

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



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Проектування мережі доступу для селища
(назва кваліфікаційної роботи)
міського типу

Здобувача

Босенко І.С.

(прізвище, ініціали)

4

курсу 541а групи

Керівники:

к.т.н., доц. Сахарова С.В.

(посада, прізвище та ініціали)

ст. викл. Барабаш Т.М.

(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

к.т.н., ст. викл. Нєнов О.Л

(посада, прізвище та ініціали)

д.е.н., професор Басюркіна Н.Й.

(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 10.06 2023 р., протокол № 6

Завідувач кафедри комп. інженерії

(назва кафедри)

Сергій АРТЕМЕНКО

(підпис)

(Ім'я Прізвище)

Одеса – 2023

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії

Сергій АРТЕМЕНКО

« 10 » серпня 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Босенка Іллі Сергійовича

1. Тема роботи Проектування мережі доступу для селища міського типу

Затверджена наказом університету від « 10 » серпня 2022 р., наказ № 440-03

2 Термін здачі здобувачем закінченої роботи 05 червня 2023

3. Вихідні дані
роботи

Microsoft Word, PowerPoint, Find ANN, draw.io, Earth_3DMap

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Вступ. 2. Постановка задачі. 3. Основні розрахунки параметрів мережі доступу

4. Побудова структурної і функціональної схеми обладнання. 5. Економічне обґрунтування проєкту. 6. Охорона праці.

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

Демонстраційна презентація Power Point: Слайд 1. Мета. Слайд 2. Постановка задачі.

Слайд 3. Мапа. Слайд 4. Структурна схема мережі доступу. Слайд 5. Функціональна схема.

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічна частина	<i>Басюркіна Н.Й., д.е.н., професор</i>		
Охорона праці	<i>Ненов О.Л., к.т.н., доцент</i>		
Нормоконтроль	<i>Сахарова С.В., к.т.н., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 30.09.2022

Керівники _____ *Світлана САХАРОВА*

Завдання прийняв до виконання _____ *Ілля БОСЕНКО*

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Дослідження і аналіз селища міського типу.</i>	<i>10.11.2022</i>	
2.	<i>Дослідження і вибір технологій мереж доступу.</i>	<i>20.12.2022</i>	
3.	<i>Постановка завдання.</i>	<i>15.01.2023</i>	
4.	<i>Визначення вхідних даних.</i>	<i>28.02.2023</i>	
5.	<i>Економічні розрахунки.</i>	<i>15.04.2023</i>	
6.	<i>Вибір обладнання</i>	<i>03.05.2203</i>	
7.	<i>Розробка структурної схеми</i>	<i>10.05.2023</i>	
8.	<i>Розробка функціональної схеми</i>	<i>17.05.2023</i>	
9.	<i>Оформлення пояснювальної записки.</i>	<i>23.05.2023</i>	
10.	<i>Підготовка графічного матеріалу.</i>	<i>25.05.2023</i>	

Керівники роботи _____ *Світлана САХАРОВА*

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 _____ *Ілля БОСЕНКО*

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота присвячена проектуванню мережі доступу для селища міського типу.

В першому розділі виявлені концепції мереж доступу різновид топологій.

В другому розділі описана постановка задачі: формування вихідних даних для проекту із урахуванням особливостей місцевості, вибір комп'ютерної інженерії, визначення місць розташування вузлів доступу

У третьому розділі описані розрахунки для вибору обладнання і вибір обладнання для побудови структурної і функціональної схеми мережі доступу.

В четвертому розділі на основі розрахунків була побудована структурна схема і вибрано обладнання для побудови функціональної схеми. П'ятитй розділ обґрунтовує економічну вигоду від застосування одержаної системи. У шостому розділі розглянуто питання охорони праці.

Результатом роботи є сформований проект побудови мережі на території селища міського типу за допомогою технологією GPON з урахуванням потреб всіх споживачів.

Ключові слова: мережа доступу, схема, обладнання.

ABSTRACT

This thesis is devoted to the design of an access network for an urban village.

In the first chapter, the concepts of access networks and various topologies are identified.

The second section describes the problem statement: the formation of initial data for the project, taking into account the characteristics of the area, the choice of computer engineering, determining the location of access nodes

The third section describes the calculations for selecting equipment and selecting equipment to build the structural and functional diagram of the access network.

In the fourth section, based on the calculations, a structural diagram was built and equipment was selected to build a functional diagram. The fifth section substantiates the economic benefits of the resulting system. The sixth section discusses labor protection issues.

The result of the work is a project for building a network on the territory of an urban-type settlement using GPON technology, taking into account the needs of all consumers.

Keywords: *access network, scheme, equipment.*

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МЕРЕЖ ДОСТУПУ	11
1.1 Особливості мереж доступу.....	11
1.2 Різновид топологій, для використання в мережах доступу	14
Висновок до першого розділу	17
РОЗДІЛ 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	19
2.1 Формування вихідних даних для проекту із урахуванням особливостей місцевості.....	19
2.2 Вибір комп'ютерної мережі	21
2.3 Визначення місць розташування вузлів доступу векторним методом	23
Висновок до другого розділу	27
РОЗДІЛ 3 ОСНОВНІ РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ ..	28
3.1 Розрахунок середньої довжини лінії доступу	28
3.2 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу	30
3.3 Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу	32
Висновок до третього розділу	47
РОЗДІЛ 4 ПОБУДОВА СТРУКТУРНОЇ І ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОБЛАДНАННЯ.....	48
4.1 Побудова структурної схеми мережі доступу	48
4.2 Теоретичні відомості про обладнання для побудови мереж	51
4.3 Вибір обладнання для будинків кожної групи	61
4.4 Функціональна схема	64
Висновки до четвертого розділу	65

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування мережі доступу для селища міського типу					
Розробив		Ілля БОСЕНКО						Лім.	Арк.	Акрушіє
Перевірів		Світлана САХАРОВА						6	94	
Рецензент		Ігорь КОЖУХАР						гр. 541, ОНТУ		
Нормоконтроль		Світлана САХАРОВА								
Затвердив		Сергій АРТЕМЕНКО								

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	66
5.1 Основні завдання організаційно-економічного та маркетингового обґрунтування проекту.....	66
5.2 Розрахунок науково-технічної ефективності.....	68
5.3 Проведення оцінки науково-технічного рівня розробки	71
5.4 Розрахунок економічної ефективності проекту	74
Висновки до п'ятого розділу	75
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	77
6.1 Правові питання охорони праці в ІТ	77
6.2 Задача для розв'язання	78
6.3 Охорона праці в ІТ	79
Висновок до шостого розділу	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	83
ДОДАТОК А	85
ДОДАТОК Б.....	88

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		7

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ
ВИМІРЮВАННЯ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ**

DSL - Digital subscriber line;

IP - Internet Protocol;

SDN - Software-Defined Networking;

VPN - Virtual Private Networks;

OSPE - Open Shortest Path First;

BGP - Border Gateway Protocol;

EIGRP - Enhanced Interior Gateway Routing Protocol;

IPSec - IP Security;

SSL - Secure Sockets Layer;

PPTP - Point-to-Point Tunneling Protocol;

L2TP - Layer 2 Tunneling Protocol;

МД - Мережа Доступу;

ВНП (ВНО) - Вузли Надання Послуг (Обслуговування);

ІКП - Інфокомунікаційні Послуги;

КП - Комунікаційні Послуги;

ЛД - Лінія Доступу;

ВД - Вузол Доступу;

QoS - Quality of service;

OSI - The Open Systems Interconnection model;

OLT - Оптичний лінійний термінал;

PON - Passive Optical Network;

ВОЛЗ - Волокно-оптичні Лінії Зв'язку;

SFP - Small Form-factor Pluggable;

ONU - Абонентський термінал;

ТП - Точки Підключення;

PON - Passive Optical Network;

IT - інформаційні технології;

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		8

ВСТУП

Проектування мережі дуже впливає на ефективність безпеки і надійність комунікаційних інфраструктур.

Метою мого проекту є вивчення, аналіз і можливе вдосконалення принципів передачі даних в мережах доступу для забезпечення ефективності, швидкості, надійності та безпеки для абонентів.

Предметом дослідження є принципи передачі даних в мережах доступу, що передбачає дослідження та аналіз принципів, методів і технологій передачі даних в мережах доступу. Це можуть бути різні типи мереж доступу, такі як *Ethernet*, *Wi-Fi*, *DSL*, кабельні з'єднання та оптоволокно.

Будуть досліджені різні аспекти, що впливають на якість мережі доступу для абонентів, такі як протоколи, топологія, пропускна здатність і розширення мережі

Завдання проектування мережі доступу включають визначення вимог і потреб, таких як кількість користувачів і пропускна здатність послуги, яка надається користувачам. Є також технологія, розвиток і архітектурний вибір, розробляються фізичні та логічні структури.

Планування фізичного розташування мережевих пристроїв, таких як комутатори, маршрутизатори та точки доступу, відіграє важливу роль у забезпеченні ефективності та простоти керування. Враховуються такі фактори, як електропостачання, охолодження, безпека та фізична безпека приміщень.

При проектуванні мережі доступу необхідно враховувати можливість масштабування. Організація може зростати, і мережа повинна бути готовою розширюватися, щоб забезпечити підтримку додаткових користувачів та послуг. Планування масштабування включає в себе резервування достатньої ширини каналу, використання мережевих протоколів, які підтримують масштабування, і розробку гнучкої архітектури мережі.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Перед впровадженням мережі доступу проводиться тестування, щоб переконатися що вона працює, безпечна та відповідає вимогам мережі. Тести включають перевірку з'єднання, перевірку пропускнуої здатності, перевірку функцій мережевого пристрою та інші параметри.

В економічній частині розглядається оцінка вартості обладнання, вартості встановлення та налаштування мережі, вартості обслуговування та підтримки, а також вартості експлуатації. Розглядання альтернативних рішень та вибір ефективних технологій може допомогти знизити витрати на проектування та експлуатацію мережі.

При проектуванні мережі доступу слід враховувати сумісність з наявною мережевою інфраструктурою та пристроями. Важливо враховувати підтримку стандартів і протоколів, що використовуються в мережі, а також забезпечити можливість інтеграції з іншими системами та сервісами.

Моє дослідження зосереджене на опитуванні та аналізі абонентів, які користуються мережами доступу. Це користувачі домашніх мереж, бізнес-клієнти та організації, що користуються мережевими послугами.

Основні етапи проектування мережі доступу до Інтернету в сільській місцевості включають аналіз потреб.

Аналіз потреб: першим кроком є визначення потреб сільських жителів у широкосмуговому зв'язку та інших комунікаційних послугах.

Важливо також враховувати географічні особливості та рельєф місцевості.

Вибір технології: наступним кроком є вибір найбільш підходящої технології для мережі доступу в сільській місцевості. Сюди входять дротові технології (наприклад, оптоволоконні або мідні кабелі), бездротові технології (наприклад, *Wi-Fi*) та супутниковий зв'язок.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						10
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ МЕРЕЖ ДОСТУПУ

1.1 Особливості мереж доступу

Мережа - це сукупність ліній і каналів, розташованих на певній території, що складається з комп'ютерів, які з'єднані один з одним і обмінюються даними за допомогою різних технологій: *Ethernet*, *Wi-Fi*, *Bluetooth* тощо.

Ethernet — це передова мережева технологія, яка використовує спеціальні кабелі для передачі даних між пристроями.

Wi-Fi — це технологія бездротової мережі, яка використовує радіохвилі для передачі даних між пристроями.

Bluetooth — це технологія бездротової мережі, яка використовує радіохвилі для передачі даних між пристроями на короткі відстані.

DSL — це передова мережева технологія, яка використовує телефонні лінії для передачі даних між пристроями.

Мережа доступу — це частина мережі, яка забезпечує доступ до Інтернету або іншої мережі з певних місць. Ці мережі можуть бути дротовими або бездротовими, а їх топологія може бути зіркою, шиною або кільцем.

Супутникова мережа — мережа, яка використовує супутникове з'єднання для передачі даних між пристроями. Вибір типу мережі залежить від кожного конкретного випадку та потреб користувача, оскільки кожен має свої переваги та недоліки.

Мережа доступу може використовувати різні протоколи передачі даних, такі як *Ethernet*, *Wi-Fi*, *Bluetooth*, і різні протоколи мережевого рівня, такі як *IP* або *IPv6*, щоб забезпечити передачу даних між пристроями.

Основні компоненти структури мережі включають:

Клієнтський пристрій — це пристрій, який використовує мережу для доступу до ресурсів і обміну даними. Це можуть бути комп'ютери, смартфони, планшети та інші пристрої.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

Мережевий комутатор — це пристрій, який використовується для забезпечення з'єднання між пристроями в мережі. Комутатори можна використовувати для створення топології мережі зі зіркою або шиною.

Маршрутизатор — це пристрій, який використовується для передачі даних між мережами або для забезпечення доступу до Інтернету.

Кабельний і бездротовий інтерфейс – це фізичне середовище, що використовується для передачі даних між пристроями. Кабель можна використовувати для дротових мереж, а бездротові інтерфейси - для бездротових мереж.

Протокол – це правила, які використовуються для передачі даних через мережу та забезпечення зв'язку між пристроями в мережі. Протоколи можуть включати різні рівні, такі як фізичний, мережевий, транспортний, та інші.

Основні функції мережі та мереж доступу включають:

Передача даних: Мережа забезпечує передачу даних між різними пристроями та системами. Мережа може керувати потоком даних, щоб уникнути перевантаження та забезпечити ефективну передачу даних.

Забезпечення безпеки: Мережа може забезпечувати захист даних від несанкційованого доступу, вірусів, зламів та інших загроз.

Резервне копіювання: Мережа може забезпечити зберігання та резервне копіювання даних для забезпечення безпеки та захисту даних в разі втрати або пошкодження оригінальних даних.

Ресурсне планування: Мережа може забезпечити ефективне використання ресурсів, таких як пропускна здатність мережі, мережеві пристрої та інші ресурси, щоб забезпечити ефективну передачу даних.

Керування віддаленими пристроями: Мережа може забезпечити можливість керування віддаленими пристроями та системами зі зручного місця.

Функції мережі полягає в швидкому обміні даними між окремими комп'ютерами даних віддаленому керуванні комп'ютерами; спільному доступу до периферійних пристроїв.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		12

Сучасні мережеві технології можна розділити на кілька основних напрямків:

Ethernet-технології – це тип мереж використовується для побудови локальних мереж. Сучасні мережі *Ethernet* підтримують швидкості передачі даних від 10 Мбіт/с до 100 Гбіт/с і більше.

Бездротові технології – ця технологія дозволяє будувати бездротові мережі. До останніх бездротових технологій відносяться *Wi-Fi*, *Bluetooth* і *Zigbee*.

Технології оптоволоконного зв'язку - ці технології дозволяють передавати дані на високій швидкості і на великі відстані. Зазвичай їх використовують для побудови високошвидкісних мереж між комп'ютерними центрами та іншими вузлами мережі.

Технології хмарних мереж – ці технології дозволяють будувати мережі, в яких ресурси (наприклад, обчислювальні потужності та сховища даних) надаються користувачам з хмари. Так і мережі, як правило, дуже масштабовані та високо доступні.

Software-Defined Networking (SDN) – ця технологія забезпечує більш гнучке та ефективне управління мережею. Зокрема, вона дозволяє програмно керувати елементами мережі.

Virtual Private Networks (VPN) – ця технологія забезпечує безпечне мережеве з'єднання між різними вузлами у віддалених місцях через Інтернет або іншу публічну інфраструктуру.

При виборі методів і способів проектування мережі слід враховувати наступні фактори:

Масштаб проекту: великі мережі вимагають більш складних рішень та технологій, ніж менші проекти.

Безпека: важливо забезпечити високу безпеку мережі і вибрати технології та методи, які захищають від зовнішніх загроз.

Надійність: необхідно вибирати технології та методи, які забезпечують стабільну та надійну роботу мережі.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		13

Вартість: важливо враховувати вартість технологій та методів та їх відповідність бюджету проекту.

Сумісність: необхідно вибирати технології та методи, які сумісні з вже існуючими мережами та обладнанням.

Продуктивність: необхідно вибирати технології та методи, які забезпечують високу продуктивність мережі та дозволяють задовольняти потреби користувачів.

Деякі з технологій та методів, які можуть бути використані при проектуванні мережі, включають:

Протоколи маршрутизації: *OSPF, BGP, EIGRP* та інші.

Технології бездротового зв'язку: *Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, LoRaWAN* та інші.

Віртуальні приватні мережі (VPN): *IPSec, SSL, PPTP, L2TP* та інші.

Обладнання мережі: комутатори, маршрутизатори, фаєрволи, точки доступу та інші.

Архітектури мережі: централізована, децентралізована.

1.2 Різновид топологій, для використання в мережах доступу

Розглянемо топології які можуть бути використанні в мережі доступу.

Топологія зірка (*star*)

У мережах з топологією "зірка" кожен абонент, який надсилає або отримує інформацію, з'єднаний одним або двома виділеними каналами зв'язку з єдиним центральним вузлом, через який проходить весь мережевий трафік.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		14

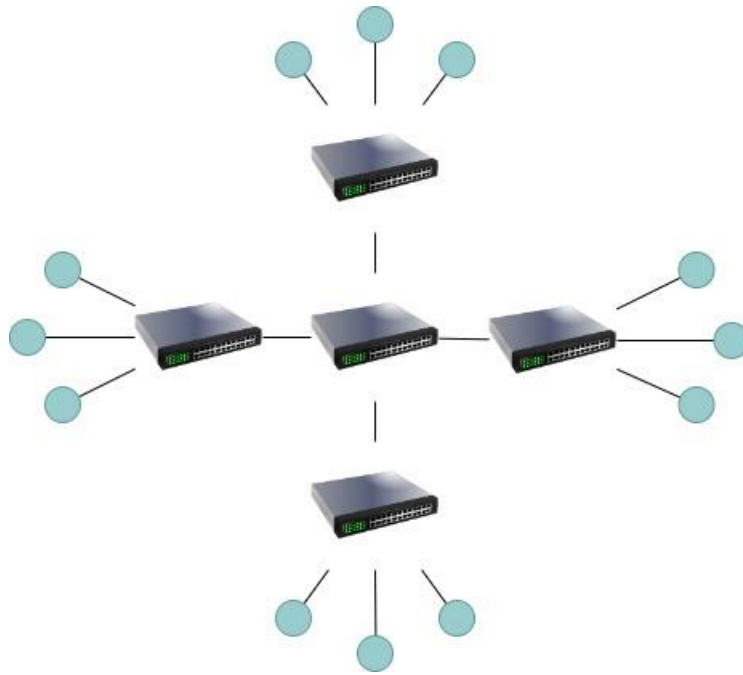


Рисунок 1.1 – Топологія зірка

До переваг такої топології можна віднести:

- висока надійність – при виході з ладу одного вузла робота всієї мережі не переривається, переривається лише робота цього вузла;
- в сіточки підключення зібрані в одному місці, що дозволяє легко контролювати роботу мережі і локально виявляти несправності мережі, просто відключивши конкретного абонента від центру.

До недоліків топології "зірка" відносяться

- вищі витрати на мережеве обладнання через необхідність придбання концентраторів;
- кількість вузлів у мережі не може бути збільшена на кількість портів у концентраторі.

Топологія кільце (*ring*)

У кільцевій топології мережі дані надсилаються від одного комп'ютера до іншого, зазвичай по колу в одному напрямку. Коли комп'ютер розпізнає дані як "свої", він копіює їх у внутрішній буфер.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		15

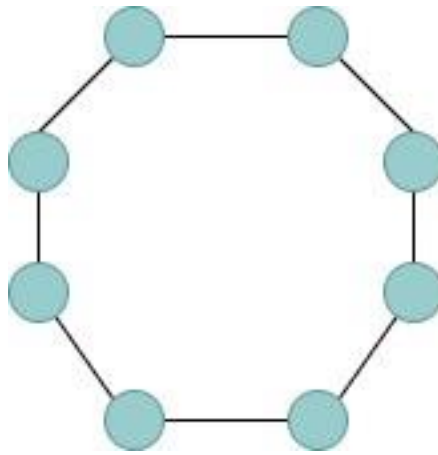


Рисунок 1.2 – Топологія кільце

Переваги такої топології полягають у наступному:

- загальний розмір мережі значно збільшується, оскільки кожен абонент ретранслює свій сигнал;
- вона дуже стійка до перевантажень.

До недоліків кільцевої топології відносяться:

- до кожного вузла мережі потрібно під'єднати два кабелі;
- якщо хоча б один вузол виходить з ладу, робота всієї мережі порушується.

Топологія дерево (*tree, hierarhical*)

Деревоподібні мережі будуються на базі техніки кабельного телебачення, тобто з використанням таких засобів зв'язку, як кінцеві частотні ретранслятори, розщеплювані-об'єднувачі, двонаправлені посилювані, відгалуджувачі, радіочастотні модеми, фільтри тощо.

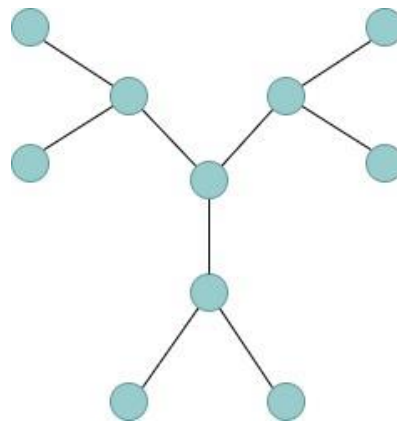


Рисунок 1.3 – Топологія дерево

Перевагами такої топології є:

- відносно довга(до 50 км);
- дозволяє паралельно передавати голос;
- дані та зображення і забезпечується частотним стисненням каналу (у вище згаданих мережах використовується стиснення за часом).

Деревоподібні мережі мають досить обмежений потенціал розширення через високі витрати на встановлення, складні аналогові компоненти та необхідність постійного налагодження.

Повністю зв'язана топологія

Відповідає мережі, в якій кожний комп'ютер мережі пов'язаний з усіма іншими комп'ютерами.

В цьому випадку для кожної пари комп'ютерів повинна бути виділена окрема електрична лінія зв'язку.

Даний вид топології застосовується досить рідко, так як кожен комп'ютер у мережі повинен мати таку кількість комунікаційних портів, яка є достатньою для з'єднання з кожним іншим комп'ютером мережі.

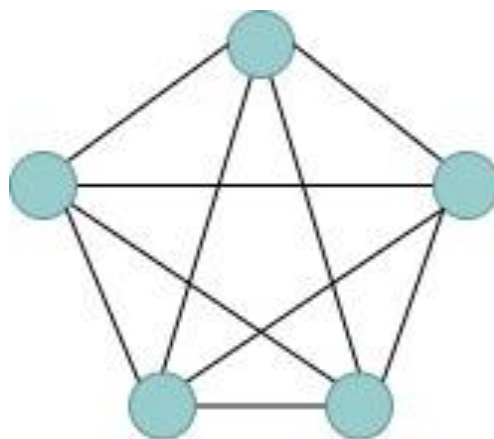


Рисунок 1.4 – Топологія повного з'єднання

Висновок до першого розділу

Описано характеристики мереж доступу та важливість забезпечення швидкого та надійного доступу до інформації. Розуміння цих характеристик

допоможе визначити вимоги до мережі і вибрати найкраще рішення при проектуванні.

Також описані типи топологій, які можуть використовуватися в мережах доступу: зірка, дерева і повністю зв'язана. Кожна з цих топологій має свої переваги та обмеження, і вибір конкретної топології залежить від конкретних потреб та умов проекту.

Аналіз концепції мережі доступу є важливим етапом при проектуванні мережі доступу на основі *PON*. Він допомагає зрозуміти основні вимоги і вибрати найкраще рішення для топології та інфраструктури мережі.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		18

РОЗДІЛ 2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2.1 Формування вихідних даних для проекту із урахуванням особливостей місцевості



Рисунок 2.1 – Карта території

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

КРБ.КІ.1.440-03.2.5

Арк.

19

За завданням необхідно запропонувати проектні рішення створення МД за наступних умов:

- населений пункт – село;
- всього населення – 300 тис. чол.;
- щільність населення (чол.) на кв. км – 4500;
- основний район обслуговування – село;
- відсоток обслуговування населення – 10%;
- модель структури мережі доступу – ортогональна;
- кількість вузлів надання обслуговування (ВНО) – 6 шт.
- умовне розміщення ВНО на території – 3 шт.
- мінімальна кількість ІКП – 4 шт.

Загальна кількість людей, що обслуговується МД, становить 30000 чол.

$$\sum N_{\text{буд.}} = \frac{N_{\text{кмд}}}{5}; \quad (2.1)$$

$$\sum N_{\text{буд.}} = \frac{30000}{5} = 6000 \text{ (помешкань)}$$

Охарактеризуємо будівлі, що будуть використані для поселення користувачів на проєктованій МД:

- будинки першого типу;
- будинки другого типу;
- будинки третього типу.

Припустимо, що на території також розміщені об'єкти загального користування:

- Автостанція: $S_{\text{в}} = N_{\text{ТП}} = 15$ т. підкл.);
- Лікарня (2): $S_{\text{лік}} = 200 \times 150 \text{ м}^2$. Так як територія лікарні є достатньо великою, враховуючи всіх фахівців медичної справи, технічний персонал та медсестер я визначив що в кожному корпусі лікарні працює 120 людей, $N_{\text{ТП}} = 3$;

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		20

- Дитячий садок (2): $S_{\text{дит.майд.}} = 50 \times 40 \text{ м}^2$; Кафе (2): $S_{\text{кафе}} = 10 \times 20 \text{ м}^2$. В кожному з них працює по 10 людей, з врахуванням офіціантів, барменів та іншого персоналу, $N_{\text{ТП}} = 2$;
- Аптека (3): $N_{\text{ТП}} = 6$;
- Музей (2): $N_{\text{ТП}} = 6$;
- Поліція (2): $N_{\text{ТП}} = 20$;
- Також на території розміщено ліс.

2.2 Вибір комп'ютерної мережі

Розглянувши найпоширеніші мережеві топології та методи доступу, що використовуються сьогодні, давайте розглянемо інші фактори, які визначають вибір потрібного типу мережі.

На що слід звернути увагу:

Вже наявні кабелі та обладнання – чи є у вас вдома, в школі чи офісі мережа і чи потрібно її розширювати, або ж у вас є лише окремі комп'ютери.

Фізичне розташування – важливо врахувати, як розташовані комп'ютерні де буде розміщено мережеве обладнання; легко з'єднати комп'ютери в одній кімнаті, але якщо комп'ютери знаходяться на різних поверхах будівлі, або в декількох будівлях то слід ретельно продумати оптимальну конфігурацію та топологію мережі;

Розміри запланованої конфігурацію мережі – як що є лише кілька комп'ютерів, структура мережі може бути дуже простою; обсяг та тип інформації, якою потрібно обмінюватися – ці параметри слід враховувати при виборі типу мережі. Якщо ви передаєте між комп'ютерами великі файли, наприклад, музику, відео або графіку, вам потрібна швидка мережа, яка може передавати такі великі обсяги інформації швидко і без затримок.

Переважна більшість сучасних мереж використовують топологію «зірка» або гібридну топологію, що представляє собою об'єднання кількох «зірок» (наприклад, топологію типу «дерево»), та метод доступу до середовища

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		21

передачі *CSMA/CD* (множинний доступ з контролем несущої і виявленням зіткнень).

Розділивши користувачів на групи, у попередньому пункті курсового проекту, необхідно визначити сектори мережі доступу. Кожен сектор відображає територію, на якій розміщена група користувачів з однаковим переліком інфокомунікаційних послуг.

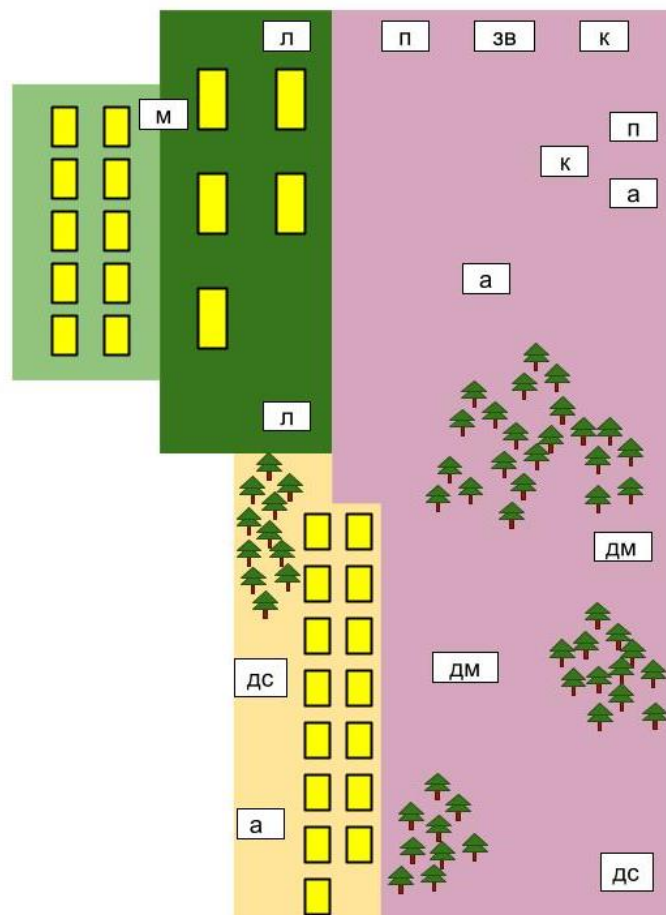


Рисунок 2.2 – Розташування секторів на карті території

Сектор *A* – жовтого кольору;

Сектор *B* – салатого кольору;

Сектор *C* – зеленого кольору;

Сектор *D* – рожевого кольору.

2.3 Визначення місць розташування вузлів доступу векторним методом

В своєму дипломному проєкті я використовував програму *FindANN* для визначення оптимальної точки підключення, тобто вузла доступу для кожного сектору.

Для визначення місця розташування ВД використовую програмний продукт *FindANN*, що дозволяє отримати оптимальне місце розташування ВД за критерієм мінімізації довжини ЛД.

При проектуванні мережі доступу будемо використовувати однорівневу структуру підключення користувачів до вузлів надання обслуговування. Дана структура характеризується наступними рисами: користувач однієї групи підключається до вузлу доступу першого рівня лініями доступу локального сегменту; вузли доступу першого рівня підключаються лініями доступу транспортної мережі до необхідних вузлів надання обслуговування в залежності від переліку послуг, якими користуються (у кожному секторі один вузол доступу). Таким чином, кількість вузлів доступу дорівнює кількості секторів. Тобто, у одному секторі встановимо один вузол доступу. Розташування вузлів доступу на території (ВД) визначатимемо, наклавши квадратну сітку на кожен сектор мережі доступу, далі у кожен утворений квадрат впишемо кількість точок доступу для обраного сектору. Накладена на територію квадратна сітка зображена на рисунку 5.2.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		23

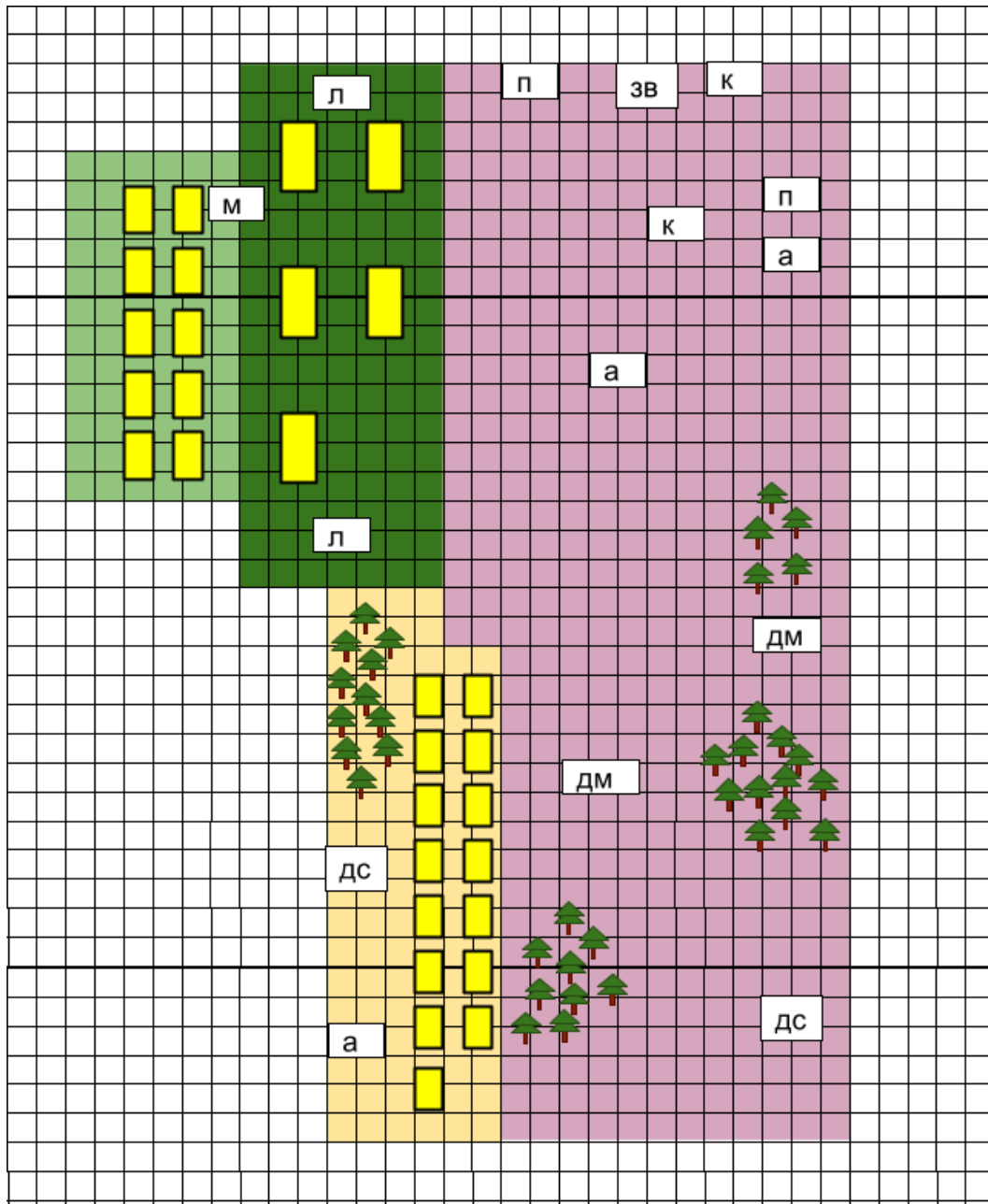


Рисунок 2.3 – Накладена сітка на територію

Для сектора A складаю матрицю, що відображає розміщення точок на території.

Для роботи з програмою створюю тестовий текст, в якому заповнюю матрицю $a*b$ значеннями, що відповідають кількості користувачів, розміщених в кожному фрагменті території. Якщо на фрагменті не має користувачів, значення становитиме «0». Кожна строчка повинна завершуватися цифрою. Не повинно бути пустих пустих строк. Так само повторюю на кожному секторі.

Для сектора A складаю матрицю, що відображає розміщення точок на території.

Для роботи з програмою створюю тестовий текст, в якому заповнюю матрицю $a*b$ значеннями, що відповідають кількості користувачів, розміщених в кожному фрагменті території. Якщо на фрагменті не має користувачів, значення становитиме «0». Кожна строчка повинна завершуватися цифрою. Не повинно бути пустих пустих строк. Так само повторюю на кожному секторі.

0	0	0	0	0	0
0	0	86	10	96	0
0	0	0	0	0	0
0	0	96	0	96	0
0	0	96	0	96	0
0	0	48	0	36	0
0	0	96	0	96	0
0	0	48	0	70	0
0	0	28	0	26	0
0	0	96	0	96	0
0	0	68	0	68	0
0	0	28	0	26	0
0	0	98	0	98	0
0	0	66	0	68	0
0	0	0	0	0	0
0	0	98	98	96	0
0	0	0	0	0	0
0	0	98	0	98	0
0	0	98	0	98	0
0	0	49	0	46	0
0	0	49	49	52	0
0	0	48	48	0	0
0	0	48	48	0	0
0	0	0	0	0	0

cx = 3; cy = 11

Рисунок 2.4 – Сектор групи квартирних користувачів категорії A використанням векторного методу

0	0	118	0	120	0
0	0	120	0	120	0
0	0	20	0	20	0
0	0	120	0	20	0
0	0	100	0	120	0
0	0	120	0	100	0
0	0	110	0	90	0
0	0	0	0	80	100
0	0	0	0	110	110
0	0	0	0	20	20
0	0	0	0	20	20
0	0	0	0	120	120
0	0	0	0	100	100

cx = 4; cy = 6

Рисунок 2.5 – Сектор групи квартирних користувачів категорії B використанням векторного методу

Висновок до другого розділу

Для постановки задач була обрана карта території на базі вихідних даних із урахуванням особливостей місцевості

Також була вирішена проблема вибору комп'ютерної мережі. Залежно від розміру мережі, вимог до швидкості та надійності, а також наявних технологій, було обрано тип мережі, що найкраще відповідає потребам проекту, визначено місця розташування точок доступу за допомогою векторного методу. Векторного метод дозволяє врахувати географічні та топографічні особливості мережі, щоб забезпечити оптимальне розташування вузлів доступу.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		27

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНІ РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ

3.1 Розрахунок середньої довжини лінії доступу

Вибір методу розрахунку середньої довжини лінії доступу локального сегменту залежить від розмірів сектора, де буде організована дана лінія доступу, заданої структури мережі доступу та варіанту підключення користувачів до ВНО.

Згідно з завданням на КП та прийнятими рішеннями у процесі проектування визначимо вихідні дані для розрахунку довжини лінії доступу.

Структура мережі доступу локального сегменту прямокутна (ортогональна), спосіб підключення до ВНО: усі точки доступу підключаються до ВНО тільки через один вузол доступу, тобто мережа доступу має однорівневу структуру.

Таким чином, при таких вхідних даних формула розрахунку буде наступною:

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

де a , b – розміри сегменту, що розглядається. Так як територія мережі доступу поділена на сектори, то розрахунок довжини лінії доступу потрібно проводити для кожного сектора окремо.

Сумарна довжина усіх ліній доступу у секторі розраховується за наступною формулою:

$$\sum l_{\text{ЛД ЛС}} = N_{\text{ТД}} * l_{\text{ЛД ЛС}} \quad (3.2)$$

Проведу розрахунок середньої довжини ЛД для кожного сектора:

Сектор A : $a = 500$ м, $b = 1650$ м;

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						28
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Сектор *B*: $a = 1200\text{м}$, $b = 600\text{м}$;

Сектор *C*: $a = 875\text{м}$, $b = 320\text{м}$;

Сектор *D*: $a = 650\text{м}$, $b = 3400\text{м}$.

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору *A*:

$$l_{\text{ЛДЛСА}} = \frac{500+1650}{4} = 500 \quad (3.3)$$

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору *B*:

$$l_{\text{ЛДЛСВ}} = \frac{1200+600}{4} = 450 \text{ м} \quad (3.4)$$

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору *C*:

$$l_{\text{ЛДЛСС}} = \frac{650+3400}{4} = 1012,5 \text{ м} \quad (3.5)$$

Розрахунок середньої довжини ЛД для сектору *D*:

$$l_{\text{ЛДЛСС}} = \frac{960+550}{4} = 317,5 \text{ м} \quad (3.6)$$

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						29
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

3.2 Розрахунок інтенсивності навантаження та пропускної спроможності локального сегменту мережі доступу

Таблиця 3.1 – Розрахунок об'єму повідомлення та питомої інтенсивності навантаження локального сегменту лінії доступу для кожної з послуг.

№ послуги	Назва послуги	Категорія користувачів							
		Квартирні				Адміністративні			
		$V_{іниз}$	$V_{івис}$	$V_{ЛДіниз}$	$V_{ЛДівис}$	$V_{іниз}$	$V_{івис}$	$V_{ЛДіниз}$	$V_{ЛДівис}$
1	інтернет-радіо онлайн 192 Кбіт/с	19,02	19,02	0,05	0,05	–	–	–	–
2	послуга потокової передачі відео	454,4	454,4	4,62	4,62	–	–	–	–
3	інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с	2,4	6,4	0,03	0,08	–	–	–	–
4	послуга перегляду IPTV (Internet Protocol Television) надвисокі чіткості.	153,6	1800	153,6	1800	–	–	–	–
5	послуга електроніки що носитьься.	12,38	55,04	1,86	8,26	–	–	–	–
6	послуга візуального контролю віддалених об'єктів (відеоспостереження)	–	–	–	–	307,2	2480	8,53	13,3
7	послуга доступу до соціальних мереж	12,384	55,04	1,86	8,26	–	–	–	–
8	послуга безкоштовного виклику (toll free) номер "800"	–	–	–	–	50,4	224	1,4	6,2
9	послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (Standard-Definition Television, SDTV 576 i)	1,92	45	1,92	45	–	–	–	–
10	дистанційне навчання	0,28	0,28	0,028	0,028	–	–	–	–
12	послуга передачі тактильних відчуттів	–	–	–	–	28	13	28	13
14	послуга потокової передачі відео	192	192	16	16	–	–	–	–
15	послуга відеоконференції на базі кодека HD	12,8	56	3,56	15,56	–	–	–	–
16	послуга онлайн-гри	168	300	481,6	860	–	–	–	–
18	послуга Web-серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	1000	5000	645	129	–	–	–	–

КРБ.КІ.1.440-03.2.5

Арк.

30

Змн. Арк. № докум. Підпис Дат

19	послуга передачі сигналів охоронної сигналізації.	–	–	–	–	43,2	384	3,6	32
20	послуга передачі сигналів пожежної сигналізації.	–	–	–	–	0,896	0,896	0,124	0,124

Продовження таблиця 3.1 – Розрахунок об'єму повідомлення та питомої інтенсивності навантаження локального сегменту лінії доступу для кожної з послуг

Виконую розрахунок сумарної інтенсивності питомого навантаження локального сегменту лінії доступу, з урахуванням усіх ІКП ММ_x, окремо для низхідного та висхідного потоку даних. Розрахунок проводиться окремо для кожного сектору мережі.

Таблиця 3.2 – Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору А

№ Послуги	Послуги групи А	$V_{\text{Лді низ}}$	$V_{\text{Лді вис}}$
1	Послуги передачі сигналів ТБ вис. чіткості HDTV 1080р.	228	510
2	Послуга перегляду IPTV (<i>Internet Protocol Television</i>) надвисокі чіткості.	153,6	1800
4	Послуга потокової передачі відео.	4,62	4,62
5	Послуги передачі ТБ.	1,92	18,75
Сума		460	3140
		Сумарна інтенсивність навантаження: 3601Кбіт/с	

Для сектора А $\omega_{\text{ЛДЛС}} = 3,6$ Мбіт/с

Таблиця 3.3 – Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору В

№ Послуги	Послуги групи В	$V_{\text{Лді низ}}$	$V_{\text{Лді вис}}$
1	Послуга Web-серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	124	645
2	Послуга онлайн-гри	481	860
3	Послуга доступу до соціальних мереж	1,86	8,26
5	Послуга електроніки, що носитья	1,86	8,26
Сума		625	1543
		Сумарна інтенсивність навантаження: 2168 Кбіт/с	

Для сектора В $\omega_{\text{ЛДЛС}} = 2,17$ Мбіт/с

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		31

Таблиця 3.4 – Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору С

№ Послуги	Послуги групи С	$V_{Лді\ низ}$	$V_{Лді\ вис}$
1	Інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с	0,03	0,08
2	Інтернет-радіо онлайн 192 Кбіт/с	0,05	0,05
3	Послуга дистанційне навчання	27,78	56,89
4	Відео конференція на базі кодека <i>HD</i>	7,22	656,89
Сума		35	714
		Сумарна інтенсивність навантаження: 749 Кбіт/с	

Для сектора С $\omega_{ЛДЛС} = 0,75$ Мбіт/с

Таблиця 3.5 – Розрахунок інтенсивності навантаження для сектору D

№ Послуги	Послуги групи В	$V_{Лді\ низ}$	$V_{Лді\ вис}$
1	Послуги передачі сигналів пожежної сигналізації	76,8	153,6
2	Послуги безкоштовного виклику	1,4	6,2
3	Послуги візуального контролю віддалених об'єктів	8,53	13,3
4	Послуга передачі тактильних відчуттів	13	28
5	Послуга потокової передачі	16	16
6.	Послуга передачі охоронної сигналізації	3,6	32
Сума		119	249
		Сумарна інтенсивність навантаження: 368 Кбіт/с	

Для сектора D $\omega_{ЛДЛС} = 0,37$ Мбіт/с

3.3 Оцінка пропускної спроможності вузлів доступу

Пропускна спроможність вузла доступу залежить від кількості точок підключення, та пропускної спроможності лінії доступу локального сегменту у секторі і визначаються за формулою:

$$\omega_{вд} = \omega_{ЛДЛС} * N_{ТП\ вд\ р}, \quad (3.7)$$

де $\omega_{ЛДЛС}$ – пропускна спроможність лінії доступу локального сегменту (розраховано у пункті 6.2);

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						32
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

$N_{\text{ТП ВДР}}$ – розрахункове значення кількості точок підключення до конкретного вузла доступу:

$$N_{\text{ТП ВДР}} = (N_1 + N_2) * \gamma \quad (3.8)$$

де N_1 – кількість точок підключення термінального обладнання користувачів всіх категорій, включених в цей ВД;

N_2 – кількість пунктів колективного доступу організованих у даному секторі;

γ - коефіцієнт який враховує експлуатаційний запас на сегменті локального доступу (збільшення на 15%).

Проведемо розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для сектора “А”:

$$N_1 = 2400$$

$$N_2 = 0,03 * 2400 = 72$$

$$N_{\text{ТП ВДР}} = (2400 + 72) * 1,15 = 2843$$

$$\omega_{\text{ЛД ЛС}} = 3601 \frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}$$

Проводимо постановку отриманих значень у формулу:

$$\omega_{\text{ВД}} = 3601 * 2843 = 10237643 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 10,24 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right)$$

Проведемо розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для сектора “В”:

$$N_1 = 2880$$

$$N_2 = 0,03 * 2880 = 86$$

$$N_{\text{ТП ВДР}} = (2880 + 86) * 1,15 = 2979$$

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		33

$$\omega_{\text{лд лс}} = 2168 \text{ Кбіт/с, згідно розділу 6.2}$$

$$\omega_{\text{вд}} = 2167 \cdot 2843 = 6163624 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 2167 \cdot 2843 = 6163624 = 6,2 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right)$$

Проведемо розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для для сектора "С":

$$N1 = 720$$

$$N2 = (0,03 * 720) = 21,6$$

$$N_{\text{тп вдр}} = (720 + 21,6) * 1,15 = 852$$

$$\omega_{\text{лд лс}} = 749 \frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}$$

$$\omega_{\text{вд}} = 749 * 854 = 639646 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 0,64 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right)$$

Проведемо розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для для сектора "D":

$$N1 = 45$$

$$N2 = (0,03 * 45) = 1,35$$

$$N_{\text{тп вдр}} = (45 + 1,05) * 1,15 = 52$$

$$\omega_{\text{лд лс}} = 368 \frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}$$

$$\omega_{\text{вд}} = 368 * 53 = 19504 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 0,02 \text{ (Гбіт/с)}$$

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		34

При даному розрахунку необхідно враховувати:

1. Мережа доступу надає послуги у відповідності QoS ;
2. Пакети послуг класу A повинні обслуговуватися у першу чергу та з мінімальними втратами при перезавантаженні, тому загальна пропускна спроможність призначена для обслуговування класу A .
3. Нерівномірність мультисервісного трафіку може бути врахована шляхом збільшення реального значення інтенсивності навантаження на величину, яка характеризує ступінь нерівномірності.

Інтенсивність навантаження та пропускної спроможності ліній доступу транспортного сегменту залежить:

1. Від топології (структури) мережі доступу на транспортному сегменті.
2. Від переліку ІКП, який надає кожний ВНО.
3. Від параметрів навантаження ІКП.

Кожний користувач по ЛД_{ЛС} отримує m послуг. Для отримання цих послуг ВД з'єднується з необхідною кількістю ВНО розрахунок виконується за етапами:

Розрахунок сумарної інтенсивності навантаження на виході ВД у напрямку конкретних ВНО, розраховується за наступною формулою:

$$V_{ВД-ВНО_{\text{нисх.}}} = N_{\text{ТП } P_{\text{сект.}}} \cdot V_{\text{ЛД}_{i_{\text{нисх.}}}} \quad (3.9)$$

$$V^K_{ВД_{i_{\text{нисх.}}}} \equiv N_{\text{ТП } P_{\text{сект.}}} \cdot \sum C_i \tau_i R_i \quad (3.10)$$

де $N_{\text{ТП } P_{\text{сект.}}}$ – кількість точок підключення у секторі;

$V_{\text{ЛД}_{i_{\text{нисх.}}}}$ – сумарна інтенсивність питомого навантаження сегменту лінії доступу для низхідного потоку даних.

$i = 1 \dots m-1$ – кількість послуг, що надає ВНО _{j}

Виконаю розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД 1 у напрямку конкретних ВНО1:

$$V_{ВД1-ВНО1_{\text{нисх.}}} = 2400 \cdot 0,458 = 1099,2 \text{ Мбіт/с}$$

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						35
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

$$V_{ВД1-ВНО1 \text{ висх.}} = 2400 \cdot 2,614 = 6273,6 \text{ Мбіт/с}$$

Виконаю розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД2 у напрямку конкретних ВНО2:

$$V_{ВД2-ВНО2 \text{ нисх.}} = 2880 \cdot 0,611 = 1760 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{ВД2-ВНО2 \text{ висх.}} = 2880 \cdot 1,11 = 3196,8 \text{ Мбіт/с}$$

Виконаю розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД3 у напрямку конкретних ВНО3:

$$V_{ВД3-ВНО3 \text{ нисх.}} = 720 \cdot 0,23 = 165,6 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{ВД3-ВНО3 \text{ висх.}} = 720 \cdot 0,518 = 372,96 \text{ Мбіт/с}$$

Виконаю розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД4 у напрямку конкретних ВНО1:

$$V_{ВД4-ВНО1 \text{ нисх.}} = 53 \cdot 0,035 = 1,855 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{ВД4-ВНО1 \text{ висх.}} = 53 \cdot 0,507 = 26,871 \text{ Мбіт/с}$$

Таблиця 3.6 – Сумарна інтенсивність навантаження на виході ВД у напрямку конкретних ВНО

ВНО ВД	ВНО1		ВНО2		ВНО3		ВНО4		ВНО5		ВНО6	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	висх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВД1	1099,2	6273,6	1466,9	2664	552	1243,2	-	-	-	-	-	-
ВД2	1319,04	7528,32	1760	3196,8	662,4	1491,84	-	-	-	-	-	-
ВД3	-	-	439,92	1008	165,6	372,96	601,2	940,32	-	-	-	-
ВД4	1,855	26,871	-	-	-	-	-	-	520,087	8,476	1,716	3,952

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5							Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат								36

Знаходжу дисперсію мультисервісного навантаження однієї лінії доступу транспортного сегменту за наступною формулою:

$$D_{\text{висх.ВД-ВНО}} = (V_{\text{ВД-ВНО}_{\text{нисх.}}})^2 \cdot (K_{\text{пан.}} - 1) \quad (3.11)$$

де $V_{\text{ВД-ВНО}_{\text{нисх.}}}$ – сумарна інтенсивність навантаження на виході ВД у напрямку конкретних ВНО;

$K_{\text{пан.}}$ – коефіцієнт панічності, який розраховується за наступною формулою:

$$K_{\text{пан.}} = R_{\text{max}}/R_{\text{ср } i} \quad (3.12)$$

де R_{max} – максимальна швидкість передачі;

$R_{\text{ср } i}$ – середня швидкість передачі, яка розраховується за наступною формулою:

$$R_{\text{ср } i} = (R_{\text{низ.}} + R_{\text{виз.}})/2 \quad (3.13)$$

Виконую розрахунок коефіцієнту панічності транспортного сегменту:

Таблиця 3.7 – Розрахунок коефіцієнту панічності послуги R_{max} і $R_{\text{ср } i}$

ВНО _i	Послуги	R_{max}	$R_{\text{ср } i}$	$K_{\text{пан.}}$
ВНО 1	Послуги передачі сигналів ТБ вис. чіткості <i>HDTV</i> 1080р.	6000	4500	1,5
	Послуга перегляду <i>IPTV</i> (<i>Internet Protocol Television</i>) надвисокі чіткості.	6000	3384	1,77
	Послуга потокової передачі відео.	2000	1384	1,31
$K_{\text{пач.мах}} = 1,77$				
ВНО 2	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (<i>Standard-Definition Television, SDTV 576</i>).	8192	4192	1,9
	Послуга <i>Web</i> серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	256	64	1,26
	Послуга онлайн ігри.	384	196,8	1,9
	Послуга доступу до соціальних мереж.	1500	814	1,84
$K_{\text{пач.мах}} = 1,84$				

ВНО3	Послуга електроніки, що носить.	1248	886	1,8
	Послуга інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с.	64	64	1
$K_{\text{пач.мах}} = 1,85$				
ВНО4	Інтернет-радіо онлайн 192 Кбіт/с.	192	192	1
	Послуга дистанційне навчання.	33,6	21,6	1,5
	Відео конференція на базі кодека HD.	1500	1500	1
$K_{\text{пач.мах}} = 1,55$				
ВНО5	Послуги передачі сигналів пожежної сигналізації.	128	96	1,2
	Послуги безкоштовного виклику.	64	64	1
	Послуги візуального контролю віддалених об'єктів.	2064	516	1,25
$K_{\text{пач.мах}} = 1,25$				
ВНО6	Послуга передачі тактильних відчуттів.	400	275	1,2
	Послуга потокової передачі	2000	1384	1,25
	Послуга передачі охоронної сигналізації	128	96	1,6
$K_{\text{пач.мах}} = 1,25$				

Продовження таблиці 3.7 – Розрахунок коефіцієнту панічності послуги $R_{\text{мах}}$ і $R_{\text{ср } i}$

Середньоквадратичне відхилення дисперсії для низхідного та висхідного потоків розраховується за наступними формулами:

$$\delta_{\text{нисх.}} \sqrt{D_{\text{нисх.}}} \quad (3.14)$$

$$\delta_{\text{висх.}} \sqrt{D_{\text{висх.}}} \quad (3.15)$$

Розраховую дисперсію мультисервісного та середньоквадратичне відхилення навантаження транспортного сегменту для ВД1-ВНОі.

Таблиця 3.8 – Параметри навантаження транспортного сегменту для ВД1

Параметри навантаження	$V_{\text{ВД1-ВНОі нисх}}$	$V_{\text{ВД1-ВНОі висх.}}$	$D_{\text{нисх.ВД1-ВНОі}}$	$D_{\text{висх.ВД1-ВНОі}}$	$\delta_{\text{нисх.}}$	$\delta_{\text{висх.}}$
ВНО1	1104	6173.6	938488,32	29344417,3	968,756	5417,049
ВНО2	1466,9	2664	1807508,31	5961392,64	1344,436	2441,596
ВНО3	552	1243.2	258998,4	1313714,3	508,919	1146,173
ВНО4	—	—	—	—	—	—
ВНО5	—	—	—	—	—	—
ВНО6	—	—	—	—	—	—

Розраховую дисперсію мультисервісного та середньоквадратичне відхилення навантаження транспортного сегменту для ВД2-ВНОі:

										Арк.
										38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	КРБ.КІ.1.440-03.2.5					

Таблиця 3.9 – Параметри навантаження транспортного сегменту для ВД2

Параметри навантаження	$V_{ВД2-ВНОi \text{ нисх}}$	$V_{ВД2-ВНОi \text{ висх.}}$	$D_{\text{нисх.ВД2-ВНО}i}$	$D_{\text{висх.ВД2-ВНО}i}$	$\delta_{\text{нисх}}$	$\delta_{\text{висх}}$
ВНО1	1319,04	7528,32	1339697,22	43640213,5	1157,4529	6606,07399
ВНО2	1759	3196,8	2599028,04	8584405,37	1312,15013	2929,916
ВНО3	662,4	1491,84	372957,696	1891748,6	610,703	1375,409
ВНО4	–	–	–	–	–	–
ВНО5	–	–	–	–	–	–
ВНО6	–	–	–	–	–	–

Розраховую дисперсію мультисервісного та середньоквадратичне відхилення навантаження транспортного сегменту для ВД3-ВНОі:

Таблиця 3.10 – Параметри навантаження транспортного сегменту для ВД3

Параметри навантаження	$V_{ВД3-ВНОi \text{ нисх.}}$	$V_{ВД3-ВНОi \text{ висх.}}$	$D_{\text{нисх.ВД3-ВНО}i}$	$D_{\text{висх.ВД3-ВНО}i}$	$\delta_{\text{нисх}}$	$\delta_{\text{висх}}$
ВНО1	–	–	–	–	–	–
ВНО2	439,92	1008	162564,869	853493,76	403,193	923,847
ВНО3	165,6	372,96	23309,856	120453,4	152,675	347,064
ВНО4	601,2	940,32	198792,792	486310,936	445,862	697,36
ВНО5	–	–	–	–	–	–
ВНО6	–	–	–	–	–	–

Розраховую дисперсію мультисервісного та середньоквадратичне відхилення навантаження транспортного сегменту для ВД4-ВНОі:

Таблиця 3.11 – Параметри навантаження транспортного сегменту для ВД4

Параметри навантаження	$V_{ВД4-ВНОi \text{ нисх.}}$	$V_{ВД4-ВНОi \text{ висх.}}$	$D_{\text{нисх.ВД4-ВНО}i}$	$D_{\text{висх.ВД4-ВНО}i}$	$\delta_{\text{нисх}}$	$\delta_{\text{висх}}$
ВНО1	23,92	135,928	440,568	14226,844	20,99	119,276
ВНО2	–	–	–	–	–	–
ВНО3	–	–	–	–	–	–
ВНО4	–	–	–	–	–	–
ВНО5	520,087	8,476	67622,622	17,96	260,044	4,24
ВНО6	1,716	3,952	0,736	3,905	0,858	1,976

Розрахунок пікового значення мультисервісного навантаження для послуг класу А з урахування пріоритетності їх обслуговування.

Сумарне навантаження ВД1 для класу А ($N = 2400$) розраховується за наступною формулою:

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						39
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

$$V_{ВДі-ВНОі_{\text{нисх.}}}^A = N_X (\sum V_{ЛДі_{\text{нисх.}}}) \quad (3.16)$$

Таблиця 3.12 – Сумарне навантаження ВД1 для класу А

ВНО _і	Послуги	V _{ЛДі}		∑ V _{ЛДі}		V _{ВДі-ВНОі} ^A	
		нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	Послуги передачі сигналів ТБ вис. чіткості <i>HDTV 1080p</i> .	0,228	0,51	0,459	3,089	1101,6	7413,6
	Послуга перегляду <i>IPTV (Internet Protocol Television)</i> надвисокі чіткості.	0,154	1,8	–	–	–	–
	Послуга потокової передачі відео	0,005	0,005	–	–	–	–
ВНО2	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (<i>Standard-Definition Television, SDTV 576 i</i>).	0,002	0,002	0,627	1,11	1504,8	2664
	Послуга <i>Web</i> серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	0,124	0,5	–	–	–	–
	Послуга онлайн ігри.	0,481	0,6	–	–	–	–
	Послуга доступу до соціальних мереж.	0,002	0,008	–	–	–	–
ВНО3	Послуга електроніки, що носитья	0,002	0,008	–	–	–	–
	Послуга інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с.	0,3	0,5	–	–	–	–

Сумарне навантаження ВД2 для класу А ($N = 2880$) розраховується наступним чином:

Таблиця 3.13 – Сумарне навантаження ВД2 для класу А

ВНО _і	Послуги	V _{ЛДі}		∑ V _{ЛДі}		V _{ВДі-ВНОі} ^A	
		нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО2	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (<i>Standard-Definition Television, SDTV 576 i</i>).	0,002	0,002	0,609	1,11	1753,92	3196,8
	Послуга онлайн ігри.	0,481	0,6	–	–	–	–
	Послуга доступу до соціальних мереж	0,002	0,008	–	–	–	–
	Послуга <i>Web</i> серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	0,124	0,5	–	–	–	–
ВНО3	Послуга електроніки, що носитья.	0,002	0,008	–	–	–	–
	Послуга інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с.	0,3	0,5	–	–	–	–

Сумарне навантаження ВД3 для класу А ($N = 720$) розраховується наступним чином:

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						40
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 3.14 – Сумарне навантаження ВД3 для класу А

ВНО _i	Послуги	V _{ЛДі}		Σ V _{ЛДі}		V _{ВДі-ВНОі} ^А	
		нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО2	Послуга доступу до соціальних мереж.	0,002	0,008	0,004	0,01	2,88	7,2
	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (<i>Standard-Definition Television, SDTV 576 i</i>).	0,002	0,002	–	–	–	–
ВНО3	Інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с.	0,3	0,5	0,302	0,508	217,44	365,8
	Послуга електроніки, що носитья.	0,002	0,008	–	–	–	–
ВНО4	Інтернет-радіо онлайн 192 Кбіт/с.	0,8	0,8	0,828	0,857	596,16	617,04
	Послуга дистанційне навчання.	0,028	0,057	–	–	–	–

Сумарне навантаження ВД4 для класу А (N = 53) розраховується наступним чином:

Таблиця 3.15 – Сумарне навантаження ВД4 для класу А

ВНО _i	Послуги	V _{ЛДі}		Σ V _{ЛДі}		V _{ВДі-ВНОі} ^А	
		нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	Послуга потокової передачі відео.	0,005	0,005	0,005	0,005	0.265	0.265
ВНО5	Послуги передачі сигналів пожежної сигналізації.	0,077	0,154	0.087	0.173	4.611	244.383
	Послуги безкоштовного виклику.	0,001	0,006	–	–	–	–
	Послуги візуального контролю віддалених об'єктів.	0,009	0,013	–	–	–	–
ВНО6	Послуга передачі тактильних відчуттів.	0,013	0,028	0,033	0,076	1,749	4,028
	Послуга потокової передачі.	0,016	0,016	–	–	–	–
	Послуга передачі охоронної сигналізації.	0,004	0,032	–	–	–	–

Дисперсія мультисервісного навантаження ВД1 для класу А розраховується за наступною формулою:

$$D_{\text{нисх.}}^A = (V_{\text{ВДі-ВНОі}_{\text{нисх.}}}^A)^2 \times (K_{\text{пан.}} - 1) \quad (3.17)$$

Розраховую дисперсію мультисервісного навантаження ВД1 для класу А:

Таблиця 3.16 – Дисперсія мультисервісного навантаження ВД1 для класу А

ВНО _і	Послуги	$V_{ВДі-ВНОі}^A$		$K_{пан.}$	D^A	
		нисх.	висх.		нисх.	висх.
ВНО1	Послуги передачі сигналів ТБ вис. чіткості <i>HDTV 1080p</i> .	1101,6	7413,6	1,77	933394,77	42320328,02
	Послуга перегляду <i>IPTV (Internet Protocol Television)</i> надвисокі чіткості	–	–	–	–	–
	Послуга потокової передачі відео.	–	–	–	–	–
ВНО2	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (<i>Standard-Definition Television, SDTV 576 i</i>).	1504,8	2664	1,84	1902115,354	5961392,64
	Послуга <i>Web</i> серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	–	–	–	–	–
	Послуга доступу до соціальних мереж.	–	–	–	–	–

Продовження таблиці 3.17 – Дисперсія мультисервісного навантаження ВД1 для класу А

ВНО3	Послуга електроніки, що носитья	–	–	–	–	–
	Послуга інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с	–	–	–	–	–

Розраховую дисперсію мультисервісного навантаження ВД2 для класу А:

Таблиця 3.18 – Дисперсія мультисервісного навантаження ВД2 для класу А

ВНО _і	Послуги	$V_{ВДі-ВНОі}^A$		$K_{пан.}$	D^A	
		нисх.	висх.		нисх.	висх.
ВНО2	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (<i>Standard-Definition Television, SDTV 576 i</i>).	1753,92	3196,8	1,84	2584037,71	8584405,402
	Послуга онлайн ігри.	–	–	–	–	–
	Послуга доступу до соціальних мереж.	–	–	–	–	–
	Послуга <i>Web</i> серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	–	–	–	–	–
ВНО3	Послуга <i>Web</i> серфінгу (перегляд гіпертекстових сторінок).	918,72	1523,52	1,85	1561485,91	1972946,21

Розраховую дисперсію мультисервісного навантаження ВД3 для класу А:

Таблиця 3.19 – Дисперсія мультисервісного навантаження ВД3 для класу А

ВНО _i	Послуги	V ^A _{ВДi-ВНОi}		K _{пан.}	D ^A	
		нисх.	висх.		нисх.	висх.
ВНО2	Послуга доступу до соціальних мереж	2,88	7,2	1,84	6,97	43,55
	Послуга передачі сигналів телебачення стандартної чіткості (Standard-Definition Television, SDTV 576 i)	–	–	–	–	–
ВНО3	Інтернет радіо онлайн 64 Кбіт/с	217,44	365,8	1,85	40188,1305	1133738,194
	Послуга електроніки, що носить інтернет-радіо онлайн 192 Кбіт/с	–	–	–	–	–
ВНО4	Інтернет-радіо онлайн 192 Кбіт/с	596,16	617,04	1,55	195473,71	209406,099
	Послуга дистанційне навчання	–	–	–	–	–

Розраховую дисперсію мультисервісного навантаження ВД4 для класу А:

Таблиця 3.20 – Дисперсія мультисервісного навантаження ВД4 для класу А

ВНО _i	Послуги	V ^A _{ВДi-ВНОi}		K _{пан.}	D ^A	
		нисх.	висх.		нисх.	висх.
ВНО1	Послуга потокової передачі відео.	0,265	0,265	1,77	0,0541	0,0541
ВНО5	Послуги передачі сигналів пожежної сигналізації).	4,611	244,383	1,25	2315,33	14930,763
	Послуги безкоштовного виклику	–	–	–	–	–
ВНО6	Послуга передачі тактильних відчуттів.	1,749	4,028	1,25	0,7648	28,309
	Послуга потокової передачі.	–	–	–	–	–
	Послуга передачі охоронної сигналізації.	–	–	–	–	–

Визначення пікового значення мультисервісного навантаження:

$$V_{ВДi-ВНОi}^{A \text{ пік}_{\text{нисх}}} = V_{ВДi-ВНОi}^{A \text{ нисх.}} + 2\delta_{\text{нисх.}}^A \quad (3.18)$$

Визначаю пікове значення мультисервісного навантаження для ВД1 для групи А:

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 3.21 – Пікове значення мультисервісного навантаження для ВД1 для групи А

ВНО _i	$V_{ВД1-ВНОi}^A$		$\sqrt{D^A}$		$V_{ВДi-ВНОi}^A$ пік	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	1101,6	7413,6	966,1	6505,41	3033,8	87124,4
ВНО2	1504,8	2664	1379,2	2441,6	4263,2	7147,2
ВНО3	765,6	1269,6	705,8	1170,51	2177,2	3610,6

Визначаю пікове значення мультисервісного навантаження для ВД2 для групи В:

Таблиця 3.22 – Пікове значення мультисервісного навантаження для ВД2 для групи В

ВНО _i	$V_{ВД2-ВНОi}^A$		$\sqrt{D^A}$		$V_{ВД2-ВНОi}^A$ пік	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	656,64	1468,8	332005,59	166011370,51	1809,04	27237,8
ВНО2	1753,92	3196,8	2584037,71	8584405,402	4968,9	9056,6
ВНО3	918,72	1523,52	1561485,91	1972946,21	3417,72	4332,72

Визначаю пікове значення мультисервісного навантаження для ВД3 для групи С:

Таблиця 3.23 – Пікове значення мультисервісного навантаження для ВД3 для групи С

ВНО _i	$V_{ВД3-ВНОi}^A$		$\sqrt{D^A}$		$V_{ВД3-ВНОi}^A$ пік	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО2	2,88	7,2	6,97	43,55	8,08	13,7
ВНО3	217,44	365,8	40188,13	1133738,194	618,47	1430,6
ВНО4	596,16	617,04	195473,71	209406,099	1038,26	1074,64

Визначаю пікове значення мультисервісного навантаження для ВД4 для групи *D*:

Таблиця 3.24 – Пікове значення мультисервісного навантаження для ВД4 для групи *D*

ВНО _{<i>i</i>}	$V_{ВД4-ВНОi}^A$		$\sqrt{D^A}$		$V_{ВД4-ВНОi}^A$ пік	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	0,265	0,265	0,0541	0,0541	0,725	0,725
ВНО5	4,611	244,383	2315,33	14930,763	100,8	488,783
ВНО6	1,749	4,028	0,7648	28,309	3,549	14,668

Сумарна пропускна спроможність тракту між ВД та ВНО розраховується за наступною формулою:

$$W_{\text{тракту ВД1-ВНО}i} = V_{ВДi-ВНОi_{\text{нисх.}}} + V_{ВДi-ВНОi_{\text{висх.}}} + \delta_{\text{нисх.}} + \delta_{\text{висх.}} + \quad (3.19)$$

$$+ V_{ВДi-ВНОi_{\text{пік}_{\text{нисх.}}}}^A + V_{ВДi-ВНОi_{\text{пік}_{\text{висх.}}}}^A$$

Розраховую сумарну пропускну спроможність тракту між ВД1 та ВНО_{*i*} для сектору *A*:

Таблиця 3.25 – Пропускна спроможність тракту між ВД1 та ВНО_{*i*} для сектору *A*

ВНО _{<i>i</i>}	$V_{ВД1-ВНОi}$		δ		$V_{ВД1-ВНОi}^A$ пік		$W_{\text{тракту ВД1-ВНО}i}$
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО1	1104	6173,6	968,8	5417,05	3033,8	87124,4	103821,65
ВНО2	1466,9	2664	1344,4	2441,6	4263,2	7147,2	19327,3
ВНО3	552	1243,2	508,92	1146,2	2177,2	3610,6	9268,12

Розраховую сумарну пропускну спроможність тракту між ВД2 та ВНО_{*i*} для сектору *B*:

Таблиця 3.26 – Пропускна спроможність тракту між ВД2 та ВНОі для сектору В

ВНОі	$V_{ВД2-ВНОі}$		δ		$V_{ВД2-ВНОі}^A$		$W_{\text{тракту ВД2-ВНОі}}$
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО1	1319,04	7528,32	1157,45	6606,07399	1809,04	27237,8	45657,724
ВНО2	1759	3196,8	1312,2	2929,916	4968,9	9056,6	23223,4
ВНО3	662,4	1491,84	610,703	1375,409	3417,72	4332,72	11890,762

Розраховую сумарну пропускну спроможність тракту між ВД3 та ВНОі для сектору С:

Таблиця 3.27 – Пропускна спроможність тракту між ВД3 та ВНОі для сектору С:

ВНОі	$V_{ВД3-ВНОі}$		δ		$V_{ВД3-ВНОі}^A$		$W_{\text{тракту ВД3-ВНОі}}$
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО2	439,92	1008	162564,869	853493,76	403,193	923,847	1018833,59
ВНО3	165,6	372,96	23309,856	120453,4	152,675	347,064	144801,555
ВНО4	601,2	940,32	198792,792	486310,936	445,862	697,36	1250424,11

Розраховую сумарну пропускну спроможність тракту між ВД4 та ВНОі для сектору D:

Таблиця 3.28 – Пропускна спроможність тракту між ВД4 та ВНОі для сектору D

ВНОі	$V_{ВД4-ВНОі}$		δ		$V_{ВД4-ВНОі}^A$		$W_{\text{тракту ВД4-ВНОі}}$
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО1	0,265	0,265	20,99	119,276	0,725	0,725	142,0075
ВНО5	4,611	244,383	260,044	4,24	100,8	488,783	1102,861
ВНО6	1,749	4,028	0,858	1,976	3,549	14,668	25,97

Висновок до третього розділу

Для оцінки ефективності та продуктивності мережі були розраховані параметри мереж доступу, такі як середня лінія доступу, інтенсивність навантаження та пропускна здатність. Це важливо для забезпечення оптимальної продуктивності мережі та вибору правильного рішення для оптимізації мережевої інфраструктури.

Враховуючи всі ці фактори та проводячи відповідні розрахунки, можна побудувати ефективну та надійну мережу доступу, яка відповідатиме потребам проекту та користувачів.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		47

РОЗДІЛ 4

ПОБУДОВА СТРУКТУРНОЇ І ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ОБЛАДНАННЯ

4.1 Побудова структурної схеми мережі доступу

Структурна схема мережі доступу є важливим інструментом для планування, розробки та впровадження мережевої інфраструктури.

Вона допомагає зрозуміти конфігурацію і взаємозв'язок компонентів мережі та визначити оптимальну архітектуру для забезпечення ефективних і надійних з'єднань між різними вузлами мережі.

Основними завданнями структурної схеми доступу є:

- визначення компонентів мережі: блок-схеми ідентифікують різні компоненти мережі доступу, такі як мережеві вузли, комутатори, маршрутизатори, концентратори і сервери. Це також допомагає встановити логічну та фізичну конфігурацію мережі;
- встановлення зв'язків: схеми мережі доступу показують зв'язки між різними компонентами мережі. Вони визначають, як дані передаються і маршрутизуються між різними вузлами. Це допомагає планувати ефективні шляхи передачі даних і забезпечувати потрібну пропускну здатність і надійність;
- визначення протоколів і стандартів: структурна схема допомагає доступу визначити протоколи і стандарти, що використовуються для зв'язку в мережі. Це важливо для забезпечення сумісності та ефективної передачі даних між різними пристроями;
- планування масштабування: структурна схема мережі доступу допомагає зрозуміти, як мережа може бути розширена або масштабована в майбутньому;
- це дозволяє врахувати потенційний ріст і зміни в мережі, забезпечуючи гнучкість і масштабованість;

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		48

– визначення безпеки: допомагає визначити аспекти безпеки мережі, включаючи фізичний доступ, захист даних і автентифікацію.

Структурна схема мережі доступу показує заходи безпеки, необхідні для захисту мережі і даних.

Для побудови мережі доступу з використанням технології гігабітної пасивної оптичної мережі (*GPON*) рекомендується скласти структурну схему.

GPON одна з найпопулярніших технологій високошвидкісного інтернету, телефонного зв'язку і передачі телевізійного відео по оптичних кабелях. Це одна з найпоширеніших технологій.

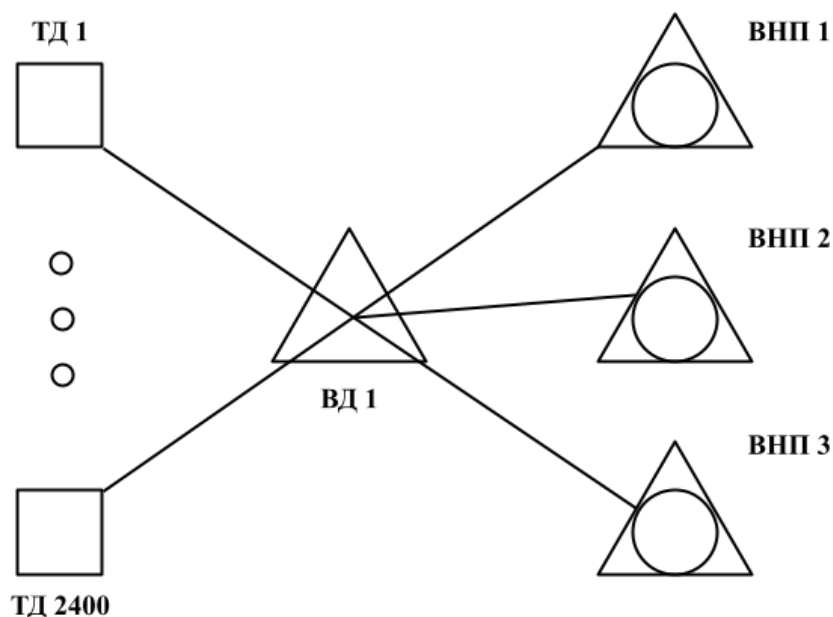


Рисунок 4.1 – Схема підключення ВД до ВНО для сектору А

$$N1 = 2400; N2 = 72; l_{\text{ЛД ЛС А}} = 185 \text{ м}; \omega_{\text{ВД А}} = 10,24 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}}\right);$$

$$W_{\text{ЛД ЛС А}} = 3601 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}\right);$$

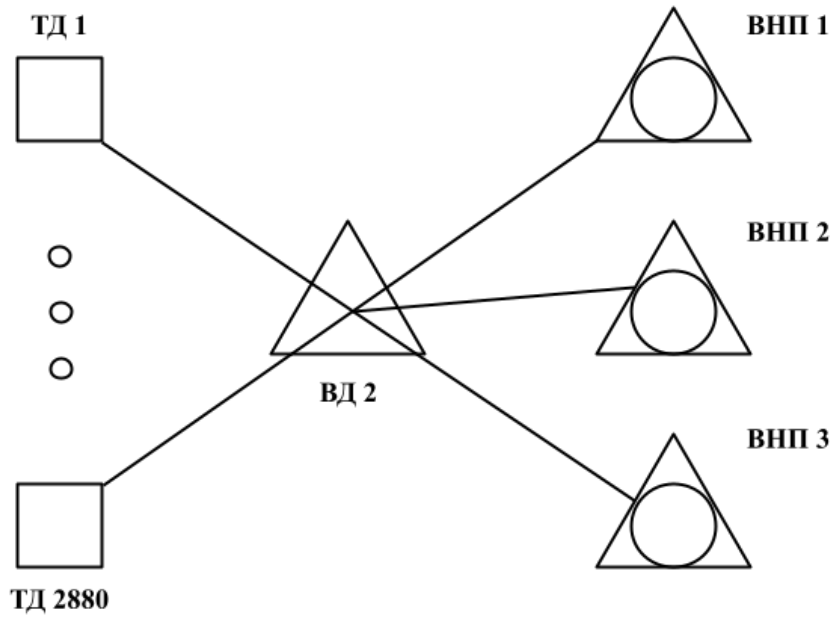


Рисунок 4.2 – Схема підключення ВД до ВНО для сектору В

$$N1 = 2880; N2 = 86; l_{\text{ЛД ЛС В}} = 306,3\text{м}; \omega_{\text{ВД В}} = 6,2\left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}}\right); W_{\text{ЛД ЛС В}} = 2168\left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}\right);$$

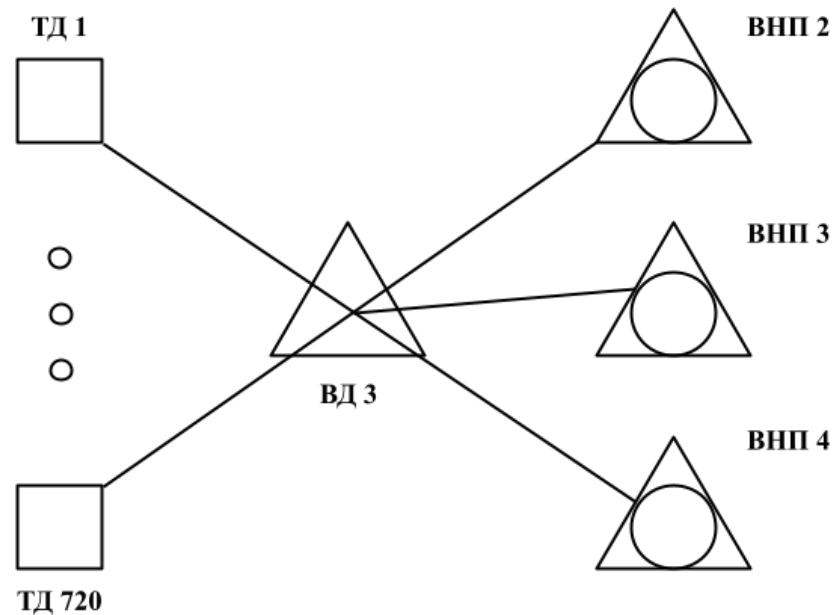


Рисунок 4.3 – Схема підключення ВД до ВНО для сектору С

$$N1 = 720; N2 = 21,6; l_{\text{ЛД ЛС С}} = 306,3\text{м}; \omega_{\text{ВД С}} = 0,64\left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}}\right);$$

$$W_{\text{ЛД ЛС С}} = 749\left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}\right);$$

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						50
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

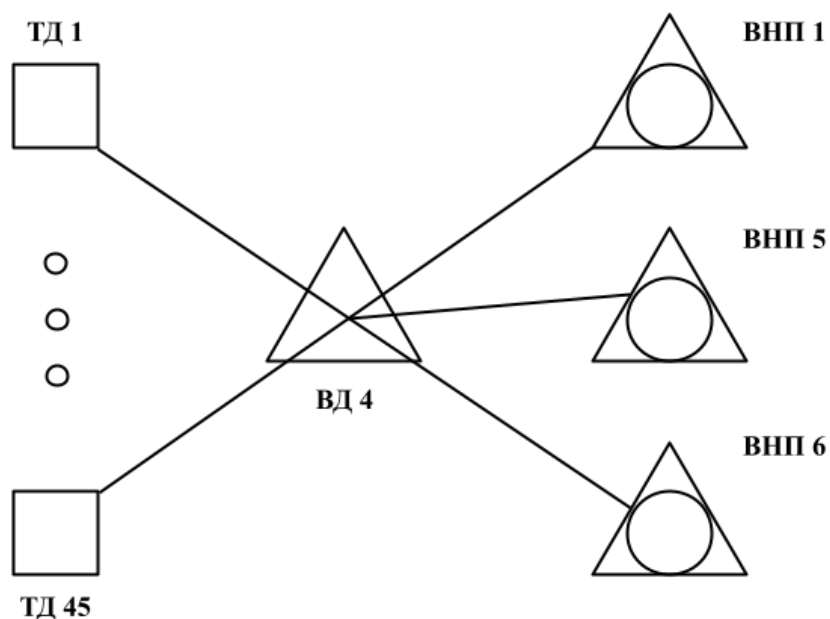


Рисунок 4.4 – Схема підключення ВД до ВНО для сектору *D*

$$N1 = 52; N2 = 1,56; l_{\text{ЛД ЛС } D} = 1012,5 \text{ м}; \omega_{\text{ВД } D} = 0,02 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}}\right);$$

$$W_{\text{ЛД ЛС } D} = 368 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}\right);$$

4.2 Теоретичні відомості про обладнання для побудови мереж

Вибір комутатора 3-го рівня

Комутатор 3-го рівня (також відомий як маршрутизатор) - це мережевий пристрій, який поєднує в собі функції комутатора каналного рівня і маршрутизатора мережевого рівня в моделі *OSI*.

Основною функцією комутатора 3-го рівня є передача даних на основі інформації з мережевих протоколів, зокрема *IP*-протоколів, що працюють на 3-му рівні *OSI*; він визначає місце призначення пакетів даних на основі *IP*-адрес і мережевих таблиць і розподіляє трафік в мережі. Комутатор 3-го рівня може розподіляти трафік у мережі.

Комутатори рівня 3 часто використовуються в корпоративних мережах і мережах постачальників послуг для управління трафіком, розподілу більшого

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		51

обсягу даних і забезпечення більш високої продуктивності мережі. Вони можуть виконувати швидку комутацію на рівні пакетів і пропонують розширені можливості маршрутизації та налаштування безпеки.

Для кожного з секторів (сектори *A, B, C* і *D*) комутатори серії *Cisco Catalyst 3850* є відмінним вибором в якості комутаторів 3-го рівня. Вони забезпечують високу пропускну здатність і розширені функції управління мережею, які є критично важливими для обраних мережевих компонентів, а також підтримують широкий спектр мережевих протоколів і функцій безпеки, які допомагають ефективно управляти і захищати мережу. Крім того, серія *Cisco Catalyst 3850* забезпечує високу надійність, що дуже важливо в житловому секторі з великою кількістю точок підключення. Комутатор також може використовуватися в якості маршрутизатора.

Вибір оптичного лінійного терміналу

Оптичний лінійний термінал (*OLT*) - це пристрій, що використовується в оптичних мережах зв'язку, зокрема в технології *PON (Passive Optical Network)*; *OLT* є центральним вузлом мережі, що забезпечує зв'язок між центральною станцією телекомунікаційного оператора та абонентським обладнанням, підключеним до мережі.

ВОЛЗ використовуються в оптичних телекомунікаційних мережах для забезпечення високошвидкісного доступу до Інтернету та передачі даних підключеним абонентам. Вони дозволяють ефективно використовувати оптичні кабелі і забезпечують високошвидкісну передачу даних на великі відстані.

Волоконна оптика є ключовим компонентом оптичних мереж *PON*, забезпечуючи ефективну передачу даних і доступ до ширококутних послуг, таких як Інтернет, *IPTV* і *VoIP*, для підключених абонентів.

Для підключення до дитячого садка в 100 м зліва від будівлі в секторі *A* обираю комутатор *Cisco Catalyst*, який підтримує необхідну кількість портів і працює без втрати сигналу на цій відстані.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		52

Для підключення до дитячого садка та аптеки біля будинку 13 потрібно два комутатори *Cisco Catalyst 2960 Plus 48 10/100+2 T/SFP LAN Lite (WS-C2960+48TC-S)*.

Один комутатор можна розмістити біля дитячого садка, а інший - біля аптеки біля 13-го корпусу. З'єднання між цими комутаторами можна здійснити за допомогою оптоволоконного кабелю з використанням оптичних модулів малого форм-фактору (*SFP*). Це забезпечує стабільну передачу даних на відстані 400-500 метрів.

Таким чином, два комутатори *Cisco Catalyst 2960 Plus 48 10/100+2 T/SFP LAN Lite (WS-C2960+48TC-S)* та оптоволоконні кабелі можуть бути використані для надійного підключення обладнання дитячого садка та аптеки біля 13 корпусу на відстані 400-500 м. Тепер доступно.

Для *GPON OLT* в секторі *B, C i D* було обрано *ZTE ZX10 C320*. Це надійний і функціональний варіант, який підтримує велику кількість абонентів і досить компактний, щоб легко встановлюватися в стійку.

ZTE ZX10 C320 має високу пропускну здатність, що забезпечує стабільне високошвидкісне з'єднання з усіма 2400 точками підключення в секторі *B*. Він також підтримує ряд функцій для управління мережею і надання абонентам високоякісних послуг. Цей *OLT* має високу масштабованість і конфігурацію, що дозволяє легко адаптуватися до мінливих потреб мережі.

ZTE ZX10 C320 підтримує розширені функції управління мережею, такі як *QoS*, безпека і моніторинг.

Вибір абонентського терміналу

Абонентські термінали, також відомі як *ONU (Optical Network Unit)*, можуть використовуватися як точки підключення (*CP*) в наземних мережах. У цьому випадку *ONU* виступає в ролі інтерфейсу між кінцевим користувачем (абонентом) і наземною мережею.

ONU зазвичай використовуються в пасивних оптичних мережах (*PON*) для забезпечення оптичного з'єднання між абонентом і центральною мережевою інфраструктурою; *ONU* зазвичай встановлюються в приміщенні абонента і є

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						53
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

частиною центрального мережевого обладнання, *OLT*. Він отримує оптичні сигнали від *OLT*.

ONU виконує функції демультимплексування, декодування і передачі даних між абонентом і центральною мережею. Він також контролює і управляє послугами, що надаються абонентам.

В якості точки підключення (ТП), *ONU* надає абонентам прямий доступ до оптичної мережі, забезпечуючи високошвидкісну передачу даних і високу продуктивність передачі. До *ONU* також можна підключати різні типи абонентського обладнання, наприклад, телефони, комп'ютери і маршрутизатори, для доступу до мережевих послуг.

В якості *ONU* для секторів *A B* і *C* я обираю *ZTE F660*.

ZTE F660 - це абонентський термінал, який підтримує технологію *GPON* і пропонує додаткові функції:

Швидкість передачі даних: до 2,488 Гбіт/с при низхідній лінії зв'язку та 1,244 Гбіт/с при висхідній лінії зв'язку за технологією *GPON*.

Підтримка Wi-Fi: забезпечує можливість підключення до бездротових мереж за стандартом *Wi-Fi*.

Голосові послуги: Дозволяє здійснювати голосові дзвінки через *IP*-мережі.

IPTV: підтримує передачу потокового відео через мережу за технологією *IPTV*.

ZTE F660 зазвичай має чотири порти *Ethernet* для підключення комп'ютерів, телевізорів та інших пристроїв, а також *Wi-Fi*. Має компактний форм-фактор і може бути зручно встановлений у приміщенні абонента.

Huawei EchoLife HG8245 був обраний в якості абонентського терміналу (*ONU*) для точки підключення (*CP*) в секторі *D*.

Спліттер (або дільник) - це пристрій, що використовується в оптичних мережах для розділення оптичного сигналу на кілька вихідних шляхів, покращуючи використання оптоволокна, дозволяючи підключати кілька пристроїв або користувачьких терміналів до одного оптоволоконного з'єднання.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						54
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Основна функція розгалужувача - розділення оптичного сигналу на кілька шляхів без активного посилення сигналу. Це знижує витрати на обладнання і дозволяє створити зручну мережеву архітектуру, в якій одне волокно може з'єднувати кілька пристроїв і користувацьких терміналів.

Таким чином, розгалужувачі є важливим компонентом оптичних мереж, розподіляючи оптичні сигнали між багатьма пристроями і забезпечуючи ефективну передачу даних в оптичних мережах.

Таблиця 3.1 – Згасання планарних сплітерів.

Дільник	Згасання (dB)
1x2	4,3
1x3	6,2
1x4	7,4
1x6	9,5
1x8	10,7
1x12	12,5
1x16	13,9
1x24	16,0
1x32	17,2
1x64	21,5
1x128	25,5

Для сектору А я обираю дільник *PLC 1x32 SC/APC*.

Внесення втрат: 16,6 дБ / 17,2 дБ макс. вказує на втрати сигналу під час розділення, чим менше значення, тим ефективніше передача сигналу розгалужувачем.

Рівномірність: 1,5 дБ макс. показник того, наскільки рівномірно сигнал розподіляється між вихідними портами. Менше значення вказує на однаковий рівень сигналу на всіх вихідних портах.

Поляризаційні втрати: макс. 0,3 дБ. Вказує на втрати сигналу, спричинені зміною поляризації світла. Менше значення вказує на менші втрати через такі зміни.

Втрати через зміну температури: макс. 0,5 дБ. Показує втрати сигналу через зміну температури. Менші значення вказують на менші втрати через зміну температури.

Зворотні втрати: ≥ 55 дБ хв. Показує рівень, на якому сигнал відбивається назад до джерела. Вищі значення означають менші зворотні втрати.

Спрямованість: ≥ 55 дБ хв. Показує рівень розділення сигналу між вихідними портами. Вищі значення означають кращу спрямованість і менші втрати між портами.

Тип корпусу вказує на металевий міні-корпус, що забезпечує механічну міцність і захист компонентів.

В цілому, цей розгалужувач 1x32 SC/APC PLC має відмінні показники розподілу світла і забезпечує ефективну передачу сигналу з мінімальними втратами від одного вхідного порту до 32 вихідних портів.

Для сектору B було обрано PLC 1x128 SC/APC, враховуючи потребу в 2400 точках підключення.

Цей розгалужувач має один вхідний порт і 128 вихідних портів з роз'ємами SC/APC. Він може ефективно розділяти оптичні сигнали на 128 шляхів, що дозволяє підключити до мережі багато клієнтів.

PLC-розгалужувачі - це надійні та ефективні пристрої для розділення оптичних сигналів без втрати якості, а роз'єми SC/APC забезпечують надійне з'єднання і зменшують втрати сигналу.

Одномодові кабелі з великою кількістю волокон, що відповідають потребам сектора C. З огляду на кількість з'єднань (720) і місце установки, можна розглянути кабелі з відповідною кількістю волокон, наприклад, 12 або 24.

Спліттер 1x32 SC/APC для PLC сектору D. Спліттер з 1 вхідним портом (1x) і 32 вихідними портами (32x), що дозволяє розподіляти оптичні сигнали на 32 точки підключення, сумісний з роз'ємами SC/APC і забезпечує низькі втрати сигналу і високу якість з'єднання.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вибір трансівера

Трансівери (також звані оптичними модулями) - це електрооптичні пристрої, що використовуються для перетворення сигналів між електричною та оптичною областями в мережах передачі даних. Трансівери забезпечують передачу інформації через оптоволоконні кабелі шляхом перетворення електричних сигналів в оптичні і навпаки.

Трансівери використовуються в різних типах мереж, включаючи *Ethernet*, *Fibre Channel*, *InfiniBand* і *SONET/SDH*. Трансівери можуть передавати дані на великі відстані на високій швидкості за допомогою оптичних сигналів.

Трансівери використовуються для швидкої, надійної передачі даних на великі відстані в оптичних мережах. Вони є ключовими компонентами в оптичних системах зв'язку і можуть підключати мережеве обладнання, таке як комутатори, маршрутизатори, сервери та телекомунікаційне обладнання, до оптичних мереж.

Я б обрав трансівери *10GBASE-LR CFP+* у всіх секторах (*A, B, C і D*), оскільки це найкращий варіант для мереж, особливо для передачі даних на великі відстані.

Ці трансівери здатні передавати дані на швидкості 10 Гбіт/с і використовують одномодовий оптоволоконний кабель, який може передавати дані на значно більші відстані, ніж багатомодовий.

Враховуючи, що мені потрібно забезпечити підключення на відстані до 100 метрів, трансівер *10GBASE-LR SFP+* задовольнить мої потреби.

Вибір оптичного кабелю

Сектор *A* включає житлові приміщення та додаткові об'єкти, які обслуговують мешканців, такі як дитячий садок і аптека.

Для підключення кожного будинку до мережі доступу потрібно протягнути оптичний кабель від вузла доступу (*OLT*) до кожного будинку. Також потрібно розглянути маршрутизацію кабелю, розміщення сплітерів, патч-панелей та патч-кордів для забезпечення підключення кінцевих точок.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		57

Оптичний кабель *FTTH02-SM-D+* з захистом *LSZH* (негорючим) може бути використаний для прокладання від *Huawei MA5608T* до кожного будинку. Маршрутизація кабелю може бути здійснена за допомогою комутатора *Cisco Catalyst 3850 Series*.

Сплітери типу *PLC 1x32 SC/APC* можуть бути розміщені для розгалуження оптичного сигналу до кожного підключення в будинках.

Кабель *SC/UPC-SC/UPC (ОКТ-Д(1,0)-1Е)* 500 м одномодовий є відповідним варіантом для підключення точок підключення в секторі А.

Описана конфігурація кабелю *SC/UPC-SC/UPC (ОКТ-Д(1,0)-1Е)* зазначає тип конекторів *SC/UPC* на обох кінцях кабелю. Конектори *SC/UPC (Subscriber Connector/Unibody Physical Contact)* є досить поширеними в області волоконної оптики і забезпечують надійне з'єднання між пристроями.

Я обираю *ОКТ-Д(1,0)-1Е* вказує на основні параметри кабелю, такі як його тип (одномодовий) та оптичний волоконний діаметр (1,0 мм). Кабель має довжину 500 метрів, що відповідає вимогам для підключення від *Huawei MA5608T* до кожного будинку у секторі А.

Цей кабель має потрібні характеристики для використання в оптичній мережі доступу і забезпечить передачу сигналу на велику відстань з надійними з'єднаннями між пристроями.

Якщо географічні особливості не вимагають додаткового захисту або специфічних вимог, то оптичний кабель *Single-Mode* з 24 волокнами та захистом *LSZH* (негорючим) буде відповідати вашим потребам. Цей тип кабелю забезпечує передачу сигналу на великі відстані та має високу надійність.

При використанні одномодового волокна з роз'ємами *LC/UPC* в секторі В з пропускною здатністю 6,2 Гбіт/с рекомендується розглянути наступну модель оптичних кабелів:

Модель одномодового волоконного кабелю *Corning SMF-28e+*;

Одномодовий волоконний кабель;

Роз'єм *LC/UPC*;

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
						58
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Виробник: *Corning Corning*.

Компанія *Corning* є одним з провідних виробників оптичних кабелів в телекомунікаційній галузі: *SMF-28e+* - це високоякісний одномодовий оптичний кабель для надійної передачі даних на великі відстані з низькими втратами сигналу Роз'єм *LC/UPC* забезпечує точне з'єднання і низькі втрати сигналу.

Для прокладки оптичного кабелю в 20-поверховому будинку (40x30 м²), сектор В з 2400 точками підключення, рекомендується наступна схема:

Точка доступу (OLT): оптичний лінійний термінал (*OLT*) *ZTE ZX10 C320* встановлюється в місці, яке забезпечує оптимальне покриття всіх будівель в секторі В. Розташування вузла доступу може бути між будівлями 5 і 6, в залежності від доступу до інфраструктури та електропостачання.

Прокладання кабелів у будівлях: прокладіть оптичні кабелі від точки доступу до кожної будівлі в секторі В. Рекомендується використовувати внутрішні кабельні канали або шахти, щоб кабель проходив через коридори та відсіки.

Точки підключення: встановіть *Huawei EchoLife HG8245* або сумісну модель в якості точки підключення (*CP*) в кожній будівлі. Кабель від точки доступу до кожної точки підключення повинен бути підключений до відповідного порту на *OLT* і точці підключення.

Прокладання кабелю до музею: Якщо музей розташований поблизу Сектора В, рекомендується прокласти додатковий оптичний кабель від точки доступу до музею. Кабель можна прокласти відповідно до наявних маршрутів або використати наявні кабельні канали чи труби.

Розташування вузла доступу в секторі С: Якщо вузол доступу в секторі С знаходиться між 3-м і 4-м будинком, то оптичний кабель з сектору В може бути підключений до цього вузла доступу для забезпечення зв'язку між секторами.

Для сектору С з 720 точками підключення, розташованих у 5-9 поверхових будинках, рекомендований оптичний кабель, який відповідає вимогам для

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		59

дистанційного доступу і мережі розподільчого рівня. Оскільки є велика кількість підключень, вам може знадобитись кабель з більшою кількістю волокон.

Цей кабель забезпечить достатню кількість волокон для підключення всіх точок у моєму секторі і забезпечить надійну передачу оптичних сигналів на великі відстані.

Щодо розташування лікарень та вузла доступу, видно, що лікарні розташовані між першим і другим будинком, а також на відстані 40 метрів від останніх будинків. Вузол доступу розташований між третім і четвертим будинком.

Для забезпечення підключення всіх точок підключення в секторі С до вузла доступу, я розглядаю прокладання оптичного кабелю вздовж будинків у вигляді мережі "дерева". Тобто, оптичний кабель буде прокладено від вузла доступу до кожного будинку, а також до лікарень на відповідних відстанях.

Для сектору D з 53 точками доступу та зважаючи на розташування об'єктів у вашому описі, рекомендую вам використовувати оптичний кабель з волокнами *Single-Mode* (одномодовими) з роз'ємами *SC/APC*.

Зважаючи на розгалужену структуру розташування об'єктів, можна розглянути використання оптичного кабелю типу "дерево" або "зірка". У такій схемі, вузол доступу (*OLT*) буде розташований на початку сектору D, або близько до нього, і з нього будуть прокладені відвідні кабелі до кожної точки підключення (*ONU*) у будинках та інших об'єктах.

Вибір *PON*box

PON-бокси застосовуються в оптичних мережах, де необхідно розподіляти оптичні сигнали між багатьма абонентами. Однак, якщо в селі вже існує оптична мережа, що забезпечує підключення користувачів до центрального офісу телекомунікаційного оператора, то *PON*-бокс може бути вже встановлений і функціонувати в системі.

У такому випадку, для покращення якості і комфорту споживачів, можна розглянути інші рішення, які поліпшать доступ до оптичної мережі.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		60

Наприклад, можливо, потрібно розглянути встановлення додаткових оптичних терміналів (*ONT*) у будинках або спліттерів для поділу сигналу на кілька шляхів у випадку, якщо не всі будинки в селі мають пряме підключення до оптичної мережі.

4.3 Вибір обладнання для будинків кожної групи

Обираю кожен компонент обладнання та топологію мережі для мого села Жеребково.

Вибір обладнання для будинків першого типу:

Комутатор 3-го рівня *Cisco Catalyst 3850*: Цей комутатор використовується для з'єднання різних пристроїв в мережі.

Оптичний лінійний термінал (*OLT*) *Cisco Catalyst 2960 Plus 48 10/100+2 T/SFP LAN Lite*: Це обладнання використовується для підключення до оптичної мережі.

Абонентський термінал (*ONU*) *ZTE F660*: Цей пристрій використовується як точка підключення для абонентів.

Спліттер дільник *PLC 1x32 SC/APC*: Цей спліттер використовується для розподілу оптичного сигналу.

Трансівер *10GBASE-LR CFP+*: Ці трансівери забезпечують високу швидкість передачі даних.

Оптичний кабель *Huawei MA5608T*: Використовується оптичний кабель для передачі сигналу.

PON-бокси *ZTE ZX10 C320*: Ці бокси використовуються для керування підключеними абонентами та забезпечення доступу до послуг.

Вибір обладнання для будинків другого типу

Комутатор 3-го рівня *Cisco Catalyst 3850*: Цей комутатор забезпечує високу швидкість обміну даними і може бути використаний для з'єднання різних пристроїв в мережі, таких як сервери, маршрутизатори, комп'ютери тощо.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

Оптичний лінійний термінал (*OLT*) *ZTE ZXA10 C320*: Це обладнання використовується для забезпечення підключення до оптичної мережі і керування передачею даних.

Абонентський термінал (*ONU*) *ZTE F660*: Цей пристрій використовується як точка підключення для кінцевих користувачів і надає доступ до Інтернету та інших мережевих послуг.

Спліттер *PLC 1x128 SC/APC*: Це обладнання використовується для розподілу оптичного сигналу на кілька каналів, що дозволяє підключати більше абонентів до мережі.

Трансівери *10GBASE-LR CFP+*: Ці трансівери забезпечують передачу даних з високою швидкістю через оптичний кабель.

Оптичний кабель *Corning SMF-28e+*: Цей оптичний кабель використовується для передачі сигналу між різними компонентами мережі.

PON-бокси *Huawei Smart AX MA5680T*: Ці бокси використовуються для керування підключеними абонентами і забезпечення доступу до Інтернету та інших послуг.

Вибір обладнання для адміністративного сектору:

Комутатор 3-го рівня *Cisco Catalyst 3850*: Аналогічно до будинків другого типу(сектора В), цей комутатор забезпечує високу швидкість обміну даними і підключення різних пристроїв.

Оптичний лінійний термінал (*OLT*) *ZTE ZXA10 C320*: Так само як і в секторі В, цей термінал використовується для підключення до оптичної мережі.

Абонентський термінал (*ONU*) *Huawei EchoLife HG8245*: Цей пристрій служить точкою підключення для абонентів і надає доступ до Інтернету та інших послуг.

Спліттер *1x32 SC/APC* для *PLC*: Аналогічно до сектора В, цей спліттер використовується для розподілу оптичного сигналу на кілька каналів.

Трансівери *10GBASE-LR SFP+*: Ці трансівери забезпечують високу швидкість передачі даних через оптичний кабель.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		62

Оптичний кабель з волокнами *Single-Mode* з роз'ємами *SC/APC*: Цей оптичний кабель використовується для передачі сигналу між компонентами мережі.

PON-бокси *Huawei Smart AX MA5680T*: Аналогічно до будинків другого типу (сектора *B*), ці бокси використовуються для керування підключеними абонентами і забезпечення доступу до послуг.

Вибір обладнання для будинків третього типу :

Комутатор 3-го рівня *Catalyst 3850*: Цей комутатор виконує ті самі функції, що й комутатори в будинку третього типу і в адміністративному секторі.

Абонентський термінал (*ONU*) *ZTE F660*: Цей пристрій використовується як точка підключення для абонентів.

Спліттер 1x24 *SC/APC*: Цей спліттер використовується для розподілу оптичного сигналу.

Трансівери *10GBASE-LR SFP+*: Ці трансівери забезпечують високу швидкість передачі даних.

Оптичний кабель: Використовується оптичний кабель для передачі сигналу.

Топологія мережі може бути наступною: кожен сектор (*A, B, C, D*) має свій комутатор 3-го рівня, підключений до відповідного оптичного лінійного терміналу (*OLT*). Від *OLT* йде оптичний кабель до абонентського терміналу (*ONU*), який використовується як точка підключення для абонентів. Для розподілу оптичного сигналу використовуються спліттери *PLC*, а для забезпечення високої швидкості передачі даних - трансівери.

Кожен сектор також має свої *PON*-бокси для керування підключеними абонентами.

Враховуючи особливості села Жеребково, такі як відсутність підключення оптоволоконного кабелю, обмежений доступ до Інтернету та проблеми зі світлом та опаленням, запропоноване обладнання може забезпечити надійну мережеву інфраструктуру з використанням наявних технологій.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		63

4.4 Функціональна схема

Для побудови мережевого доступу за допомогою технології *GPON* була побудована функціональна схема для секторів *A, B, C, D*.

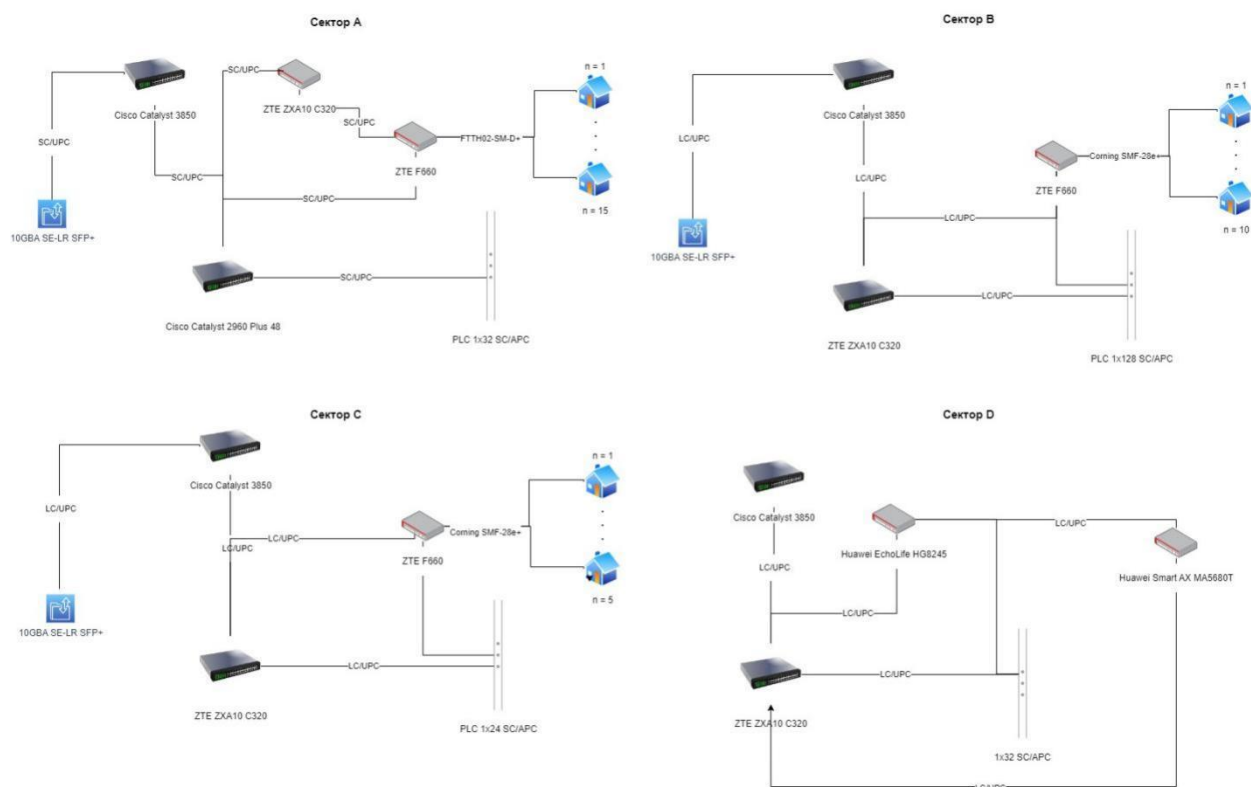


Рисунок 4.5 – Функціональна схема секторів *A, B, C, D*

Функціональні схеми побудови мереж доступу за технологією *GPON* в секторах *A, B, C* і *D* допомагають візуалізувати основні компоненти та їх взаємозв'язок.

Основними елементами, які можуть бути включені у функціональну схему, є волоконні-оптичні лінії (*PON*), оптичний мультиплексор (*OLT*), оптичний розгалужувач, клієнтські пристрої, мережеві комутатори та маршрутизатори.

Волоконно-оптичні лінії (*PON*) – основний шлях передачі даних в мережі *GPON*. Функціональні схеми можуть показувати волоконно-оптичні лінії, їх маршрутизацію та підключення до інших компонентів.

Оптичний мультиплексор (*OLT*) – пристрій, який керує і розподіляє сигнали волокно-оптичні лінії. Функціональна схема може показувати розташування і з'єднання *OLT* та інших компонентів мережі.

Оптичний розгалужувач: пристрій, який розділяє волокно-оптичні лінії, щоб дозволити більшій кількості клієнтів бути підключеними до мережі.

Мережеві комутатори та маршрутизатори: використовуються для управління трафіком і передачі даних через мережу. Функціональні діаграми можуть показувати розташування та з'єднання комутаторів і маршрутизаторів у мережі.

Клієнтські пристрої: це пристрої, які підключаються до мережі для доступу до Інтернету та інших сервісів. Функціональна схема мережі доступу може показувати розташування і з'єднання клієнтських пристроїв в мережі.

Функціональні схеми допомагають зрозуміти взаємозв'язки між компонентами мережі, спрощують аналіз їх роботи, а також можуть стати основою для розрахунку і проектування доступу до мережі за технологією GPON.

Висновки до четвертого розділу

Для побудови мережі доступу з використанням технології гігабітної пасивної оптичної мережі (*GPON*) була створена структурна схема.

Для того щоб обрати обладнання було розглянуто теоретичну інформацію про різні типи обладнання, що використовуються у мережі доступу після цього на базі попередніх розрахунків були обрані обладнання зважаючи на вимоги користувачів і топології.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		65

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Основні завдання організаційно-економічного та маркетингового обґрунтування проекту

Основні завдання організаційно-економічного та маркетингового обґрунтування проекту включають в себе аналіз технічної та економічної доцільності проекту, визначення потенційних споживачів продукції, оцінку ринкового потенціалу проекту, визначення стратегії входження на ринок, розрахунок вартості проекту та оцінку його ефективності.

При організаційно-економічному та маркетинговому обґрунтуванні проекту з проектування мережі доступу на базі технології *PON*, основні аспекти, які варто враховувати, включають:

- ринковий аналіз: вивчення ринку телекомунікаційних послуг та конкурентного середовища. Визначення потенційного попиту на швидкі інтернет-послуги та інші послуги, які можуть бути надані через мережу *PON*. оцінка розміру цільової аудиторії та її поведінки;
- стратегія позиціонування: визначення унікального конкурентного п проекту, який буде привертати клієнтів. Врахування основних цінностей, які мережа *PON* пропонує, таких як висока швидкість передачі даних;
- стабільність зв'язку, доступність та інші;
- бізнес-модель та доходи: розробка бізнес-моделі, яка визначає, яким чином проект буде генерувати доходи. Розрахунок потенційних доходів від надання послуг, враховуючи ціноутворення, передбачену кількість клієнтів, середній обсяг витрат на послуги та інші фактори;
- фінансовий аналіз: оцінка фінансової доцільності проекту. Розрахунок витрат на будівництво та обладнання, операційних витрат, потенційного прибутку та інших фінансових показників, таких як *ROI*, *NPV* та інші;

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		66

- організаційна структура: визначення необхідної організаційної структури для ефективного управління проектом. Розподіл завдань та відповідальностей між командами, визначення ключових позицій та ресурсів, необхідних для реалізації проекту;
- ризик-аналіз: виявлення потенційних ризиків, які можуть впливати на успішність проекту, та розробка стратегій їх управління. Оцінка ризиків, пов'язаних з технічними аспектами, конкуренцією, змінами регуляторної політики та іншими факторами.

У проекті проектування мережі доступу на основі технології *PON* (пасивна оптична мережа) витрати будуть розподілені на різні компоненти та послуги.

В проекті з проектування мережі доступу на базі технології *PON (Passive Optical Network)*, витрати будуть спрямовані на різні компоненти та послуги.

Основні витрати можуть включати:

- оптичні лінійні термінали (*OLT*): це ключовий компонент мережі *PON* і вимагає інвестицій в закупівлю та налаштування;
- абонентські термінали (*ONU*): необхідно придбати та встановити *ONU* для підключення абонентів до мережі;
- спліттери: витрати на спліттери, які використовуються для розподілу оптичного сигналу на різні канали, залежатимуть від їх кількості та типу;
- трансівери: якщо необхідно передавати дані на великі відстані або використовувати високі швидкості передачі, можуть знадобитися трансівери відповідного стандарту (наприклад, *10GBASE-LR*);
- оптичні кабелі: для підключення компонентів мережі і передачі оптичного сигналу потрібні оптичні кабелі;
- послуги та налаштування: після встановлення обладнання мережу потрібно налаштувати та перевірити правильність її роботи;
- реклама та маркетингові заходи: можливо, доведеться витратити гроші на рекламні кампанії, маркетингові матеріали, виставки та інші рекламні

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

заходи, щоб просувати мережу серед потенційних користувачів і клієнтів;

- інженерні послуги: Може знадобитися спеціалізована компанія або фахівці з мережевого проектування для розробки і встановлення мережі *PON*;
- налаштування та тестування: Після встановлення обладнання необхідно налаштувати та перевірити правильну роботу мережі;
- обслуговування та підтримка: можуть виникати витрати на обслуговування та підтримку мережі в подальшому.

Проекти з проектування мереж доступу на основі *PON* можуть включати закупівлю необхідного обладнання та матеріалів, витрати на проектування, встановлення та налаштування обладнання, а також маркетингові та рекламні витрати.

Доходи формуються за рахунок плати за послуги доступу до мережі, продажу обладнання та додаткових платних послуг, таких як швидкісний інтернет і телебачення.

5.2 Розрахунок науково-технічної ефективності

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки.

До них належать:

- науково-технічний ефект, який проявляється у підвищенні;
- науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а
- отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;
- економічний ефект полягає в отриманні економічних результатів

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		68

- від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта;
- економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою;
- показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;
- соціальний ефект, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці;
- підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов;
- розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;
- маркетинговий ефект, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках.

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника ($O_{НТЕ}$), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = \frac{K_{НТЕ}^{\Phi}}{K_{НТЕ}^{\Pi}} \quad (5.1)$$

де $K_{НТЕ}^{\Phi}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K_{НТЕ}^{\Pi}$ – показник (коефіцієнт) потенційно можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K_{НТЕ}^{\Phi}$ визначають на основі шкали експертних оцінок.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 5.1 – Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

№	Групи показників	Характеристика показників	Інтервал рейтингового числа	Коефіцієнт значущості показників
1	Науково-технічний рівень	Перевищує кращі світові аналоги	10	0,30
		Відповідає світовому рівню	7 – 9	
		Нижче кращих світових аналогів	5 – 6	
		Перевищує кращі вітчизняні аналоги	3 – 4	
		Відповідає вітчизняному рівню	1 – 2	
		Нижче вітчизняного рівня	0	
2	Перспективність	Першочергова значущість	8 – 10	0,25
		Значущий	5 – 7	
		Корисний	1 – 4	
3	Потенційний масштаб практичного використання	Світовий ринок	10	0,20
		Галузі національної економіки	7 – 9	
		Галузь (регіон)	3 – 6	
		Окремі підприємства (об'єднання)	1 – 2	
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	Великий	10	0,25
		Середній	5 – 9	
		Малий	1 – 4	

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у підставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Проведення оцінки

Визначають $K_{НТЕ}^{\Phi}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

- розробляють перелік специфічних показників, необхідних для
- виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;
- здійснюють відповідні розрахунки для підставлення показників і визначення балів по табл. 5.1.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

До числа специфічних показників відносять:

- для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;
- для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці нового матеріалу;
- для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції. З метою спрощення визначення $K_{НТЕ}^{\Phi}$ у табл. 5.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

5.3 Проведення оцінки науково-технічного рівня розробки

Визначають $K_{НТЕ}^{\Phi}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

розроблюють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;

формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;

здійснюють відповідні розрахунки для підставлення показників і визначення балів по табл. 5.1.

До числа специфічних показників відносять:

- для нової техніки: продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;
- для нових матеріалів і речовин: вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		71

переробленої сировини, вартість одиниці нового матеріалу, додаткові витрати на екологічну компенсацію;

– для нових технологій: якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K_{НТЕ}^{\Phi}$ у табл. 5.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 5.2 – Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

Показники	Варіанти технологій	
	розробленої	співвідносної (аналога)
Рівень новизни	Високий	Середній
Якість продукції	Висока	Середня
Споживання на 1 т продукції тепла, Гкал	10	12
електроенергії, кВт·годину	3000	2000
води, м ³	3	4
Трудомісткість виробництва, людино-годин/тонну	50	70

На основі підставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^z \quad (5.2)$$

де $i = \frac{1}{4}$;

B_i – бали (рейтингове число);

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

№	Групи показників	Рейтинг експертів			Середня за експертними оцінками	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	7	8	9	8	2,4(8 x 0,30)
2	Перспективність	6	7	8	7,33	1,9(7,33 x 0,25)
3	Потенційний масштаб практичного використання	6	8	9	7,6	1,52(7,6 x 0,20)
4	Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів	9	8	8	8,33	2,08(8,33 x 0,25)
Всього						7,9

$$\text{НТЕ} = 8 \cdot 0,30 + 7,33 \cdot 0,25 + 7,6 \cdot 0,20 + 8,33 \cdot 0,25 = 7,9$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,30 + 10 \cdot 0,25 + 10 \cdot 0,20 + 10 \cdot 0,25$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{\text{НТЕ}}$):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} \cdot 100\% \quad (5.3)$$

На основі даних Таблиці 5.3, можна дійти до висновку, що $K_{\text{НТЕ}}$ відповідає 76,4 %, тобто:

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{79}{10} \cdot 100\% = 79$$

В тому випадку, коли значення $K_{\text{НТЕ}}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

5.4 Розрахунок економічної ефективності проекту

Розрахунок економічної ефективності проекту - це процес визначення потенційного доходу та витрат проекту, а також оцінювання того, наскільки доцільно вкладати гроші у реалізацію проекту.

Для розрахунку економічної ефективності проекту необхідно визначити наступні показники:

1. Вартість проекту: це загальна вартість всіх витрат, пов'язаних з реалізацією проекту, включаючи затрати на розробку, впровадження та експлуатацію.

2. Прибуток від проекту: це дохід, отриманий від реалізації продукту або послуги, яку реалізовує проект.

3. Термін окупності: це період, за який витрати на реалізацію проекту повернуться від прибутку.

4. Рентабельність інвестицій (*PI*): це відношення чистого дисконтованого доходу до вартості інвестицій.

Для розрахунку економічної ефективності проекту, потрібно мати інформацію про витрати та прибуток проекту.

З урахуванням обладнання, зарплати працівникам і т.д. витрати на проект складають приблизно 1200000 грн (взято з запасом), а очікуваний прибуток становить 300000 грн. Тоді ціна проекту буде розрахована за формулою:

$$\text{Ціна} = \text{Витрати} + \text{Прибуток} (30\% - 300\%) \quad (5.4)$$

Проведемо розрахунок:

$$\text{Ціна} = 1200000 + 300000 * 120\%$$

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						74
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Ціна буде дорівнювати = 4800000 грн

Рентабельність проекту можна розрахувати за формулою:

$$R = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Витрати}} \cdot 100\% \quad (5.5)$$

Підставляю свої значення:

$$R = \frac{3600000}{1200000} \cdot 100\%$$

Рентабельність проекту дорівнює: $R = 209\%$.

Термін окупності проекту можна розрахувати за формулою:

$$T = \frac{1}{R} \cdot 100 \quad (5.6)$$

Підставляю свої значення:

$$T = \frac{1}{209\%} \cdot 100$$

Час, за який проект окупиться дорівнює: $T = 0,5$ року або 6 місяців.

Проект мережі доступу на базі технології PON з витратами 1200000 грн та очікуваним прибутком 3600000 грн при реалізації за ціною 4250000 грн матиме рентабельність 209% і буде окупатися за 6 місяців.

Висновки до п'ятого розділу

Проект розвитку мережі доступу на основі технології PON описує високу рентабельність і короткий термін окупності інвестицій. При вартості 1200000

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						75
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

грн і прогнозованому прибутку 3600000 грн при ціні продажу 4250000 грн, проект показує рентабельність 209%. Це свідчить про те, що проект є фінансово життєздатним і здатний генерувати значні прибутки.

Проект має швидкий термін окупності – шість місяців. Це є позитивним сигналом для бізнесу, оскільки це означає, що вкладені кошти будуть повернуті за короткий проміжок часу.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		76

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Правові питання охорони праці в ІТ

Охорона праці в секторі інформаційних технологій (ІТ) передбачає дотримання норм і правил, спрямованих на безпеку та здоров'я працівників, які працюють у цьому секторі.

Основною метою правового регулювання охорони праці в ІТ-секторі є запобігання нещасним випадкам на виробництві та професійним захворюванням, а також створення здорових і безпечних умов праці.

Основні правові питання, пов'язані з охороною праці в ІТ-секторі, включають наступні аспекти:

Правова база: кожна країна має власне національне законодавство, що регулює питання охорони праці.

Організація та управління: компанії повинні забезпечити належну організацію та управління охороною праці. Це включає створення системи управління охороною праці, призначення відповідальних осіб, проведення регулярних перевірок та аудитів, а також навчання та розвиток працівників.

Оцінка ризиків: компанії повинні проводити оцінку ризиків, пов'язаних з виконанням своїх ІТ-операцій. Це включає визначення потенційних небезпек, які можуть виникнути на робочому місці, та вжиття заходів для зменшення цих ризиків.

Безпека апаратного та програмного забезпечення: ІТ працівникам потрібен доступ до безпечного апаратного та програмного забезпечення.

Робоче середовище ІТ-працівників має бути безпечним і забезпечувати належні умови праці. Це включає належне освітлення, вентиляцію, контроль температури та зручні робочі меблі й обладнання.

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		77

6.2 Задача для розв'язання

Визначте показники важкості та частоти травматизму для підприємства, в якому за звітний період сталось 2 нещасних випадки, працівники перебували на лікарняних 12 робочих днів, чисельність працівників підприємства 58 чоловік.

Частота нещасних випадків (ЧНВ) може бути розрахована за формулою:

$$ЧНВ = \left(\frac{\text{Кількість нещасних випадків}}{\text{Чисельність працівників}} \right) \cdot 1000 \quad (6.1)$$

Де: *Кількість нещасних випадків* - кількість нещасних випадків за звітний період (у даному випадку 2).

Чисельність працівників - загальна кількість працівників на підприємстві (у даному випадку 58).

Розрахуємо частоту нещасних випадків:

$$ЧНВ = \left(\frac{2}{58} \right) \cdot 1000 \approx 34,48$$

Отже, частота нещасних випадків становить близько 34,48 на 1000 працівників.

Показник важкості нещасних випадків (ПВНВ) може бути розрахований за формулою:

$$ПВНВ = \left(\frac{\text{Кількість робочих днів втрати праці}}{\text{Чисельність працівників}} \right) \cdot 100 \quad (6.2)$$

Де: *Кількість робочих днів втрати праці* - загальна кількість днів, протягом яких працівники перебували на лікарняних (у даному випадку 12).

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
						78
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		

Чисельність працівників - загальна кількість працівників на підприємстві (у даному випадку 58).

Розрахуємо показник важкості нещасних випадків:

$$\text{ПВНВ} = \left(\frac{12}{58}\right) \cdot 100 \approx 20,69 \text{ (округлимо до двох знаків після коми)}$$

Рівень нещасних випадків склав приблизно 20,69 %. Це означає, що приблизно 20,69% працівників, які потрапили в нещасні випадки, перебувають на лікарняному.

Ці два показники - коефіцієнт частоти нещасних випадків та коефіцієнт тяжкості нещасних випадків – допомагають оцінити рівень травматизму в компанії та є важливими інструментами для визначення ефективності заходів з охорони праці та підвищення рівня безпеки на робочому місці.

6.3 Охорона праці в ІТ

Розглядаючи питання охорони праці в ІТ-секторі, важливо також брати до уваги швидкий технологічний розвиток і постійні зміни.

Працівники повинні знати про нові ризики, пов'язані з використанням нових технологій, і вживати необхідних заходів для їх запобігання.

Застосування ергономічних принципів у робочому середовищі є важливим аспектом охорони здоров'я та безпеки в ІТ-секторі.

Ергономічні принципи включають в себе правильне розташування робочих місць, меблів та обладнання, використання ергономічних стільців і клавіатур, а також навчання працівників правильному положенню тіла і рухам для запобігання перенапруженням і травмам.

Освітлення є ще одним важливим фактором у наданні безпеки та здоров'я працівників. Для цього потрібно достатнє природне та штучне освітлення, щоб уникнути перенапруження та втоми очей. Регулярний відпочинок для

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		79

очей і перерви для фізичних вправ також допомагають зменшити негативний вплив на зір.

Управління стресом. *IT*-працівники часто відчувають високий рівень стресу через велике робоче навантаження, термінові проекти та технічні проблеми. Тому важливо забезпечити підтримку, регулярні перерви, відпочинок і вирішення конфліктів.

Безпека комп'ютерних систем може включати захист від вірусів, злочинної діяльності та несанкційованого доступу до комп'ютерних систем за допомогою антивірусного програмного забезпечення, брандмауерів та регулярного оновлення програмного забезпечення.

Електробезпека. У комп'ютерній індустрії часто використовується електронне обладнання, кабелі та зарядні пристрої. Важливо переконатися, що електрообладнання використовується правильно, належним чином підключене та заземлене, та електричні мережі не перевантажені та не перегріті.

Інформація, з якою працює *IT* персонал, є конфіденційною, тому важливо вжити належних заходів для забезпечення конфіденційності, захисту даних та кібербезпеки. Це включає використання паролів, шифрування, двофакторну автентифікацію, резервне копіювання даних і своєчасне оновлення програмного забезпечення для запобігання витоку даних і кібератак. Адаптація до нових технологій: оскільки технології швидко розвиваються, важливо підготувати працівників до вивчення та адаптації до нових технологій.

Рекомендації, які допоможуть забезпечити належний рівень конфіденційності, захисту даних та кібербезпеки для *IT*-персоналу та організації в цілому:

Соціальна інженерія: Інформувати персонал про можливі атаки, пов'язані зі зловживанням та маніпулюванням довірою.

Обмеження прав доступу: забезпечення принципу найменших привілеїв, тобто надання кожному користувачеві лише необхідних прав доступу до

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		80

системі даних. Це знижує ризик несанкційованого доступу та мінімізує потенційне поширення шкідливого програмного забезпечення.

Моніторинг та виявлення загроз: розгортайте системи моніторингу та виявлення вторгнень для відстеження підозрілої активності в мережі та системах. Це дозволить вчасно реагувати на потенційні загрози та вживати відповідних заходів.

Регулярне оновлення та виправлення: важливо своєчасно оновлювати програмне забезпечення та застосовувати патчі безпеки для усунення вразливостей, які можуть бути використані зловмисниками. Контроль робочого часу, належний контроль робочого часу, включаючи перерви та періоди відпочинку, може допомогти уникнути перевтоми та знизити ризик втоми і вигорання.

Для того щоб створити безпечні умови для праці робітників вживаються заходи з охорони праці. Організуйте навчання для працівників з питань охорони здоров'я, кібербезпеки та безпечних ІТ-практик. Усвідомлення потенційних ризиків та навички використання безпечних практик допоможуть уникнути нещасних випадків та небезпеки для здоров'я.

Охорона праці в ІТ необхідна для безпеки та здоров'я працівників, профілактики професійних захворювань та підтримки продуктивності.

Висновок до шостого розділу

Охорона праці в ІТ-секторі є важливим фактором забезпечення безпеки та здоров'я працівників. Швидкий технологічний розвиток і постійні зміни вимагають постійного оновлення знань і усвідомлення ризиків.

Застосування ергономічних принципів, належне освітлення робочого середовища, управління стресом, безпека комп'ютерних систем, електробезпека та інформаційна безпека є важливими складовими охорони праці в ІТ-секторі. Дотримання цих принципів може запобігти травмам, негативним наслідкам для здоров'я, витоку даних та кібератакам.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		81

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті дипломної роботи були отримані такі основні результати:

Описано характеристики мережі доступу та важливість забезпечення швидкого та надійного доступу до інформації: цей аналіз дає змогу зрозуміти ключові характеристики мережі доступу та їх вплив на швидкість та надійність передачі даних.

Огляд різних типів топологій: було зазначено, що при проектуванні мережі слід розглядати різні типи топологій, такі як зірка, дерево та повністю зв'язана топологія, щоб визначити їх переваги та обмеження і вибрати найкраще рішення.

Постановка завдання проекту та вибір комп'ютерної мережі: встановлено, що вибір типу мережі повинен відповідати розміру мережі, її вимогам до швидкості та надійності, а також доступним технологіям. Оптимальне розташування точок доступу визначається з урахуванням географічних і топографічних особливостей мережі.

Оцінка ефективності та продуктивності мережі доступу: розраховано параметри мережі, такі як середня довжина лінії доступу, інтенсивність навантаження та пропускна здатність. Це важливо для забезпечення оптимальної продуктивності мережі та прогнозування рівня обслуговування користувачів.

Вибір обладнання для мережевого доступу: розглянуті різні типи обладнання, наприклад комутатори, маршрутизатори та точки доступу, а також їхні функції та можливості. Вибір конкретного обладнання залежить від потреб проекту, бюджету та вимог до мережі.

Огляд важливості охорони праці в ІТ: Були розглянуті питання охорони здоров'я та безпеки для працівників інформаційних технологій для забезпечення продуктивного та здорового робочого середовища.

Ці результати дають розуміння ключових аспектів проекту і є основою для подальшого розвитку та вдосконалення системи мережі доступу.

					<i>КРБ.КІ.1.440-03.2.5</i>	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		82

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Функціональна схема|| *introduction*, 2021. *YouTube: Star Topology using Switch #04 cisco packet tracer*
<https://www.youtube.com/watch?v=O7HLF0NtXcc>
2. *Simulate FTP Server #11 cisco packet tracer*
<https://www.youtube.com/watch?v=20eyGUvulrw>
3. *Configure Layer 3 Switching and inter-VLAN Routing*
<https://www.youtube.com/watch?v=EM-etxhNjnY>
4. підручник / Л. А. Катренко, А. В. Катренко ; за наук. ред. В. В. Пасічника. — Львів : Магнолія 2006, 2012. — 544 с. : іл., табл. — (Комп'ютинг)
5. Сахарова С.В Оцінка впливу варіації прогнозованих параметрів на характеристики мереж доступу; дис канд. техн наук: 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. – Одеса,2011 – 185.
6. Бондаренко А.А. Синтез топологічної структури мереж доступу: дис канд.техн. наук: 05.12.02. – телекомунікаційні системи та мережі- Одеса, 2013 – 148 с.
7. Гайворонська Г.С. Концепція доступу до використання. - Одеса: АГХ, 2008.- 408 с.
8. Гайворонська Г. С. Структура та функції мереж доступу. - Одеса: АГХ, 2008.- 67 с.
9. Топологія мереж — Вікіпедія
https://uk.wikipedia.org/wiki/Топологія_мереж
10. Сплітер — Вікіпедія <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сплітер>
11. *Switches 3850 and 3750 on Cisco Packet Tracer*
<https://community.cisco.com/t5/switching/switches-3850-and-3750-on-cisco-packet-tracer/td-p/4063695>
12. Методичні вказівки до оцінки науково-технічної ефективності розробки нової технології, нового обладнання та інших інновацій. Для студентів

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		83

всіх спеціальностей СВО «бакалавр» і «магістр» денної і заочної форм навчання. Укладачі: Басюркіна Н.Й., Свистун Т.В. Одеса: ОНТУ, 2022 р. 18 с.

13. Карта селища міського типу Жеребково *Earth 3D Map - Travel around the world* <https://earth3dmap.com/#?l=Жеребкове>

					КРБ.КІ.1.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		84

ДОДАТОК А

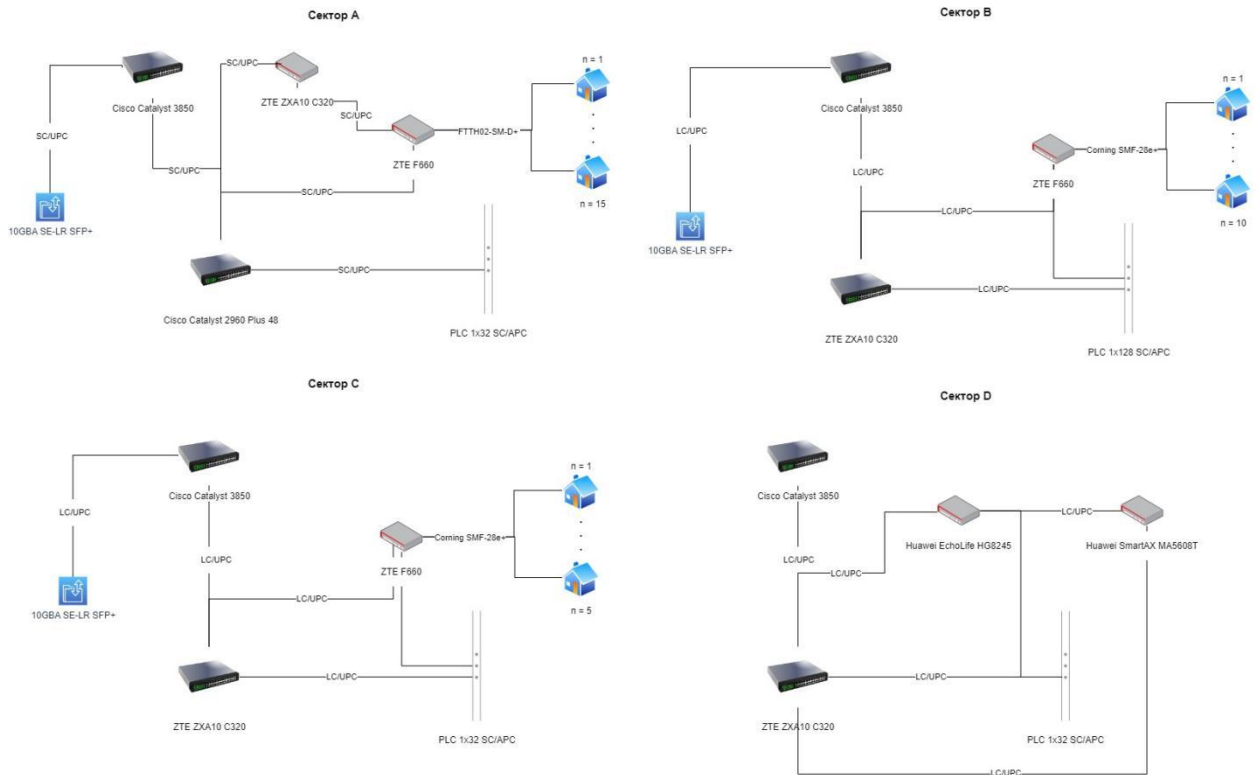


Рисунок А.1 – Функціональна схема секторів А, В, С, D

Сектор А

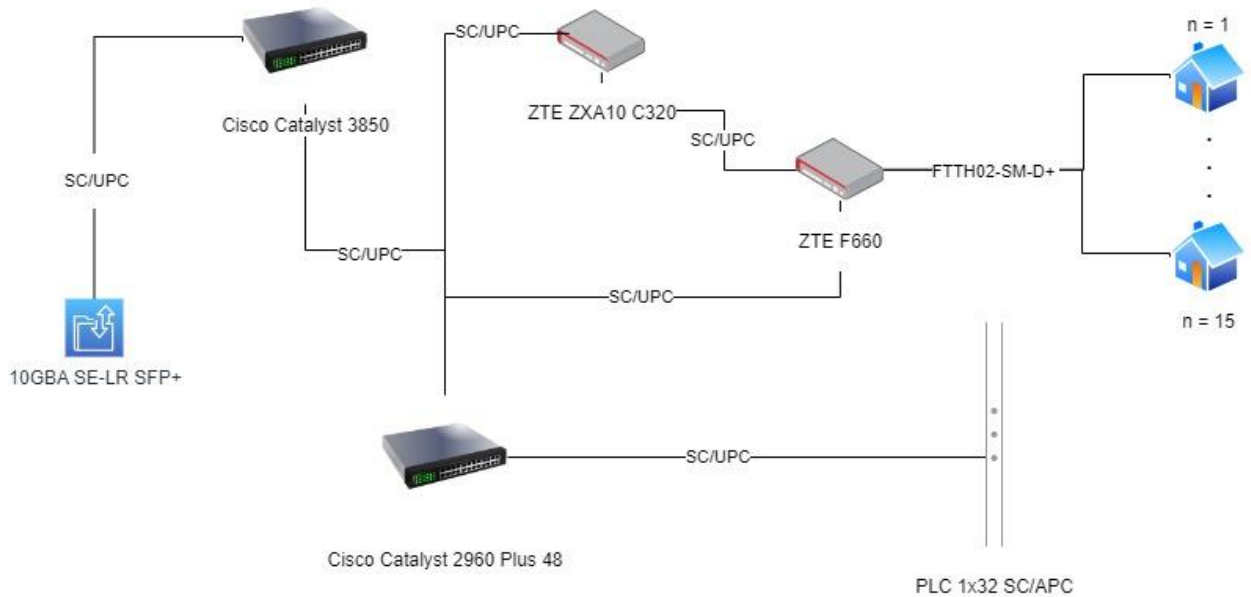


Рисунок А.2 – Функціональна схема сектору А

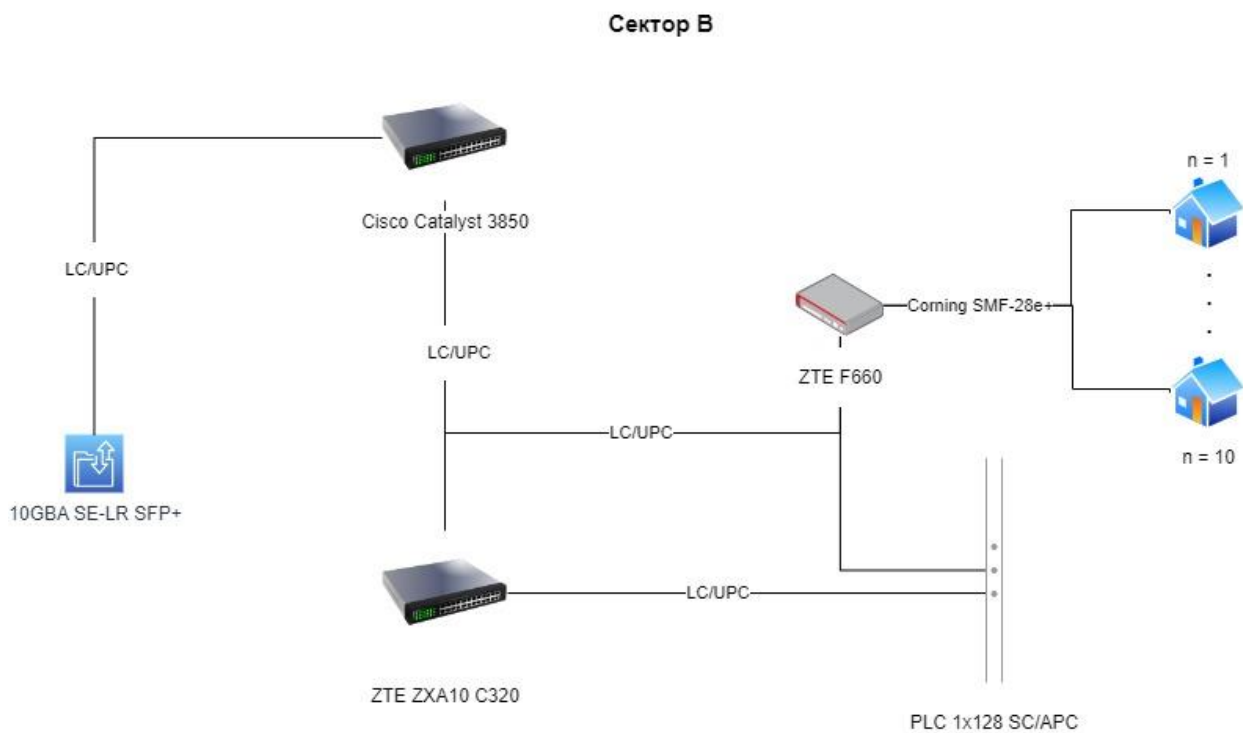


Рисунок А.3 – Функціональна схема сектору В

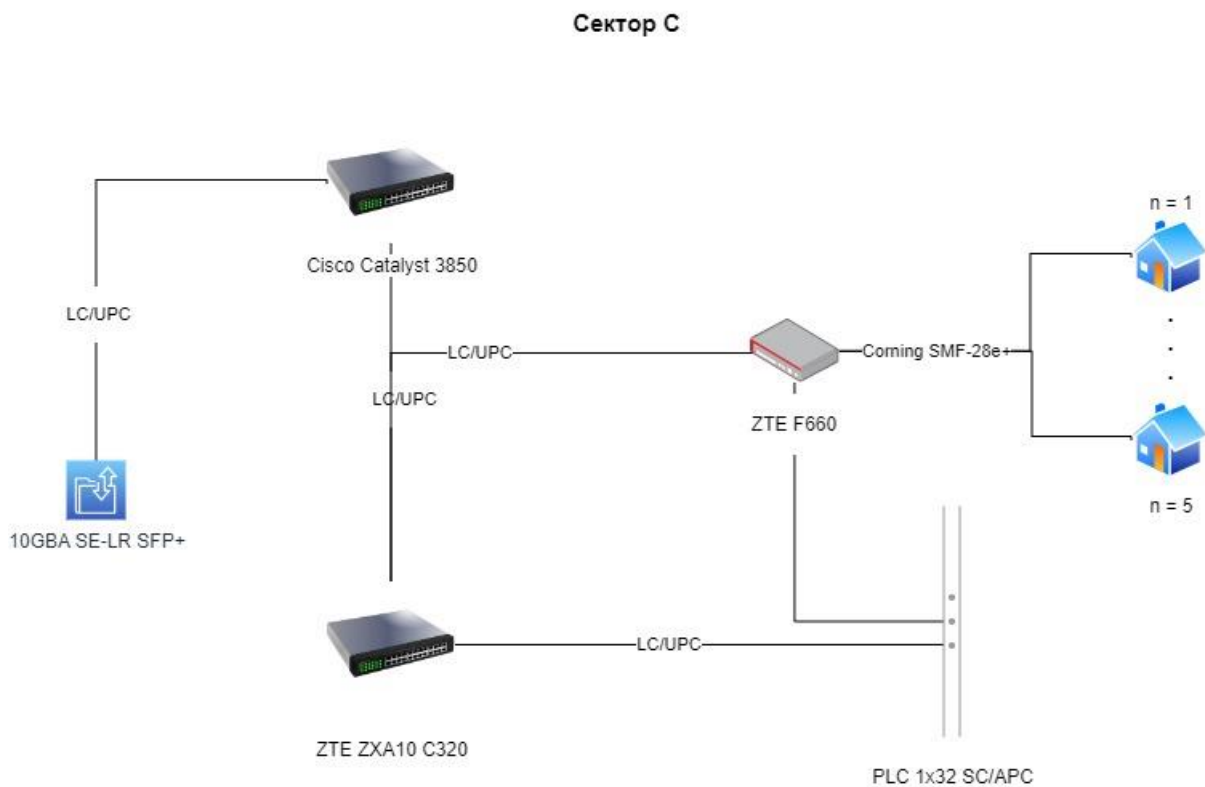


Рисунок А.4 – Функціональна схема сектору С

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

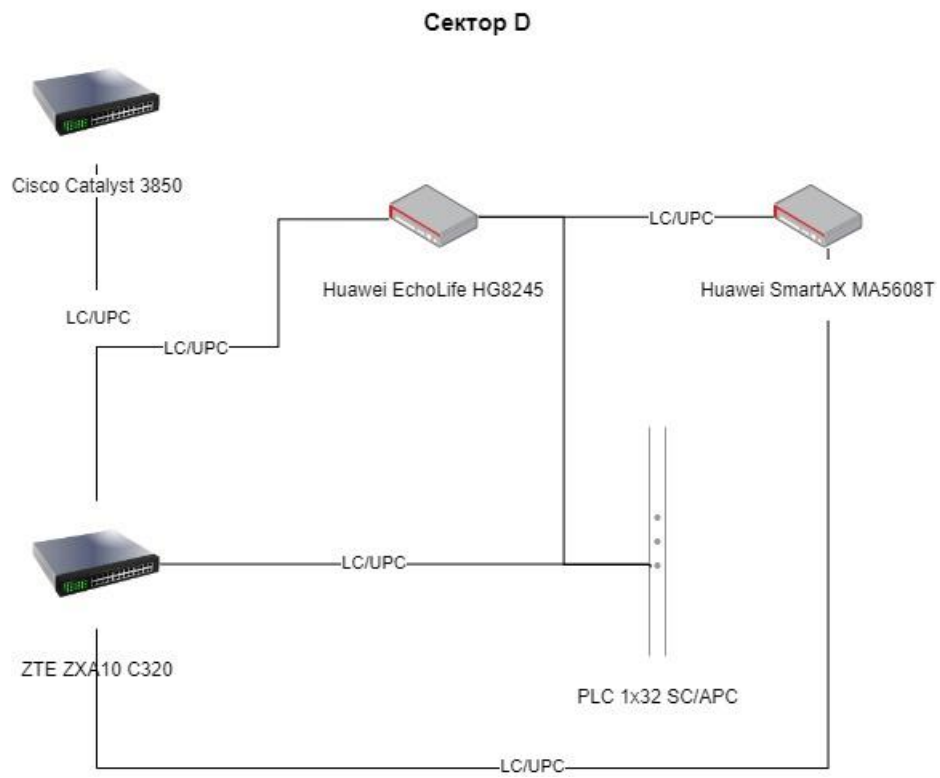


Рисунок А.5 – Функціональна схема сектору D

					КРБ.КІ.2.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		87

ДОДАТОК Б

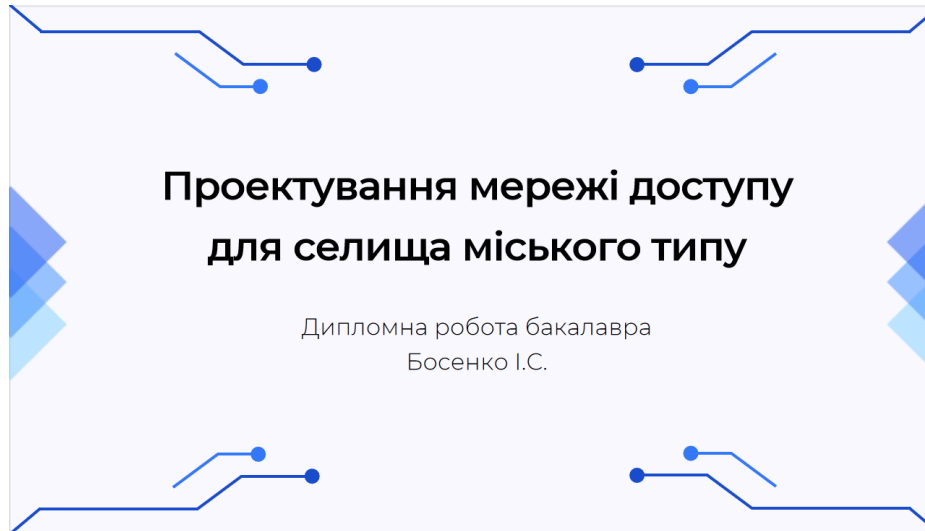


Рисунок В.1 – Слайд №1

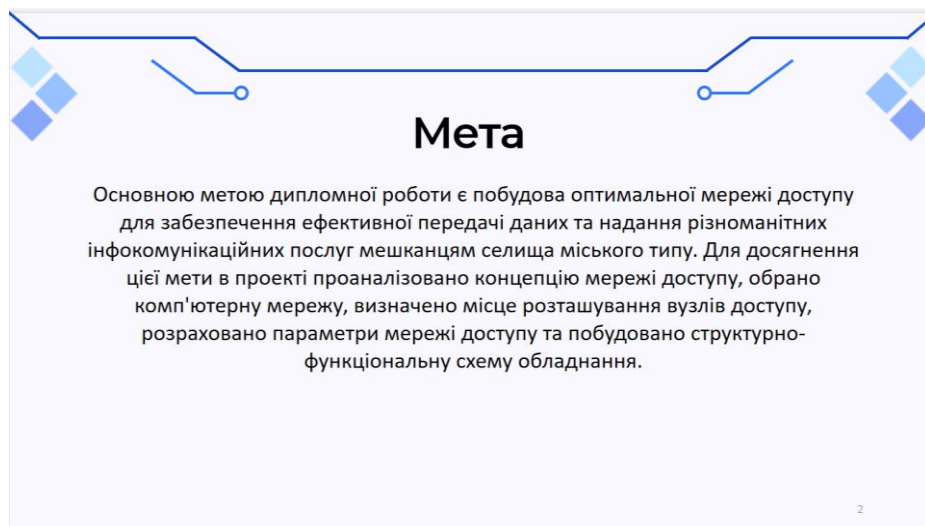


Рисунок В.2 – Слайд №2

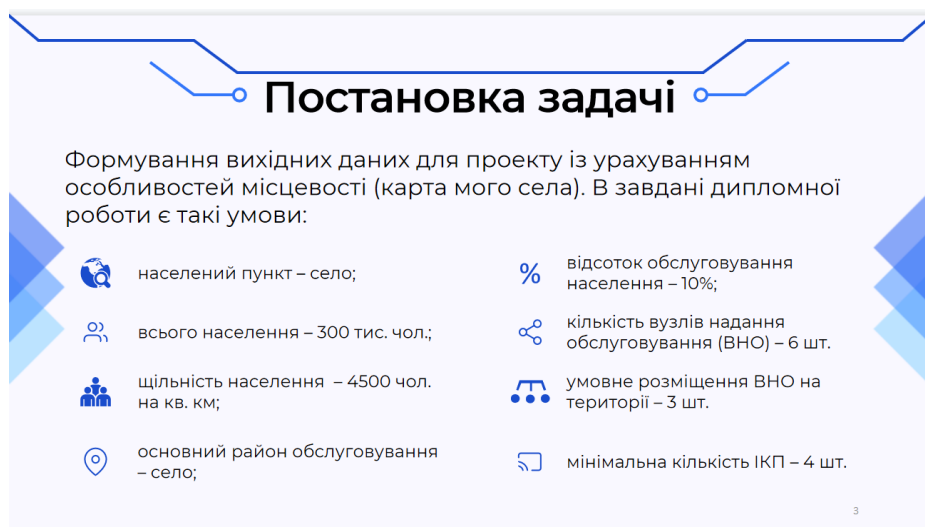


Рисунок В.3 – Слайд №3

					КРБ.КІ.0.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		88

Мапа

Я сформував карту території і провів дослідження на основі опитування жителів селища міського типу і детального опису території. Охарактеризував будівлі, що будуть використані для селища міського типу користувачів на проєктованій МД:

- 1 будинки першого типу;
- 2 будинки другого типу;
- 3 будинки третього типу;
- 4 адміністративний сектор.



Рисунок В.4 – Слайд №4

Провів розрахунок середньої довжини ЛД для кожного сектору (А,В,С,Д):

Сектор А: $a = 500$ м, $b = 1650$ м;

$$l_{\text{длса}} = \frac{500 + 1650}{4} = 500$$

Сектор В: $a = 1200$ м, $b = 600$ м;

$$l_{\text{длсв}} = \frac{1200 + 600}{4} = 450 \text{ м}$$

Сектор С: $a = 875$ м, $b = 320$ м;

$$l_{\text{длсс}} = \frac{650 + 3400}{4} = 1012,5 \text{ м}$$

Сектор D: $a = 650$ м, $b = 3400$ м

$$l_{\text{длсд}} = \frac{960 + 550}{4} = 317,5 \text{ м}$$

Рисунок В.5 – Слайд №5

Структурна схема мережі доступу

Для побудови структурної схеми було виконано наступні дії:

- 1 визначено взаємозв'язок між вузлами доступу та вузлами надання послуг, для цього був проведений розподіл послуг по ВВП. Згідно завданню проєктована мережа буде надавати 20 послуг, при цьому кожний ВВП надає свій перелік послуг;
- 2 обрано топологію транспортного сегмента, тобто взаємозв'язок між кожним ВД і ВВП;
- 3 за результатами було наведено окремо схеми з'єднання кожного ВД з конкретними ВВП Для секторів «А,В,С,Д»

Рисунок В.6 – Слайд №6

Провів розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для сектора "А":

$$N_1 = 2400 \quad N_2 = 0,03 \cdot 2400 = 72$$

$$N_{\text{тп вдр}} = (2400 + 72) \cdot 1,15 = 2843$$

$$\omega_{\text{лд лс}} = 3601 \frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}$$

Провів постановку отриманих значень у формулу:

$$\omega_{\text{вд}} = 3601 \cdot 2843 = 10237643 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 10,24 = \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right)$$

Рисунок В.7 – Слайд №7

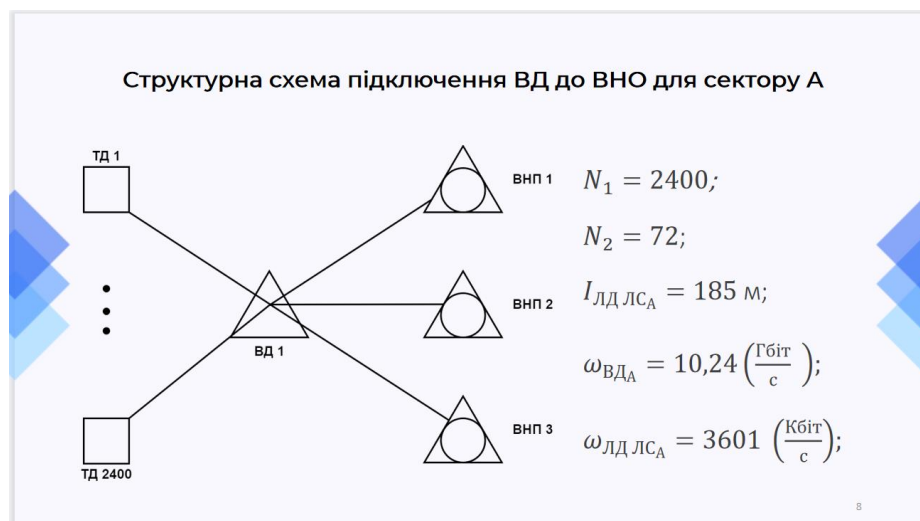


Рисунок В.8 – Слайд №8

Провів розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для сектора "В":

$$N_1 = 2880 \quad N_2 = 0,03 \cdot 2880 = 86$$

$$N_{\text{тп вдр}} = (2880 + 86) \cdot 1,15 = 3411$$

$$\omega_{\text{лд лс}} = 2168 \frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}$$

Провів постановку отриманих значень у формулу:

$$\omega_{\text{вд}} = 2168 \cdot 3411 = 7395048 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 7,4 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right)$$

Рисунок В.9 – Слайд №9

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат

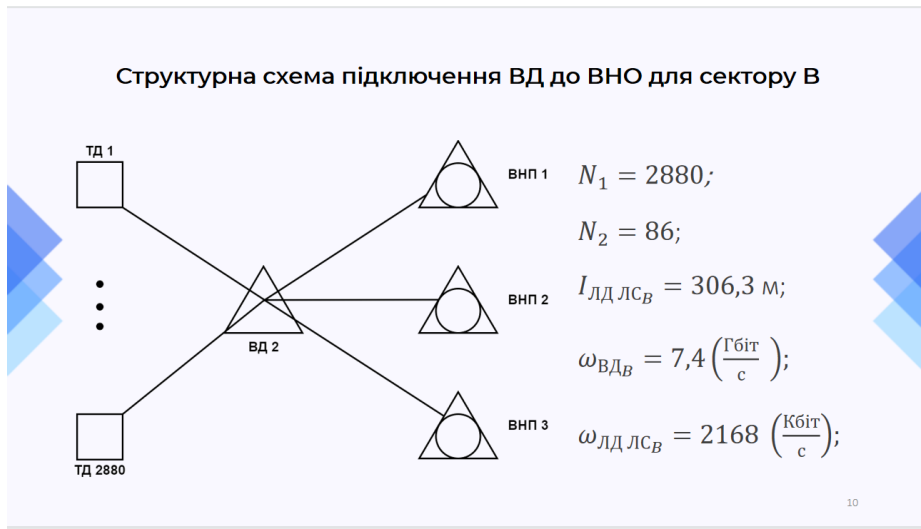


Рисунок В.10 – Слайд №10

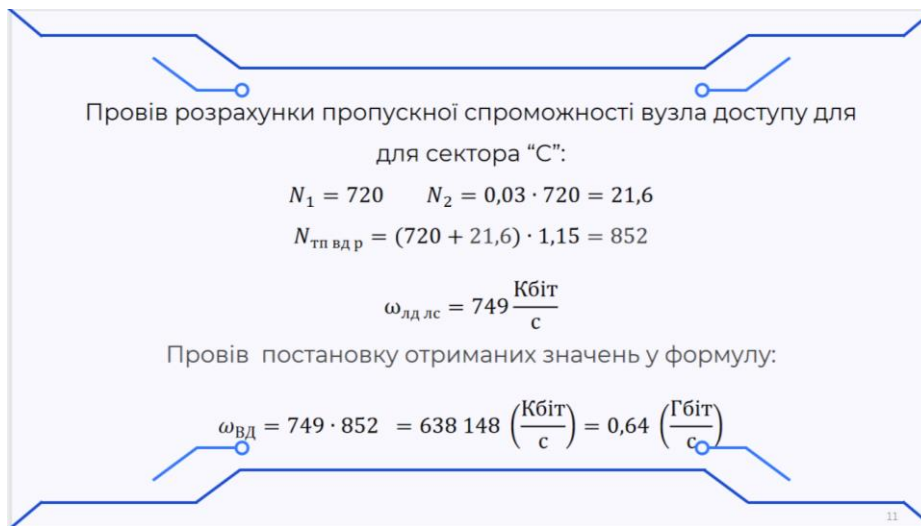


Рисунок В.11 – Слайд №11

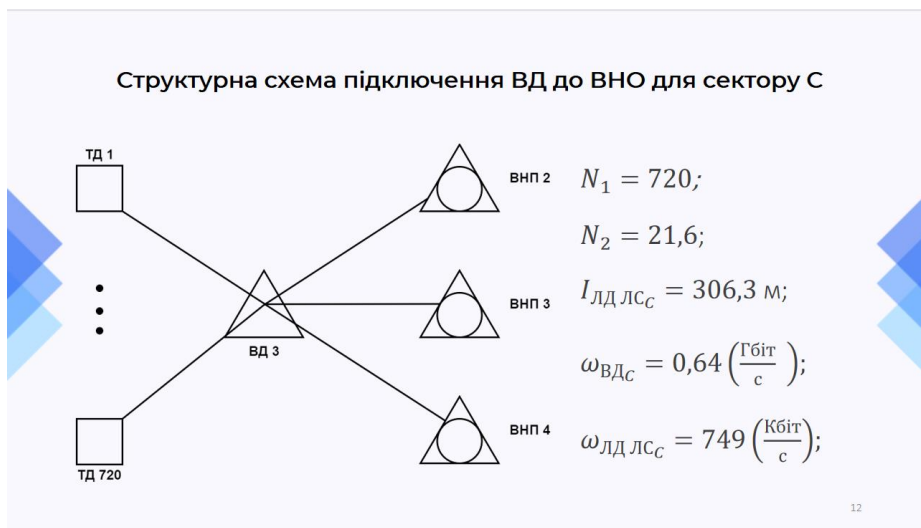


Рисунок В.12 – Слайд №12

Провів розрахунки пропускної спроможності вузла доступу для сектора "D":

$$N_1 = 45 \quad N_2 = 0,03 \cdot 45 = 1,35$$

$$N_{\text{тп вдр}} = (45 + 1,35) \cdot 1,15 = 53$$

$$\omega_{\text{лд лс}} = 368 \frac{\text{Кбіт}}{\text{с}}$$

Провів постановку отриманих значень у формулу:

$$\omega_{\text{вд}} = 368 \cdot 53 = 19504 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right) = 0,02 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right)$$

Рисунок В.13 – Слайд №13

Структурна схема підключення ВД до ВНО для сектору D

ВНП 1 $N_1 = 52;$
 $N_2 = 1,56;$
 $I_{\text{лд лсD}} = 1012,5 \text{ м};$
 $\omega_{\text{вдD}} = 0,02 \left(\frac{\text{Гбіт}}{\text{с}} \right);$
 $\omega_{\text{лд лсD}} = 368 \left(\frac{\text{Кбіт}}{\text{с}} \right);$

Рисунок В.14 – Слайд №14

Виконав розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД 1 у напрямку конкретних ВНО1:

$$V_{\text{ВД1-ВНО1 нисх.}} = 2400 \cdot 0,458 = 1099,2 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{\text{ВД1-ВНО1 висх.}} = 2400 \cdot 2,614 = 6273,6 \text{ Мбіт/с}$$

Виконав розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД3 у напрямку конкретних ВНО3:

$$V_{\text{ВД3-ВНО3 нисх.}} = 720 \cdot 0,23 = 165,6 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{\text{ВД3-ВНО3 висх.}} = 720 \cdot 0,518 = 372,96 \text{ Мбіт/с}$$

Виконав розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД2 у напрямку конкретних ВНО2:

$$V_{\text{ВД2-ВНО2 нисх.}} = 2880 \cdot 0,611 = 1760 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{\text{ВД2-ВНО2 висх.}} = 2880 \cdot 1,11 = 3196,8 \text{ Мбіт/с}$$

Виконав розрахунок сумарного інтенсивного навантаження на виході ВД4 у напрямку конкретних ВНО1:

$$V_{\text{ВД4-ВНО1 нисх.}} = 53 \cdot 0,035 = 1,855 \text{ Мбіт/с}$$

$$V_{\text{ВД4-ВНО1 висх.}} = 53 \cdot 0,507 = 26,871 \text{ Мбіт/с}$$

Рисунок В.15 – Слайд №15

Визначив пікове значення мультисервісного навантаження для ВД1 для групи А:

ВНО _i	V ^A _{ВД2-ВНОi}		√P ^A		V ^A _{ВД2-ВНОi пік}	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	656,64	1468,8	332005.59	166011370.51	1809.04	27237.8
ВНО2	1753,92	3196,8	2584037.71	8584405.40	4968.9	9056.6
ВНО3	918,72	1523,52	1561485.91	1972946.21	3417.72	4332.72

Визначив пікове значення мультисервісного навантаження для ВД2 для групи В:

ВНО _i	V ^A _{ВД1-ВНОi}		√P ^A		V ^A _{ВД1-ВНОi пік}	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	1101,6	7413,6	966.1	6505.41	3033.8	87124.4
ВНО2	1504,8	2664	1379.2	2441.6	4263.2	7147.2
ВНО3	765,6	1269,6	705.8	1170.51	2177.2	3610.6

17

Рисунок В.16 – Слайд №16

Сумарна пропускна спроможність тракту між ВД та ВНО розраховується за наступною формулою:

$$W_{\text{тракту ВД1-ВНОi}} = V_{\text{ВД1-ВНОi}}^A \cdot \delta_{\text{висх}} + V_{\text{ВД1-ВНОi}}^A \cdot \delta_{\text{нисх}} + V_{\text{ВД1-ВНОi пік}}^A \cdot \delta_{\text{висх}} + V_{\text{ВД1-ВНОi пік}}^A \cdot \delta_{\text{нисх}}$$

Розрахував сумарну пропускну спроможність тракту між ВД1 та ВНОi для сектору А:

ВНО _i	V ^A _{ВД2-ВНОi}		δ		V ^A _{ВД2-ВНОi пік}		W _{тракту ВД2-ВНОi}
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО1	1104	6173.6	968.8	5417.05	3033.8	87124.4	103821.65
ВНО2	1466.9	2664	1344.4	2441.6	4263.2	7147.2	19327.3
ВНО3	552	1243.2	508.92	1146.2	2177.2	3610.6	9268.12

Визначив пікове значення мультисервісного навантаження для ВД3 для групи С:

ВНО _i	V ^A _{ВД2-ВНОi}		√P ^A		V ^A _{ВД2-ВНОi пік}	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО1	0.265	0.265	0.0541	0.0541	0.725	0.725
ВНО5	4.611	244.383	2315.33	14930.763	100.8	488.783
ВНО6	1,749	4,028	0.7648	28.309	3.549	14.668

18

Рисунок В.17 – Слайд №17

Визначив пікове значення мультисервісного навантаження для ВД4 для групи D:

ВНО _i	V ^A _{ВД2-ВНОi}		√P ^A		V ^A _{ВД2-ВНОi пік}	
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.
ВНО2	2,88	7,2	6,97	43,55	8,08	13,7
ВНО3	217,44	365,8	40188.13	1133738.194	618.47	1430.6
ВНО4	596,16	617,04	195473.71	209406.099	1038.26	1074.64

Розрахував сумарну пропускну спроможність тракту між ВД4 та ВНОi для сектору D:

ВНО _i	V ^D _{ВД2-ВНОi}		δ		V ^D _{ВД2-ВНОi пік}		W _{тракту ВД2-ВНОi}
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО1	0.265	0.265	20.99	119.276	0.725	0.725	142,0075
ВНО5	4.611	244.383	260.044	4.24	100.8	488.783	1102,861
ВНО6	1,749	4,028	0.858	1,976	3.549	14.668	25,97

19

Рисунок В.18 – Слайд №18

Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат

КРБ.КІ.0.440-03.2.5

Арк.

93

Розрахував сумарну пропускну спроможність тракту між ВД2 та ВНОі для сектору В:

ВНОі	$V_{ВД2-ВНОі}^{\square}$		δ		$V_{ВД2-ВНОі}^A$ пік		$W_{\text{тракту ВД2-ВНОі}}$
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО1	1319.04	7528.32	1157.45	6606.07399	1809.04	27237.8	45657.724
ВНО2	1759	3196.8	1312.2	2929.916	4968.9	9056.6	23223.4
ВНО3	662.4	1491.84	610.703	1375.409	3417.72	4332.72	11890.762

Розрахував сумарну пропускну спроможність тракту між ВД3 та ВНОі для сектору С:

ВНОі	$V_{ВД3-ВНОі}^{\square}$		δ		$V_{ВД3-ВНОі}^A$ пік		$W_{\text{тракту ВД3-ВНОі}}$
	нисх.	висх.	нисх.	висх.	нисх.	висх.	
ВНО2	439.92	1008	162564.869	853493.76	403.193	923.847	1018833.59
ВНО3	165.6	372.96	23309.856	120453.4	152.675	347.064	144801.555
ВНО4	601.2	940.32	198792.792	486310.936	445.862	697.36	1250424.11

20

Рисунок В.19 – Слайд №19

За допомогою значень розрахунків я обрав обладнання для функціональної схеми

Обладнання для будинків першого типу	Обладнання для будинків другого типу	Обладнання для адміністративного сектору:	Обладнання для будинків третього типу
Комутатор 3-го рівня Cisco Catalyst 3850	Комутатор 3-го рівня Cisco Catalyst 3850	Комутатор 3-го рівня Cisco Catalyst 3850	Комутатор 3-го рівня Cisco Catalyst 3850
Оптичний лінійний термінал (OLT) Cisco Catalyst 2960 Plus 48 10/100+2 T/SFP LAN Lite	Оптичний лінійний термінал (OLT) ZTE ZX10 C320	Оптичний лінійний термінал (OLT) ZTE ZX10 C320	Оптичний лінійний термінал (OLT) ZTE ZX10 C320
Абонентський термінал (ONU) ZTE F660	Абонентський термінал (ONU) ZTE F660	Абонентський термінал (ONU) Huawei EchoLife HG8245	Абонентський термінал (ONU) ZTE F660
Спліттер дільник PLC 1x32 SC/APC	Спліттер PLC 1x128 SC/APC	Спліттер 1x32 SC/APC для PLC	Спліттер 1x24 SC/APC
Трансівер 10GBASE-LR CFP+:	Трансівер 10GBASE-LR CFP+	Трансівер 10GBASE-LR SFP+	Трансівери 10GBASE-LR SFP+
PON-бокс ZTE ZX10 C320	PON-бокс Huawei Smart AX MA5680T	PON-бокс Huawei Smart AX MA5680T:	PON-боксы Huawei Smart AX MA5680T:

Рисунок В.20 – Слайд №20

					КРБ.КІ.0.440-03.2.5	Арк.
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дат		94