta\Pi, \quad (4.23)$$

–  $C_1, C_2$  – відповідно поточні витрати, відповідно до та після впровадження проекту (грн);

–  $\Delta\Pi$  – приріст прибутку господарюючого суб'єкта або його структурного підрозділу при впровадженні проекту (грн) в даному випадку неможливо підрахувати приріст прибутку, тому він не буде рахуватися.

$$E_z = (480630,75 - 321607,08) = 159023,67(\text{грн.})$$

Тобто було зекономлено 159023,67 грн.

$$E_o = 159023,67 - 0,25 * 321607,08 = 80401,77$$

Розраховуємо коефіцієнт ефективності єдиноразових витрат за формулою 4.24

$$E = E_z / K_n, \quad (4.24)$$

$$E = E_z / K_n = 159023,67 / 198219,5 = 0,802$$

$E > E_n$ , тому проект економічно ефективний.

Термін окупності одноразових витрат обчислюється за формулою 4.25

$$T = 1 / E, \quad (4.25)$$

$$T = 1 / 0,802 = 1,25 \vec{\text{ (років)}}$$

$$T = 1,25 \cdot 365 = 465(\text{дні})$$

Техніко-економічні показники проекту, , відображені в таблиці 4.6

Таблиця 4.6 – Техніко-економічні показники проекту

/п	Найменування показника	Одиниця вимірювання	Значення показника
			після впровадження проекту
	Час розробки проекту	дні	91,512
	Ціна ПП	грн.	53319,5
	Капітальні витрати	грн.	198219,5

					<b>KPM.KI.1.884-03.3.6</b>	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

	Поточні витрати	грн/рік	321607,08
	Економічний ефект від реалізації проекту	грн/рік	159023,67
	Термін окупності	Рік	1,25

**Висновки:**

Усі отримані показники знаходяться в рамках норми. Впровадження проекту є економічно ефективним. Після впровадження проекту значно зменшились час виконання даної роботи, а також підвищилась ефективність за рахунок оновлення обладнання та модернізації мережі взагалі. Термін окупності складає приблизно 465 дні. Що також каже про великі можливості проекту та можливості його подальшого розвитку. Завдяки модернізації за рік експлуатації мережі буде зекономлено 159023 грн.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ЕКОЛОГІЯ

Тема даного дипломної роботи є «Модернізація мережі доступу у селищі Холодна Балка із аналізом топологічної структури». У зв'язку із цим у розділі охорони праці будемо розглядати офісне приміщення, в якому буде проводитись аналіз, розрахунки та моделювання, з наступними характеристиками: 12х9х3,5м.

$$12 \cdot 9 = 108(m^2)$$

$$12 \cdot 9 \cdot 3,5 = 378(m^3)$$

Виходить: 108 м<sup>2</sup>; 378 м<sup>3</sup>. За нормативними даними на одну людину має бути не менш 20 м<sup>3</sup> та не менш 6 м<sup>2</sup>. Тому максимальна кількість людей у цьому приміщені 18.

#### 5.1 Шкідливі та небезпечні фактори в роботі у робочій зоні

До небезпечних і шкідливих виробничих факторів у зоні робочих місць експлуатуючі системи з комп'ютерами відносять: статична електрика, електромагнітні випромінювання, шум, вібрації, недостатнє висвітлення, вентиляція та ін. Персонал піддається також і впливу шкідливих психофізіологічних виробничих факторів, які у свою чергу підрозділяються по характері дії на фізичні перевантаження й нервово-психічні перевантаження. Фізична й нервово-психічні: розумова перенапруга; монотонність праці; емоційні перевантаження.

Професійні шкідливості – несприятливі для здоров'я фактори трудового (виробничого) процесу або незадовільні санітарно-гігієнічні умови.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Професійно шкідливий чинник – виробничий фактор, дія якого в певних умовах може мати несприятливий вплив на працездатність і стан здоров'я працівника аж до виникнення професійного захворювання.

Професійне захворювання – хвороба, викликана дією специфічного шкідливого фактора в умовах виробництва, яка підтверджена в установленому порядку.

Специфічний чинник виробничого середовища – фактор виробничого середовища, який не може бути виключений з виробничого середовища без зупинки процесу виробництва.

Залежно від часу і інтенсивності впливу на працівника, виробничі фактори можуть бути небезпечними або шкідливими.

При миттєвій дії фактор стає небезпечним, а при тривалому впливі — шкідливим.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності.

Однією із основних цілей охорони праці на підприємстві є оцінка обстановки та характеристик трудового процесу в частині його впливу на здоров'я і життя працівника.

Для досягнення цього завдання державою встановлено низку критеріїв оцінки, які допомагають визначити ступінь небезпечності умов праці на підприємствах, що використовують працю найманих робітників.

Класифікація виробництва по ступені пожежної, вибухової і вибухопожежної безпеки

По ступені вибуховий, вибухопожежної і пожежної безпеки приміщення із ВДТ ЕОМ ставляться до категорії Д, у яких використовуються негорючі речовини й матеріали в холодному стані.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 5.2 Методи зниження шкідливих та небезпечних факторів в роботі

Вимоги електробезпеки при експлуатації ВТД ЕОМ

Лінія електромережі для ЕОМ виконується як окрема групова трьохпровідна мережа, шляхом прокладки фазового, нульового робочого, нульового захисного проводів.

Нульовий захисний провід використовується тільки для занулення електроприймача.

Використання нульового робочого проводу в якості нульового захисного забороняється.

Штепсельні з'єднання й розетки повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного проводу.

Не допускається підключення ПЕОМ до звичайного двохпровідної мережі, у тому числі з використанням перехідних пристосувань. Є неприпустимим експлуатація кабелів і проводів з ушкодженою ізоляцією, саморобних подовжувачів.

Захисне заземлення - навмисне з'єднання металевих неструмоведучих частин, які можуть виявитися під напругою зі штучним заземленням. Застосовується в мережах з напругою до 1000 В з ізолюваної нейтраллю, і вище 1000 У с будь-яким режимом нейтралі.

За способом захисту людини від поразки електричним струмом ЕОМ повинні відповідати першому класу захисту.

Розрахунок заземлюючого пристрою

Вихідні данні:

- $d$  - зовнішній діаметр труби  $d = 0.04\text{м}$ ;
- Довжина вертикальних заземлювачей  $l = 2,2 \text{ м}$ ; Відношення  $l/l' = 2$ ;
- $\rho_{\phi}$  – питомий опір ґрунту суглинок в місці пристрою заземлення  $\rho_{\phi} = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

–  $\phi$  - безрозмірний кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні коливання вологості ґрунту 1,3.

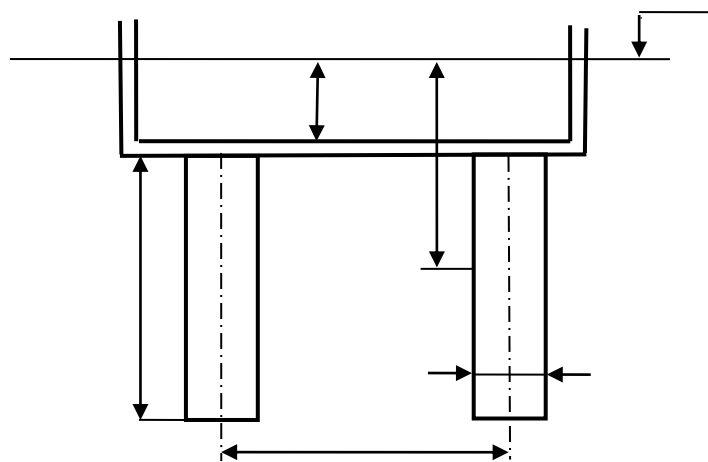
Розрахункове значення питомого опору ґрунту обчислюємо по формулі:

$$\rho_p = \rho_\phi \cdot \phi \quad (5.1)$$

Де:

- $\rho_\phi$  – питомий опір ґрунту в місці пристрою заземлення ;
- $\phi$  - безрозмірний кліматичний коефіцієнт, що враховує сезонні коливання вологості ґрунту

$$\rho_p = 100 \cdot 1,3 = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$



Рисю 5.1 – Устрійство

заземлювачей

$$t_0 = 0,5 \text{ м}, l = 2,2 \text{ м}$$

$l$  - довжина заземлювачей, м;

$l'$  - відстань між заземлювачами, м

$$\text{Тоді } t = t_0 + l/2 = 0,5 + 2,2/2 = 1,6 \text{ м}$$

Опір одного вертикального заземлювача обчислюємо по формулі:

$$R_{\text{гр}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi \cdot l} \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (5.2)$$

$$R_0 = \frac{130}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,2} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 2,2}{0,04} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,6 + 2,2}{4 \cdot 1,6 - 2,2} \right) = 47,6 \text{ Ом}$$

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						106
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Визначаємо необхідна кількість вертикальних заземлювачей:

$$n = \frac{R_0}{R_{mp}} = \frac{47,6}{4} = 11,9 \quad (5.3)$$

Де:  $R_{тр} = 4 \text{ Ом}$  – необхідний опір.

Округляємо  $n$  до найближчого стандартного числа  $n' = 20$  шт. Визначаємо загальний опір системи вертикальних заземлювачей:

$$R = \frac{R_0}{n \cdot \eta_v} \quad (5.4)$$

Де:  $\eta_v$  – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачей, тому що заземлювачі розташовані в ряд і відношення відстані між заземлювачами до їхньої довжини дорівнює 2, то за табличним значенням приймаємо  $\eta_v = 0,67$  (Юдин «Охрана труда в машиностроении» с.270 таб.19)

$$R_{об} = \frac{47,6}{20 \cdot 0,67} = 3,55 \text{ Ом}$$

Визначаємо опір сполучної смуги. При розміщенні в ряд довжина смуги

$$L = l \cdot (n' - 1) = 4,4 \cdot (20 - 1) = 83,6 \text{ м} \quad (5.5)$$

$$R_{пол} = \frac{\rho_p}{2\pi \cdot L \cdot \eta_r} \cdot \ln \frac{L^2}{d \cdot t_0}, \quad (5.6)$$

Де:  $\eta_r$  – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачей, приймаємо  $\eta_r = 0,56$  (Юдин «Охороона праці в машинобудуванні» с.270 таб.20);

$$R_{пол} = \frac{100}{2 \cdot 3,14 \cdot 83,6 \cdot 0,56} \cdot \ln \frac{83,6^2}{0,04 \cdot 0,5} = 4,34 \text{ Ом}$$

Загальний опір системи обчислюється по формулі:

$$R = \frac{3,55 \cdot 4,34}{3,55 + 4,34} = 1,95 \text{ Ом}$$

$$R_c = \frac{R_{об} \cdot R_{пол}}{R_{об} + R_{пол}} (\text{Ом}) \quad (5.7)$$

Прийнята система заземлення задовольняє технічним вимогам, тому що загальний опір системи заземлення менше припустимого значення  $R_{тр} \leq 4 \text{ Ом}$

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Пожежна профілактика

Пожежі становлять більшу небезпеку для працюючих і можуть заподіяти величезний матеріальний збиток. Пожежна безпека може бути забезпечена мірами пожежної профілактики й активного пожежного захисту. Поняття пожежної профілактики включає комплекс заходів, необхідних для попередження виникнення пожежі або зменшення його наслідків. Під активним пожежним захистом розуміються міри, що забезпечують успішну боротьбу з виникаючими пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

### Причини пожеж в електроустановках

Пожежі в електроустановках відбуваються через:

- короткого замикання;
- перевантаження мереж;
- більших перехідних опорів;
- від електронагрівальних приладів.

Перевантаження мереж відбувається в результаті проходження по них напруги, що перевищує номінальний. Таке може відбутися у випадку підключення великої кількості споживачів. Це приведе до руйнування, плавлення й згоряння ізоляції, що спричиняє коротке замикання.

Коротке замикання відбувається в тому випадку, коли крапки різних фаз мережі з'єднуються через малий опір. Внаслідок чого миттєво збільшується струм, відбувається виділення великої кількості тепла.

Міри захисту:

- дотримання нормальних режимів експлуатації;
- своєчасне проведення регламентних робіт;
- застосування плавких запобіжників і автоматів.

Більшу роль у пожежонебезпеці грає правильний вибір використання електроустаткування.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Система висвітлення з лампами накаливання найнебезпечніші через те, що температура поверхні колби лампи приблизно дорівнює 500 °С. Більшу роль у безпеці грає правильний вибір типу світильника.

#### Засоби пожежогасіння

Як засоби пожежогасіння на даному об'єкті застосовуються вуглекислотні вогнегасники, призначені для гасіння загорянь установок напругою до 1000 В: ручні ВВ-2А, ВВ-5, ВВ-8.

У вуглекислотних вогнегасниках застосовують зріджений двоокис вуглецю. Вогнегасяща дія його полягає в розведенні повітря й зниженні в ньому змісту кисню до концентрації, при якій припиняється горіння. Вогнегасящий ефект обумовлюється втратами теплоти на нагрівання двоокису вуглецю й зниженням теплового ефекту реакції.

Розрахунок вуглекислотної установки для гасіння пожежі в приміщенні

Кількість вогнегасящого газового складу  $G_T$  (кг) визначається за залежністю

$$G_T = 1,25 \cdot (G_B \cdot V_n \cdot K_y), \text{ кг} \quad (5.8)$$

Де:

- $G_B$  - вогнегасяща концентрація газового складу для вуглекислоти;
- ( $G_B = 0,7 \text{ кг/м}^3$ );
- $V_n$  – обсяг приміщення, що захищається,  $\text{м}^3$ ;
- $K_y$  – коефіцієнт, що враховує особливості процесу газообміну, джерела вуглекислоти крізь нещільності й щілині приміщення, що захищається, приймається 1...1,2

$$G_T = 1,25 \cdot (0,7 \cdot 379 \cdot 1) = 331,625 \text{ кг}$$

Потрібна кількість робочих балонів  $N_6$  (од.) з вуглекислотою визначається як

$$N_6 = \frac{G_T}{V_6 \cdot \rho \cdot \alpha_n}, \text{ од.} \quad (5.9)$$

Де:

- $V_6 = 40 \text{ л}$  – обсяг балону;

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						109
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

–  $\rho = 0,625$  кг/л – щільність засобу гасіння;

–  $\alpha_v = 1$  – коефіцієнт наповнення.

$$N_6 = \frac{331,625}{40 \cdot 0,625 \cdot 1} \approx 13, \text{ од.}$$

Кількість резервних балонів варто прийняти такий же як число робочих балонів.  $N_6 = N_p = 13$  балонів. Загальна кількість балонів 26 шт.

Виробнича санітарія – це система організаційних та технічних заходів, які спрямовані на усунення потенційно небезпечних факторів і запобігання професійних захворювань та отруєнь.

До організаційних заходів належать:

- дотримання вимог охорони праці жінок та осіб віком до 18 років;
- проведення попередніх та періодичних медичних оглядів осіб, які працюють у шкідливих умовах;
- забезпечення працюючих у шкідливих умовах лікувально-профілактичним обслуговуванням тощо.

Технічні заходи передбачають:

- систематичне підтримання чистоти у приміщеннях і на робочих місцях;
- розробку та конструювання обладнання, що вилучає виділення пилу, газів та пари, інших шкідливих речовин у виробничих приміщеннях;
- забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до повітря виробничого середовища;
- улаштування систем вентиляції та кондиціонування робочих місць зі шкідливими умовами праці;
- забезпечення захисту працюючих від шуму, ультра- та інфразвуку, вібрації, різних видів випромінювання.

Таким чином, запобігання професійних захворювань і отруєнь здійснюється через здійснення комплексу організаційних і технічних заходів, які спрямовані на оздоровлення повітряного середовища, виконання вимог гігієни та особистої безпеки працюючих.

Розрахунок вентиляції приміщення

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						110
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розрахувати продуктивність системи вентиляції в приміщенні із заданими параметрами, з урахуванням максимального розташування робочих місць із персональними комп'ютерами.

Визначаємо площу приміщення:

$$S = A \times B = 12 \times 9 = 108 \text{ м}^2 \quad (5.10)$$

З обліком, що кількість людей ( $n_{\text{л}}$ ) і кількість ЕОМ ( $n_{\text{к}}$ ) дорівнює 23, визначимо кількість тепла виділюване людьми:

$$Q_{\text{л}} = n_{\text{л}} \times q_{\text{л}}; \quad (5.11)$$

$q_{\text{л}}$  – питома тепловиділення 1 чоловік (170 Вт);

$$Q_{\text{л}} = 18 \times 170 = 3060 \text{ Вт};$$

Визначимо кількість тепла виділюване від устаткування:

$$Q_{\text{об}} = n_{\text{к}} \times q_{\text{к}}; \quad (5.12)$$

$q_{\text{к}}$  – питома тепловиділення 1 комп'ютера (400 Вт);

$$Q_{\text{об}} = 18 \times 400 = 7200 \text{ Вт};$$

Визначимо кількість тепла, що виділяє освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = S_{\text{пр}} \cdot q_{\text{осв}}; \quad (5.13)$$

Де:

–  $S_{\text{пр}}$  – площа приміщення,

–  $q_{\text{осв}}$  – кількість тепла, що приходить на 1 м<sup>2</sup> площини приміщення від

штучного освітлення.

$$Q_{\text{осв}} = 108 \times 10 = 1080 \text{ Вт};$$

Визначимо кількість тепла, що надійшло через конструкції, що обгороджують:

$$Q_{\text{осв}} = V_{\text{пр}} \cdot q_{\text{пр}} \quad (5.14)$$

Де:

–  $V_{\text{пр}}$  – об'єм приміщення,

–  $q_{\text{осв}}$  – кількість тепла, що приходить на 1 м<sup>3</sup> об'єму приміщення від

навколишнього середовища.

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$Q_{\text{огр.кон}} = 108 \cdot 3,5 \cdot 18 = 6804 \text{ Вт};$$

Уважаємо загальне:

$$Q = Q_{\text{л}} + Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{огр.кін}};$$

$$Q = 3060 + 7200 + 1080 + 6804 = 18144 \text{ Вт}$$

Об'ємна витрата повітря в приміщенні:

$$L = \frac{Q}{C_p \cdot \rho (t_{\text{выт}} - t_{\text{пр}})}, \quad (\text{м}^3/\text{ч}); \quad (5.15)$$

- $\rho$  - щільність повітря (1,2 кг/м<sup>3</sup>);
- $c$  - питома теплоємність повітря;
- $t_{\text{выт}}$ ,  $t_{\text{пр}}$  – температура витяжного й припливного повітря.

$$L = \frac{18,14}{1,0 \cdot 1,2 \cdot (24 - 16)} = 1,89 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 6804 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Визначимо потужність, споживану вентилятором, по формулі

$$N = \frac{L \Delta P_1 k \cdot 10^{-6}}{\eta_s \eta_n \cdot 3,6}, \quad [\text{Вт}] \quad (5.16)$$

Де:

- $L$  - об'ємна витрата повітря, [м<sup>3</sup>/з];
- $\Delta P$  - втрата тиску у повітроводі, (300) [Па];
- $\eta_s$  - КПД вентилятора (0,6);
- $\eta_n$  - КПД приводу, при приєднанні колеса через муфту (0,9);
- $k$  - коефіцієнт запасу (1,2);

$$N = \frac{1,2 \cdot 6804 \cdot 300 \cdot 10^{-6}}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 1,26 \text{ кВт.}$$

Розрахунок освітлення приміщення

Завданням розрахунку штучного освітлення є визначення потрібної потужності електричної освітлювальної установки для створення у виробничому приміщенні з персональними комп'ютерами заданої освітленості.

Підбираємо систему висвітлення для приміщення:

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Довжина приміщення,  $A = 12$  м

Ширина приміщення,  $B = 9$  м

Висота приміщення,  $H_n = 3,5$  м

$E_n$  - нормована освітленість ( $E_n = 350$ )

$k$  - коефіцієнт запасу ( $k = 1,6$ )

Визначимо площу приміщення:

$$S = A \times B = 12 \times 9 = 108 \text{ м}^2$$

Обчислимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею по формулі

$$H_p = H_n - h_{p.п.}, \quad (5.17)$$

Де:

–  $h_{p.п.}$  – висота робочої поверхні;

–  $H_p = 3,5 - 1 = 2,5$  м.

Для досягнення рівномірної освітленості необхідно, щоб відношення відстаней між центрами світильників до висоти їхнього підвісу над робочою поверхнею рівнялася конкретному числу, характерному для типу обраного світильника.

У приміщеннях із ВДТ ЕОМ обрані світильники серії ЛД. Для світильників ЛПО відношення  $L_k/H_p = 1,4$

Визначимо  $L_k$  – відношення між центрами світильників розраховуємо по формулі

–  $L_k = H_p \cdot 1,4$

–  $L_k = 2,5 \cdot 1,4 = 3,5$  м

Визначимо кількість світильників:

$$N = A \cdot B / L_k^2 = 108 / 3,5^2 = 8,82 \quad (5.18)$$

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку необхідно обчислити індекс приміщення по формулі

$$i = \frac{a \cdot b}{H_{поб} \cdot (a + b)} \quad (5.19)$$

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



$$P_c = 12 \cdot 3 \cdot 40 = 1440 \text{ Вт}$$

Загальні положення гігієнічних вимог до організації роботи із ВДТ ЕОМ

Облаштованість робочих місць ВДТ ЕОМ повинне забезпечити :

- належні умови висвітлення й відсутність відблисків;
- оптимальні параметри мікроклімату;
- належні ергономічні характеристики: наявність шуму й вібрації, рентгенівські випромінювання, електромагнітні випромінювання, електростатичне поле, наявність пилу, озону й оксиду азоту.

Вимоги до виробничих приміщень для експлуатації ВДТ ЕОМ

- Розміщення робочих місць із ВДТ ЕОМ у підвальних і цокольних поверхах заборонено.
- Мінімальна площа на одне робоче місце 6 м, мінімальний обсяг 20.
- Приміщення повинні бути обладнані системами природного й штучного висвітлення.
- Природне висвітлення повинне здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ, північний схід.
- Коефіцієнт природної освітленості (КЕО) повинен бути не нижче 1.5%.
- Приміщення із ВДТ ЕОМ не повинні граничити із приміщеннями, у яких рівень шуму й вібрацій перевищує припустимі норми.
- Віконні прорізи повинні бути обладнані регульованими пристосуваннями (жалюзі, штори, козирки, маркізи).
- Поверхня підлоги повинна бути рівної, не слизькою, з антистатичним покриттям.

Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища приміщень

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 5.1 - Мікроклімат приміщення

Пора року	Категорія роботи	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря в робочій зоні, м/с
холодне	легка 1а	22 – 24	40 – 60	0.1
	легка 1б	21 – 23	40 – 60	0.1
тепле	легка 1а	23 – 25	40 – 60	0.1
	легка 1б	22 - 24	40 – 60	0.2

Легка 1а - робота, сидячи, що не потребує більших фізичних витрат, тепловиділення порядку 140 Вт.

Легка 1б - робота, що виконується сидячи або пов'язана з невеликими переміщеннями, не потребуючих більших фізичних витрат, тепловиділення порядку 175 Вт.

Таблиця 5.2 - Рівні іонізації повітря для приміщень із ВДТ ЕОМ:

Рівні	Число іонів в 1 повітря	
	n +	n –
мін необхідні	400	600
оптимальні	1500 – 3000	3000 – 5000
макс припустимі	50000	50000

Гігієнічні вимоги до організації й устаткування робочих місць із ВДТ ЕОМ

Робоче місце необхідно розташовувати щодо світлових прорізів, щоб природне висвітлення падало з боку, переважно ліворуч. Відстань від тильної поверхні одного до екрана іншого повинне бути не менш 2.5 м. Стандартна висота стола 680 - 800 мм.

Захист відстанню полягає в тому, щоб оператор перебував на відстані не менш 600 - 700 мм від монітора з урахуванням розмірів знаків і символів. Клавіатуру необхідно розташовувати на поверхні стола на відстані від 100 до

					<i>KPM.KI.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

300мм від краю поверхні. Поверхня клавіатури повинна бути матової з коефіцієнтом відбиття 0,4.

Вимоги до режимів роботи й відпочинку при роботі із ВДТ ЕОМ. При виконанні робіт протягом дня, які ставляться до різних видів трудової діяльності. За основну роботу з ЕОМ варто вважати таку, котра займає не менш 50% робочого часу. Для програміста - рекомендується 15 хв. перерва через щогодини роботи. Для оператора ЕОМ при 8-ми часовому робочому дні передбачена всередині зміни перерва - 15 хвилин через кожні 2 години роботи.

Долікарняна допомога потерпілому. Перша долікарняна допомога при нещасних випадках від електричного струму складається з 2-х етапів: звільнення потерпілого від дії струму й надання йому медичної допомоги.

Міри першої медичної допомоги потерпілому від електричного струму залежать від його стану. У свідомості – але до цього був у непритомності або тривалий час перебував під струмом, йому необхідно забезпечити повний спокій до прибуття лікаря або терміново доставити в лікувальну установу.

При відсутності свідомості, але збереженому подиху й роботі серця потрібно рівно й зручно укласти потерпілого на м'яку підстилку, розстебнути пояс і одяг, забезпечити приплив свіжого повітря. Варто давати нюхати нашатирний спирт. Якщо потерпілий погано дихає - рідко, судорожно - або якщо подих поступово погіршується, у той час як при цьому триває нормальна робота серця, необхідно робити штучне дихання.

При відсутності ознак життя треба робити штучне дихання й непрямий масаж серця до появи ознак життя або до прибуття лікаря.

**Висновок.** Більшу частину свого життя людина проводить на роботі, де його можуть чекати не тільки приємні моменти, але й перевтома, стреси й виробничі травми. Тому дуже важливо створити необхідні умови для нормальної роботи людини й збереження його здоров'я під час трудової діяльності на підприємстві. Для цього й створена система охорони праці, що займається перевіркою дотримання всіх описаних вище вимог і розрахунком всіх технічних показників.

					<i>КРМ.КІ.1.884-03.3.6</i>	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВИСНОВКИ

Результатом дипломної роботи є дослідження процесу побудови мережі доступу та виконано всі етапи побудови для селища міського типу, з аналізом топологічної структури.

Всі користувачі, що підключаються до мережі, що проектується на даній території, отримають широкий спектр інтерактивних послуг, які необхідні їм для роботи та навчання в умовах карантину, або при домашньому навчанні. Розроблена схема мережі дозволить забезпечити розрахункову пропускну спроможність, яка була визначена з урахуванням резервування. Було проаналізовано вплив зовнішніх факторів, в тому числі наслідків пандемії 2019-2022 рр на потреби користувачів в нових інфокомунікаційних послугах, збільшення навантаження, що створюють житловий сектор користувачів на мережі передачі даних. Збільшити надійність мережі дозволить використання оптичного обладнання, що також створить значні запаси швидкості при подальшому розширенні мережі доступу, зважаючи на подальше збільшення користувачів житлового сектору.

Таким чином побудова нової сучасної мережі доступу або модернізація існуючої мережі із використання пасивної оптичної технології дозволить забезпечити користувачів всіх секторів всіма інфокомунікаційними послугами для якісного отримання освіти та дозволить кваліфікованим кадрам працювати онлайн із забезпеченням якості передачі даних відповідно до концепції QoS. За рахунок впровадження більш сучасних технологій, не мати ніяких проблем при одночасному навантаженні в час найбільшого навантаження, тобто підвищенню якості обслуговування. Адже використання сучасного обладнання PON дозволяє забезпечити передачу інформації стандартів *Quality of Service*.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мережі зв'язку / Б. С. Гольдштейн, Н. А. Соколов, Г. Г. Яновский – 2010. – С. 19-20;
2. EPON [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/EPON>
3. Stallings W. *Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud* / W. Stallings. – Pearson Education, Inc., Old Tappan, New Jersey, 2016.
4. Вся статистика інтернету на 2020 рік [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://adviana.ru/blog/internet-2020-v-rossii-i-mire-statistika-i-trendy.html>
5. Магазин все для телекомунікацій [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://lantorg.com/products/kommutator-eltex-mes5312>
6. Кількість користувачів інтернетом в Україні [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2019/10/11/652498/>
7. Технологія GPON, GEPON або EPON
8. *World Internet Users and 2020 Population Stats* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>
9. *International Telecommunication unit* [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.itu.int/>
10. Ресурс присвячений технології PON [Електронний ресурс] <http://ic-line.ua/wiki/1-etapy-proektirovaniya-pon-setej>
11. *Kurose J. F. Computer Networking: A Top-Down Approach, 7th Ed* / James F. Kurose, Keith W. Ross. – Pearson Education, Inc., 2017.
12. Як COVID-19 змінив інтернет і нас - соцмережі і онлайн-рїтейл після пандемії [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.web-canape.ua/business/kak-covid-19-izmenil-internet-i-nas-statistika-interneta-i-socsetej-posle-pandemii/>

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

13. *Tanenbaum A. S. Distributed systems: principles and paradigms /Andrew S. Tanenbaum, Maarten Van Steen. – Pearson Education. Inc. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ 07458, 2007.*

14. *Number of internet users worldwide from 2005 to 2019* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.statista.com/statistics/273018/number-of-internet-users-worldwide/>

15. *Report on the state of the Internet environment – Digital 2020* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://wearesocial.com/digital-2020>

16. *Roussaki, I. Multi-terminal and Multi-network Access to Virtual Home Environment / I. Roussaki, H. Jormakka, S. Xynogalas, A. Laikari, M. Chantzara, M. Anagnostou.*

17. *Göransson P. Software Defined Networks: A Comprehensive Approach, 2nd ed. / Paul Göransson, Chuck Black, Timothy Culver.– Morgan Kaufmann, US, 2017. – 409 p.*

18. *Coronavirus: the consumer impact* [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.globalwebindex.com/coronavirus>

19. Системи доступу користувача. Модеми цифрового доступу: навчально-методичний посібник до лабораторних робіт/Гайворонська Г.С., Сахаров В.І., Котова О.І. – [2-е вид.]. – Одеса 2008.

					КРМ.КІ.1.884-03.3.6	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		