

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-06

Дипломний проект

здобувача освіти денної форми навчання

КГ.06.06.000.ДП

***ДИШЛЕВОГО
ОЛЕКСІЯ ОЛЕКСІЙОВИЧА***

**м. Одеса
2023 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-06

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 84 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 15 аркушах (слайдах).

Дипломник  (Дишлевий О.О.)

Керівник  (Кривченко А.А.)

Консультанти:

з економічної частини  (Копайгородська Т.Г.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД  (Петрашова В.І.)

старший консультант  (Кривченко А.А.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії  (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення  (Скорнякова О.В.)


Захист « 24 » сервія 2023 р. Протокол ДКК № 6

Оцінка ДКК 4 (добре)

Секретар ДКК 

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та Ш
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Заст. дир. з НВР 
Беркань І.В.
“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

Здобувачеві (здобувачці) освіти Дишлевому Олексію Олексійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси

затверджена наказом по коледжу від “ 17 ” жовтня 202 2 р. № 235-A2-ОД

2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) 12.06.2023

3. Вихідні данні до проекту (роботи) 1. Київський район м. Одеси, поділений на мікрорайони;
2. Передбачити для населення послуги IP-телефонії, SIP-транк, передачу даних за технологію
VPN, факс, доступ до інтернет, IPTV; 3. Джерело послуг – Укртелеком; 4. Доступ користувачів
мережі до Internet за технологіями Fast Ethernet та Gigabit Ethernet; 5. Максимальна відстань
горизонтальної проводки не більше 100 м.

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

Аналітична частина, розрахунок трафіку NGN-мережі

Вибір концепції побудови NGN-мережі

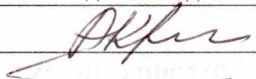
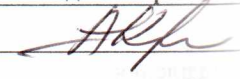


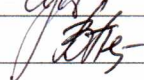
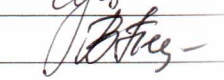
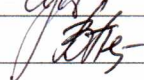
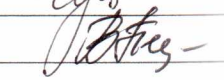
Синтез NGN-мережі та структурованої кабельної системи

IP-проекування NGN-мережі та конфігурація устаткування

Реалізація доступу до послуг NGN-мережі

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)
Узагальнена структура інформаційної взаємодії господарчих об'єктів у густонаселеному районі;
Варіанти побудови мереж FTТх; Архітектура магістрального рівня проектованої мережі; Структурна
схема мультисервісної мережі Київського р-ну м.Одеси; Функціональна схема мультисервісної мережі
Київського р-ну м.Одеси; Структура кабельної системи; Схема кабельної магістральної мережі; Схема
з'єднань між активним обладнанням для багатоповерхової забудови та для приватного сектору; Схема
з'єднань між активним обладнанням багатоповерхової забудови; Топологічна схема мультисервісної
комунікаційної мережі

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Технологічний розділ	Кривченко А.А.		
2. Екон. частина	Копайгородська Т.Г.		
3. Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		

7. Дата видачі завдання 01.05.2023

Керівник

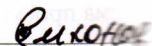
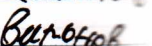
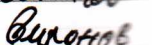
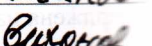
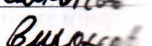
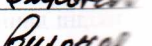
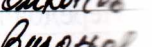
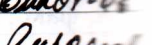
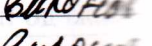
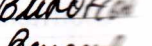
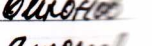
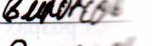
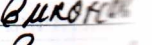
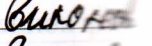
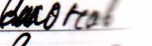
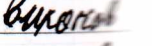
Кривченко А.А.


(підпис)

Завдання прийняв до виконання


(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

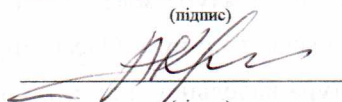
№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Вступ. Постановка задачі проектування	22.05.2023	
2.	Аналіз технічного завдання та пошук літератури	24.05.2023	
3.	Аналіз об'єкта, для якого проектується мережа	25.05.2023	
3.	Розрахунок абонентів та вибір концепції мережі NGN	26.05.2023	
5.	Вибір мережевих технологій для мережі рівня доступу	29.05.2023	
6.	Вибір системи передачі даних	30.05.2023	
7.	Опис типових архітектурних рішень обраних технологій	31.05.2023	
8.	Побудова схеми з'єднання між активним обладнанням	1.06.2023	
9.	Вибір активного мережевого устаткування	2.06.2023	
10.	Структурована кабельна система	5.06.2023	
11.	Розробка СКС для одного з вузлів мережі	6.06.2023	
12.	Магістральна кабельна підсистема	7.06.2023	
13.	Горизонтальна кабельна підсистема	8.06.2023	
14.	IP-проектування та опис доступу до послуг мережі	9.06.2023	
15.	Економічні розрахунки і розробка питань охорони праці	10.06.2023	
16.	Виконання графічної частини проекту	11.06.2023	

Дипломник



(підпис)

Керівник



(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Технологічний розжіл.....	8
1.1 Опис об'єкта, для якого проектується NGN-мережа.....	8
1.2 Аналіз стану ринку телекомунікаційних послуг у м.Одеса.....	10
1.3 Розрахунок кількості абонентів для NGN-мережі.....	10
1.4 Інформаційна модель об'єктів NGN-мережі.....	13
1.5 Розрахунок трафіку мультисервісної мережі.....	17
1.6 Вибір побудови магістральної мережі	Ошибка! Закладка не определена.
1.7 Вибір мережевих технологій для мережі рівня доступу	23
1.8 Архітектурне рішення для обраних технологій	25
1.9 Синтез структурної схеми NGN-мережі	28
1.10 Розробка функціональної схеми NGN-мережі	31
1.11 Вибір активного мережевого устаткування	34
1.11.1 Вибір комутатору агрегації	34
1.11.2 Вибір комутатору доступу	35
1.11.3 Вибір GePON OLT комутаторів	36
1.11.4 Вибір GePON ONU пристроїв	37
1.11.5 Вибір мультиплексу IP DSLAM VDSL2	38
1.12 Розподіл активного мережевого устаткування	38
1.13 Розробка СКС для одного з вузлів мережі.....	39
1.14 Розробка магістральної кабельної підсистеми.....	40
1.14.1 Топологія магістральної кабельної підсистеми	40
1.14.2 Вибір типу оптоволоконного кабелю	42
1.15 Проектування горизонтальної кабельної підсистеми.....	44
1.15.1 Вибір топології горизонтальної кабельної підсистеми	44
1.15.2 Вибір кабелю для горизонтальної кабельної підсистеми	46
1.6 Проектування структурованої кабельної системи мікрорайону.....	46
1.7 Розподіл адресного простору проектованої NGN-мережі	52

1.18 Конфігурація устаткування NGN-мережі	55
1.19 Конфігурація доступу до Інтернет у NGN-мережі	59
1.20 Конфігурація списків доступу	60
1.21 Реалізація доступу до послуг NGN-мережі.....	61
1.21.1 Доступ до мережі Інтернет.....	61
1.21.2 Організація IP-телефонії	62
1.21.3 Організація віртуальної приватної мережі	62
1.21.4 Організація послуги IPTV	62
2 Економічна частина	63
3 Охорона праці.....	69
Висновки.....	74
Перелік використаних джерел.....	75
Додаток А. Розподіл вхідного навантаження	76
Додаток Б. Слайди мультимедійної презентації	78

ВСТУП

Основне завдання мультисервісних мереж полягає в забезпеченні співіснування й взаємодії різнорідних комунікаційних підсистем у єдиному транспортному середовищі, коли для передачі звичайного трафіку (даних) і трафіку реального часу (голосу й відео) використовується єдина інфраструктура.

Головна причина для подальшої модернізації ширококутових мереж – це мультимедійні послуги з передачі UHD-потоків.

В даний час широко використовувані системи передачі відносяться до синхронної ієрархії – SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Системи SDH забезпечують високі швидкості передачі і можуть транспортувати як сигнали існуючих цифрових систем, так і нових перспективних служб, в тому числі ширококутових. Апаратура SDH є програмно – керованою і інтегрує в собі засоби перетворення, передачі, оперативного перемикавання, контролю, управління. Завдяки тому, що система забезпечує резервування на апаратному рівні, у оператора зв'язку з'являється можливість використання високонадійного і разом з тим компактного обладнання на рівні доступу. Тому впровадження SDH є якісно новим етапом розвитку цифрової мережі зв'язку.

Метою даного дипломного проекту є надання мешканцям густонаселених районів м.Одеси послуг ширококутового доступу по одному каналу до мережі Інтернет, IPTV та IP-телефонії. Кінцевим користувачам економічно більш вигідне підключення до Інтернет по виділеному швидкісному каналу за рахунок того, що в такому випадку оплачується трафік, а не тривалість з'єднання.

Для забезпечення стабільного функціонування мережа повинна мати надійні кабельні з'єднання, правильну топологію, грамотно обрані місця розташування устаткування. У даному дипломному проекті пророблені всі аспекти для створення якісної, сучасної мультисервісної мережі на прикладі густозаселеного мікрорайону м.Одеси, які в даний момент мають практичну реалізацію й підтвердження правильності технічних розв'язок у багатьох містах світу.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис об'єкта, для якого проектується NGN-мережа

У даному дипломному проекті описується розробка мультисервісної мережі для одного з густонаселених районів на прикладі Київського району м. Одеса.

Район є одним з кращих районів міста в плані виробництва, торгівлі та культурного розвитку. Київський район займає територію 4770 га з населенням біля 300 тис. чоловік.

В Київському районі м. Одеса розташовано багато навчальних і медичних закладів, бібліотек, санаторіїв, готелів, пансіонатів, адміністративних будівель і торгових центрів (супермаркетів і гіпермаркетів).

Присутня розвинена дорожня мережа. Основну частину району становить житлова забудова, однак на його кордонах присутні також і промислові будови.

У Київському районі найбільш розвинені ті види підприємств, діяльність яких спрямована на забезпечення соціальних умов життя діяльності населення – торгівля, народна освіта, санітарно-курортні зони.

До Київського району також відноситься курортний ж/м «Чорноморка», в безпосередній близькості від якого знаходиться елітне котеджне селище Совін'йон. На території району розташований унікальний Меморіал героїчної оборони Одеси, присвячений героїчній обороні міста Одеси під час другої світової війни, до складу якого входять музей, виставка військової техніки під відкритим небом, батарея берегової оборони і великий парк – улюблене місце відпочинку місцевих жителів.

Будучи одним з центральних районів, Київський район м. Одеси в повній мірі забезпечений транспортом. Перевезення в районі здійснюють трамваї і тролейбуси, а також муніципальні автобуси, численні маршрутні таксі.

Виходячи з аналізу району та густонаселеності поділимо район на 8 мікрорайонів (рис.1.1).

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



Рисунок 1.1. Поділ Київського району м. Одеси на мікрорайони

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Аналіз стану ринку телекомунікаційних послуг у м.Одеса

В м.Одеса представлено багато операторів зв'язку. Найбільш великими серед операторів зв'язку є ВАТ «Укртелеком», «Triolan», «ICN», «Blacksea», «ОМС», «АРС», ТГ Vega та мобільні оператори. Однак існуючі оператори не можуть повністю задовольнити потреби мешканців густонаселених районів в послугах зв'язку. В Київському районі представлені також компанії, які надають доступ до мережі Internet, однак вони не надають послуг телефонії, а їхні мережі не є мультисервісними (NGN), на які зараз все більше збільшується попит.

Побудова NGN-мереж з інтеграцією різних послуг є одним з найбільш перспективних напрямків розвитку телекомунікаційних мереж в Київському районі. Основне завдання мультисервісних мереж полягає в забезпеченні співіснування й взаємодії різнорідних комунікаційних підсистем у єдинім транспортнім середовищі, коли для передачі звичайного трафіку (даних) і трафіку реального часу (голосу й відео) використовується єдина інфраструктура.

При створенні мультисервісної мережі досягається:

- скорочення витрат на канали зв'язку;
- скорочення витрат на адміністрування й підтримка працездатності мережі, зменшення сукупної вартості володіння;
- можливість проведення єдиної адміністративно-технічної політики в області інформаційного обміну;
- підвищення ефективності використання каналів зв'язки
- збільшення конкурентоспроможності організації за рахунок уведення в операційну діяльність нових корпоративних сервісів і додатків і, як наслідок, підвищення продуктивності праці співробітників.

Тому на основі опису існуючої мережі можна зробити висновок, що проєктована мережа стане конкурентоспроможною та актуальною для населення Київського району. Однак для надання таких послуг необхідно обрати джерело – материнську мережу. Тому, виходячи з тарифів за оренду каналу та надання відео-контенту та номерного ресурсу, було обрано оператора ВАТ «Укртелеком».

Акціонерне товариство «Укртелеком» – одна з найбільших

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

телекомунікаційних компаній в Україні, що пропонує своїм клієнтам у всіх регіонах країни практично всі види сучасних телекомунікаційних послуг. Як інфраструктурний оператор Укртелеком фокусується насамперед на розвитку швидкісної оптичної мережі інтернет-доступу, зокрема протягом останніх років втілює проект заміни мідних кабелів на оптичні. На початок 2021 року мережа інтернет-доступу Укртелекому охоплює 3322 населених пункти, понад 2000 територіальних громад, медичних і навчальних закладів підключено до оптичної інтернет-мережі оператора. Укртелеком один з найбільших платників податків та роботодавців у галузі.

1.3 Розрахунок кількості абонентів для NGN-мережі

Статистичний аналіз складу родин по Одеській області, проведений при виконанні проекту, показав, що кількісний склад не описується нормальним розподілом

$$\omega(n_c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_c} \exp\left[-\frac{(n_c - n_{ch})^2}{2\sigma_c^2}\right] \quad (1.1)$$

де: $n_{cp} = 4$ – середня кількість членів родини;

$\sigma_c = 1$ – СКО (розкид) кількості членів родини.

У середню статистичну родину входять два працюючі і два непрацюючі (один пенсіонер, один учень або один учень і одна дитина дошкільного віку) людини [1]. Розподіл кількісного складу родин наведено в таблиці 1.1

Таблиця 1.1. Розподіл ймовірностей родин з певною кількістю людей

Кількість людей	1	2	3	4	5	6	більш 6
Імовірність	0,0215	0,1359	0,3413	0,3413	0,1359	0,0215	0,0026

Склад кількості членів родини коливається в діапазоні 2÷5 людей з імовірністю 0,954. Для населення Київського району кількість членів родини $N_{сім}$ в середньому складає 3 людини:

$$N_{сім} = N_{ж} / (n_{cp} - 2\sigma_c); \quad (1.2)$$

$$N_{\text{сiм}}=139,2/3=46,4 \text{ тис. чол.}$$

Кількість населення працюючих на дрібних підприємствах $N_{\text{дп}}$ становить за даними статистики 5% від числа жителів району (Табл. 1.1):

$$N_{\text{дп}} = 0,05 \cdot N_{\text{м}}; \quad (1.3)$$

$$N_{\text{дп}} = 0,05 \cdot 139,2 = 6,96 \text{ тис. чол.}$$

Виходячи з того, що в середньому на дрібному підприємстві зайнято дві працюючих людини ($n_{\text{дп}}=4$), кількість дрібних підприємств $N_{\text{дп}}$:

$$N_{\text{дп}} = N_{\text{дп}} / n_{\text{дп}}; \quad (1.4)$$

$$N_{\text{дп}} = 6,96/4 = 1,74 \text{ тис.}$$

Кількість абонентів визначається з огляду на присутність у даному районі інших операторів (70% фізичних осіб і 80% юридичних осіб):

$$N_{\text{аб}} = 0,3 \cdot N_{\text{сiм}}; \quad (1.5)$$

$$N_{\text{аб діл}} = 0,2 \cdot N_{\text{сiм}}; \quad (1.6)$$

$$N_{\text{аб}} = 0,3 \cdot 46,4 = 13,92 \text{ тис. аб.},$$

$$N_{\text{аб діл}} = 0,2 \cdot 1,74 = 105 \text{ підприємств.}$$

Фізичні особи поділяються на 2 групи абонентів за місцем проживання: багатоповерхова забудова та приватний сектор, і мають співвідношення 70% і 30% відповідно.

$$N_{\text{аб Бп}} = 0,7 \cdot 13,92 = 9,74 \text{ тис. аб};$$

$$N_{\text{аб Пс}} = 0,3 \cdot 13,92 = 4,18 \text{ тис. аб.}$$

Таблиця 1.2. Підсумок розподілу населення району

Багатоповерхова забудова	9,74 тис
Приватна забудова	4,18 тис
Діловий сектор	105 підприємства

Багатоповерхова забудова Київського району в середньому складається з 16-ти 9-ти і 5-ти поверхової забудови. Наведемо в таблиці (таблиця 1.3) статистичні дані кількості будівель по мікрорайонах.

Таблиця 1.3. Кількість будівель по мікрорайонам

Забудова	Мікрорайон_1	Мікрорайон_2	Мікрорайон_3	Мікрорайон_4	Мікрорайон_5	Мікрорайон_6	Мікрорайон_7	Мікрорайон_8	Разом
16-ти поверхова	0	10	10	0	12	0	0	8	39
9-ти поверхова	25	40	40	0	15	0	0	30	150
5-ти поверхова	80	12	50	0	55	100	0	10	307

Підведемо кількість абонентів по мікрорайонам до таблиці 1.4:

Таблиця 1.4. Розподіл абонентів по мікрорайонам

Мікрорайони	Багатоповерхова забудова (тис. аб)	Приватна забудова (тис. аб)	Діловий сектор Кількість підпр.
Мікрорайон_1	2	0	10
Мікрорайон_2	1,32	0,5	20
Мікрорайон_3	2	0,05	20
Мікрорайон_4	0	0,3	11
Мікрорайон_5	1,62	1,03	14
Мікрорайон_6	1,8	1,2	10
Мікрорайон_7	0	0,5	10
Мікрорайон_8	1	0,6	10
Сума	9,74	4,18	105

1.4 Інформаційна модель об'єктів NGN-мережі

На рис. 1.2 зображена узагальнена структура інформаційної взаємодії об'єктів мережі. Абоненти проєктованої мережі поділяються на дві категорії: фізичні та юридичні особи [2]. Проєктована мультисервісна мережа району буде надавати кожному абонентові наступні послуги зв'язку.

Для фізичних осіб:

- Ширококутний доступ до Інтернет забезпечує доступ до інформаційних ресурсів, використання віддалених файлових ресурсів мережі, обмін значними обсягами інформації, електронну пошту, соціальні мережі, а також інші сервіси, доступ і керування якими можливий через Інтернет (відеоконференції, оплата рахунків через Інтернет, покупки й замовлення послуг);

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

13

- IP телефонія – спосіб надання послуг телефонії з використанням для передачі голосу мереж з комутацією пакетів, зокрема IP-мережі передачі даних;

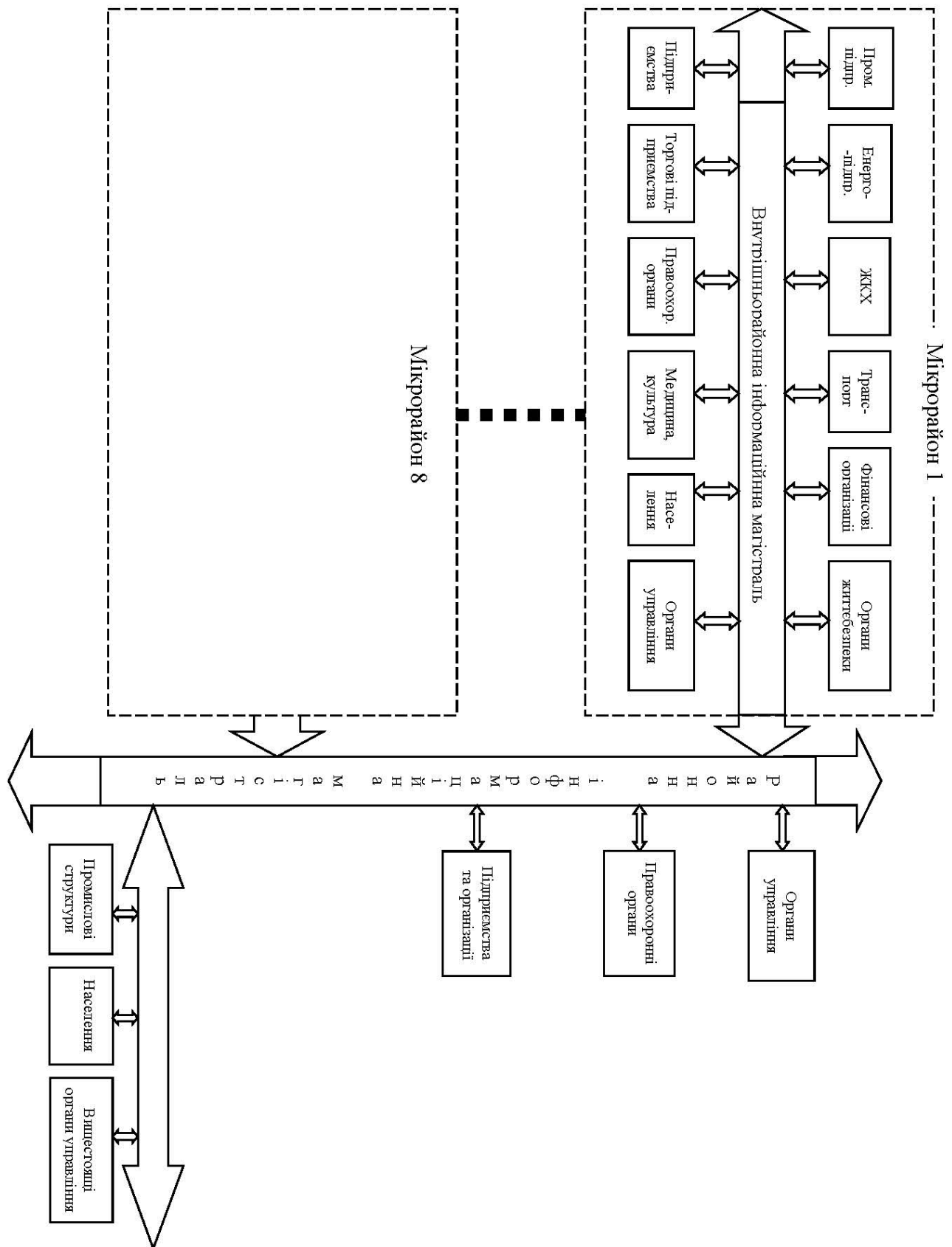


Рисунок 1.2. Узагальнена структура інформаційної взаємодії об'єктів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

- IPTV – це цифрове інтерактивне телебачення нового покоління. Технологія IPTV являє собою нове покоління цифрового телебачення в IP-мережах. За допомогою IPTV-плеєра, без використання додаткового устаткування, можна переглядати більш ста телевізійних каналів [3]. Для перегляду IPTV на телевізорі необхідне використання додаткової IPTV-приставки, а також маршрутизатора (кілька комп'ютерів у мережі + телевізор) або комутатора (один комп'ютер + телевізор).

Для юридичних осіб:

- широкосмуговий доступ до мережі Інтернет (аналогічно, як для фізичних осіб);
- SIP-транк – декілька IP-телефонних ліній, що надаються по одній мідній парі (або по оптиці), що мають загальну номерну ємність. Послуга легко масштабується – дозволяє надати по одній парі як одну, так і кілька десятків ліній;
- послуга передачі даних за технологією VPN. Під послугами передачі даних розуміються організація і обслуговування каналів передачі даних між точками (офісами) клієнта;
- IPTV (аналогічно, як для фізичних осіб).

Таблиця 1.5. Розподіл послуг серед абонентів

Послуги		Мікрорайон _1	Мікрорайон _2	Мікрорайон _3	Мікрорайон _4	Мікрорайон _5	Мікрорайон _6	Мікрорайон _7	Мікрорайон _8
IP-телефонія	% абонентів	30	20	25	30	10	20	15	30
	Багатопверхова забудова, кількість аб.	594	264	501	0	163	360	0	305
	Приватний сектор, кількість аб.	0	100	13	90	103	240	75	180
Інтернет, %		90	80	80	90	90	80	90	80

В таблиці 1.5 зображено відсоткове відношення користування послугами серед абонентів та їх кількість. В діловому секторі абоненти мають по 2, 3, 5 та більше телефонних апаратів. В таблиці 1.6 зведено розподіл кількості телефонів серед підприємств у мікрорайонах.

Таблиця 1.6. Кількість телефонів в діловому секторі

Послуги		Мікрорайон _1	Мікрорайон _2	Мікрорайон _3	Мікрорайон _4	Мікрорайон _5	Мікрорайон _6	Мікрорайон _7	Мікрорайон _8
Кількість тел.									
IP-телефонія	1 тел.	2	3	4	3	3	3	3	3
	2 тел.	2	5	4	2	4	1	1	1
	5 тел.	2	4	3	2	3	2	2	2
	10 тел.	1	2	2	1	1	1	1	1
	30 тел.	1	2	3	1	1	1	1	1
	Разом	8	16	16	9	12	8	8	8
Факс		2	5	8	3	4	5	3	4
Інтернет		8	15	20	9	10	10	8	7

Для послуги передачі даних також існує тарифна сітка. В таблицях 1.7-1.9 приведено розподіл тарифів серед абонентів по мікрорайонам.

Таблиця 1.7. Розподіл тарифів серед абонентів багатоповерхової забудови

Тарифи, Мбіт/с	Мікрорайон _1, %	Мікрорайон _2, %	Мікрорайон _3, %	Мікрорайон _4, %	Мікрорайон _5, %	Мікрорайон _6, %	Мікрорайон _7, %	Мікрорайон _8, %
50	15	5	10	20	10	20	15	30
100	15	30	40	30	20	30	20	15
200	20	25	20	15	30	20	25	15
500	30	15	20	30	20	20	20	20
1000	20	25	10	5	5	10	20	20

Таблиця 1.8. Розподіл тарифів серед абонентів приватної забудови

Тарифи, Мбіт/с	Мікрорайон _1 %	Мікрорайон _2 %	Мікрорайон _3 %	Мікрорайон _4 %	Мікрорайон _5 %	Мікрорайон _6 %	Мікрорайон _7 %	Мікрорайон _8 %
20	10	10	5	10	20	5	10	5
50	20	10	20	25	30	20	30	20
100	35	40	30	40	10	20	20	15
200	20	30	20	10	10	30	20	20
500	10	5	20	10	20	15	10	30
1000	5	5	5	5	10	10	10	10

Таблиця 1.9. Розподіл тарифів серед абонентів ділового сектору

Тарифи, Мбіт/с	Мікрорайон _1, кількість	Мікрорайон _2, кількість	Мікрорайон _3, кількість	Мікрорайон _4, кількість	Мікрорайон _5, кількість	Мікрорайон _6, кількість	Мікрорайон _7, кількість	Мікрорайон _8, кількість
24	0	2	3	1	2	2	1	1
30	1	2	4	2	3	0	2	1
50	1	4	5	1	0	4	2	1
100	2	2	4	2	2	0	1	1
200	1	2	3	0	0	3	2	1
500	2	2	1	2	2	0	0	1
1000	1	1	0	1	1	1	0	1

1.5 Розрахунок трафіку мультисервісної мережі

У розрахунку трафіку фігурують імовірнісні характеристики потоку даних, які генеруються різними мережевими додатками.

Трафік розраховується окремо для кожного виду послуги на кожному мережевому вузлі. Формула (1.7) для розрахунку має вигляд:

$$\gamma_i^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб, i}^{(k)} \cdot Y^{(k)} \quad (1.7)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

17

де: k – номер мережевої послуги;

i – номер вузла;

γ_i^k – математичне очікування трафіку, який генерується k -ю послугою на i -му вузлі;

$V_{\text{ср}}^k$ – швидкість передачі даних (у бітах чи пакетах на секунду) – середня пропускна здатність каналу зв'язку, якої достатньо для якісної передачі трафіку k -ї послуги;

$N_{\text{аб}i}^k$ – кількість абонентів на i -му вузлі, які користуються k -ю послугою;

Υ_i^k – вірогідність використання k -ї послуги в годину найбільшого навантаження (ГНН).

Швидкість передачі даних $V_{\text{ср}}^k$ знаходиться за формулою:

$$\frac{V_{\text{max}}^{(k)}}{p^{(k)}}, \quad (1.8)$$

де: V_{max}^k – максимальна пропускна здатність каналу зв'язку;

P^k – пачковість на одного абонента – відношення між максимальною та середньою пропускною здатністю, необхідною для забезпечення k -ї послуги.

Сумарний трафік, що генерується на i -му вузлі, дорівнює:

$$\Upsilon_{\Sigma i} = \sum_{k=1}^{N_k} \Upsilon_i^{(k)}. \quad (1.9)$$

Таблиця 1.10. Розподіл вхідного навантаження IP-телефонії по мікрорайонам

IP-телефонія	Мікрорайон _1, Ерл	Мікрорайон _2, Ерл	Мікрорайон _3, Ерл	Мікрорайон _4, Ерл	Мікрорайон _5, Ерл	Мікрорайон _6, Ерл	Мікрорайон _7, Ерл	Мікрорайон _8, Ерл
Фізичні особи	0,1	0,15	0,2	0,1	0,05	0,1	0,2	0,15
Юридичні особи	0,3	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,25

Вхідне навантаження IP-телефонії фізичних осіб та юридичних відрізняється в кожному мікрорайоні та залежить ще s від тарифу, тому зведемо вхідні навантаження до таблиці 1.10. Розподіл вхідного навантаження передачі даних та даних за вимогою наведений у Додатку А.

Розрахуємо трафік на прикладі послуги IP-телефонії для багатоповерхової забудови для мікрорайону 1 за формулами 1.7 та 1.8:

$$V_{cp}^1 = 16/1 = 16 \text{ Мбіт/с}, \quad \gamma_1^1 = 16 \cdot 594 \cdot 0,1 = 950,4 \text{ Мбіт/с}.$$

Приведемо таблицю розрахунку трафіку для мікрорайону_1:

Таблиця 1.11. Трафік послуг мікрорайону_1

Послуги	Багато-поверхова забудова, Мбіт/с	Приватна забудова, Мбіт/с	Діловий сектор, Мбіт/с	Разом, Мбіт/с
IP-телефонія	950,4	0	38,4	1000
Факс	0	0	1,6	1,6
Передача файлів	540131,33	0	1533,54	542000
Пошук документів	63869	0	20480	85000
Дані за вимогою	853383,17	0	1406,36	855000
Разом, Гбіт/с	1000,46	0	24	1490+300

Відеоконтент розповсюджується за допомогою передачі мультикасту, тому трафік, який він створює, не підсумовується, а лише додається до загального трафіку, смугою у 300 Гбіт/с. Наведемо підсумкову таблицю розрахунку трафіку:

Таблиця 1.12. Розподіл трафіку по мікрорайонам

Мікрорайони	Навантаження Гбіт/с
Мікрорайон1	1,48+0,3=1,78
Мікрорайон2	1,32+0,3=1,62
Мікрорайон3	1,3+0,3=1,6
Мікрорайон4	0,08+0,3=0,38
Мікрорайон5	1,72+0,3=2,02
Мікрорайон6	1,35+0,3=1,65
Мікрорайон7	0,135+0,3=0,435
Мікрорайон8	0,88+0,3=1,08
Загальна сума	8,3+0,3=8,6

Для розрахунку загальної ємності каналу телефонії варто скласти загальне навантаження IP-телефонії серед абонентів (таблиця 1.13) виходячи з даних таблиць 1.5, 1.6 та 1.10.

Таблиця 1.13. Навантаження IP-телефонії серед абонентів

IP-телефонія	Мікрорайон _1, Ерл	Мікрорайон _2, Ерл	Мікрорайон _3, Ерл	Мікрорайон _4, Ерл	Мікрорайон _5, Ерл	Мікрорайон _6, Ерл	Мікрорайон _7, Ерл	Мікрорайон _8, Ерл	Разом
Діловий	53,2	105	132,2	53,8	60,4	53,6	53,4	53,5	565,1
Приватна	59,4	39,6	100,2	0	8,15	36	0	45,75	289,1
Багатоповерхова	0	15	2,6	9	5,15	24	15	27	97,75
Разом									951,95

В таблиці 1.14 приведено відсоткове відношення напрямків телефонії.

Таблиця 1.14. Відношення напрямків IP-телефонії

IP-телефонія	%	Ерл
Внутрішнє навантаження	20	190,39
ТМЗК	40	380,78
Міжміський напрямок	30	285,585
Міжнародний напрямок	10	95,195

Виходячи з того, що телефонна мережа розраховувалася (прогнозувалася) в одиницях виміру "Ерланг", а інформаційна частина – в одиниці "Мбіт/с", то слід перейти до загальної одиниці вимірювання – "кількість каналів".

Можна визначити, яка кількість каналів потрібна для визначеного навантаження при якості обслуговування з імовірністю втрат 0,005 (використовувати таблицю Кендалла-Башаріна).

Таблиця 1.15 показує загальну кількість каналів.

Розрахунок кількості ІКМ-ліній проводиться за формулою:

$$V_{\text{ІКМ}} = \frac{V_{\text{кан}}}{30} \quad (1.10)$$

$$V_{\text{ІКМ}} = 450/30 = 15.$$

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Таблиця 1.15. Загальна кількість каналів

IP телефонія	Ерл	$V_{\text{кан}}$	$V_{\text{ІКМ}}$
ТМЗК	380,78	450	15
Міжміський напрямок	285,585	350	12
Міжнародний напрямок	95,195	116	4

Було розраховано трафік у ГНН для району. З цих даних буде вибиратися устаткування, технологія мережі. Трафік з кожного мікрорайону концентрується у вузлі агрегації свого мікрорайону і створює навантаження в середньому 1000 – 1500 Гбіт/с. Слід зазначити, що загальна пропускна здатність каналу повинна бути не нижче 9000 Гбіт/с. Найбільше навантаження йде на трафік Інтернет (передача даних і даних на вимогу). Для зв'язку телефонії з абонентами ТМЗК, міжміськими і міжнародними напрямками необхідно 31 канал Е1. Найбільше навантаження ІР-телефонії створює діловий сектор.

1.6 Вибір побудови магістральної мережі

Типова структура мережі припускає наявність трьох рівнів: доступ, магістраль і ядро. У центрі (ядро) перебувають високопродуктивні платформи для швидкої комутації трафіку з підтримкою протоколів динамічної маршрутизації; тут же забезпечується підключення до вищих провайдерів і розташовуються сервісні центри [4].

Мережу Київського району поділено на два рівні: рівень доступу та рівень магістралі.

Основними магістральними технологіями на сьогодні є наступні: SDH, ATM, EoSDH, Gigabit Ethernet. Головний недолік мереж з технологією ATM полягає в їхній повній несумісності з жодною з існуючих мереж. Плавний перехід на ATM у принципі неможливий, потрібно міняти відразу все устаткування, а вартість його поки що дуже висока. У табл. 1.16 наведені порівняльні характеристики технологій ATM і EoSDH.

У табл. 1.17 наведено порівняльні характеристики технологій ATM і Gigabit Ethernet.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Таблиця 1.16. Порівняльні характеристики технологій ATM і EoSDH

Технологія ATM	Технологія EoSDH
Може працювати з будь-яким типом корисного навантаження	Корисне навантаження повинне бути розбитим на пакети
Підтримка механізму QoS	Немає вбудованого механізму контролю параметрів QoS
Службова інформація використовує додаткову смугу пропускання	Службова інформація використовує додаткову смугу пропускання в разі мультимедійного трафіку
Комутація виконується на 1,2,5 рівні моделі OSI	Комутація виконується на рівні 3 моделі OSI. Можна використовувати різні типи кешування
Обробляє стислі голосові дані	Обробляє стислі голосові дані

Базовими контрольно-керуючими технологіями для магістральних мереж є: VLAN, Q-in-Q, STP, OSPF, MPLS. Найбільш передовою технологією для побудови операторських мереж є Multiprotocol Label Switching (MPLS), як найбільш ефективна архітектура для передачі IP-трафіку.

Таблиця 1.17. Порівняльна характеристика технологій ATM і Gigabit Ethernet

Технологія ATM	Технологія Gigabit Ethernet
Підтримує механізм QoS як у локальних, так і в розподілених мережах. Дозволяє правилами QoS локальної мережі поширюватися на розподілену мережу	Засоби QoS реалізовані у вигляді шести рівнів пріоритетів, які не розповсюджуються в розподілену мережу
Заснована на концепції віртуальних каналів, що гарантує надійність і стійкість	Використовується шинна топологія. Може бути побудована в комутованих виділених або частково виділених сегментах
Дозволяє досягати швидкості передачі даних до 10 Гбіт/с і вище	Обмеження по швидкості – 1 Гбіт/с (без використання дуплексної передачі) та до 10 Гбіт/с

Кільця зазвичай створюють на рівнях опорної мережі і доступу. Для з'єднання мережі використовуються оптоволоконні лінії зв'язку, адже оптоволоконна лінія зв'язку найбільш надійна і стабільна технологія для підключення абонента до вузла провайдера на будь-яких дистанціях та забезпечує швидкості передачі до 10 Гбіт/с і вище, побудована на базі оптоволоконних кабелів.

1.7 Вибір мережевих технологій для мережі рівня доступу

В даний час вже є ціла концепція абонентських кабельних мереж нового покоління. Пов'язана вона з сімейством концепцій FTTx, Відповідно, замість x додаються різні пункти доведення оптичного транспорту до користувача (рис. 1.3):

- FTTB (Fiber To The Building) – оптична система передачі до будинку;
- FTTN/FTTC (Fiber To The Node) – оптична система передачі до вузла;
- FTTO (Fiber To The Office) – оптична система передачі до офісу;
- FTTH (Fiber To The Home) – оптична система передачі до квартири;

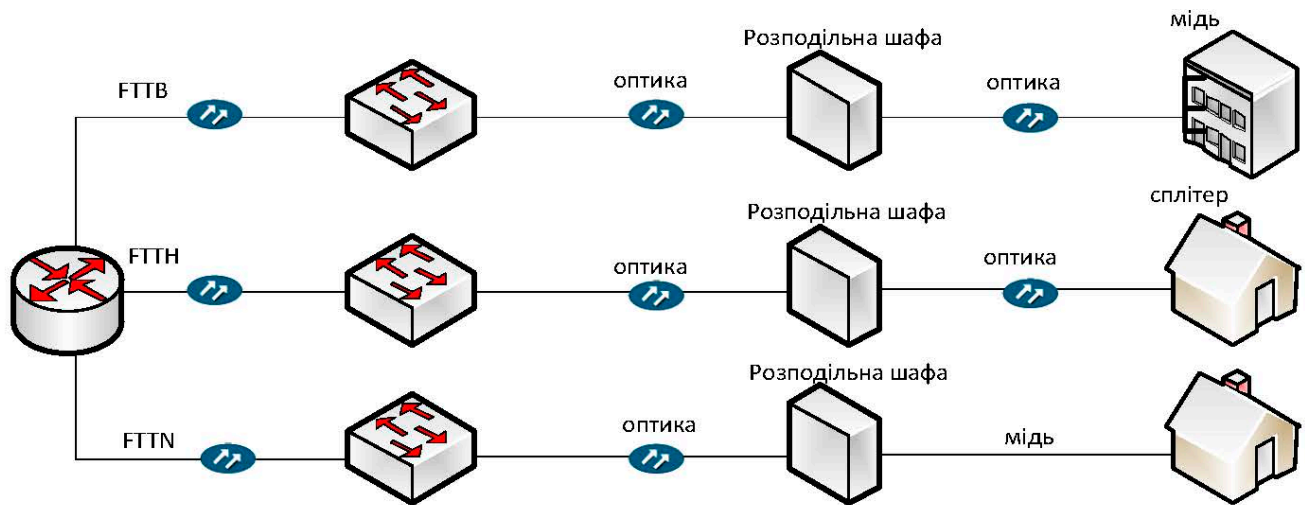


Рисунок 1.3. Варіанти побудови мереж FTTx

Широка смуга систем FTTx відкриває нові можливості надання абонентам більшого числа нових послуг. В таблиці 1.18 приведено порівняння технології доступу. Сьогодні на оптичній ділянці найбільш популярні три групи технологій: пасивних оптичних мереж (PON), Ethernet (у комутованому варіанті) і гібридних коаксіально-оптичних мереж (HFC) [5].

Виходячи з порівняння технологій FTTx, оберемо технологію FTTB для багатоповерхової забудови, бо вона є найбільш економічно вигідною для густонаселених районів. Для приватного сектору була обрана технологія FTTN(C), яка є найбільш вигідною для приватного сектору.

Для ділового сектору була обрана технологія FTTH, бо для ділового сектору необхідна висока надійність і гарантована смуга для передачі даних. Однак залишається питання, яку технологію використовувати поверх FTTx, та

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

23

через яку технологію xDSL організувати з'єднання між абонентів приватного сектору та обладнанням рівня доступу (рис. 1.4).

Таблиця 1.18. Порівняння технологій доступу

Технологія	Пропускна здатність (до абонента /від абонента)	Максимальна протяжність	Індекс капітальних витрат (чим нижче, тим краще)	Додаткове проміжне обладнання
ADSL2+	24 Мбіт/с /3 Мбіт/с	2,4 км (мідна пара)	1	ні
VDSL2	24 Мбіт/с /3 Мбіт/с	2,4 км (мідна пара)	2	ні
GePON	2,4 Гбіт/с /1,25 Гбіт/с	20 км (оптоволокно) + (сплітер)	12	Сплітер
P2P/AE	1 Гбіт/с /1 Гбіт/с	80 км (оптоволокно)	15	Ні
FTTB+ VDSL2	100 Мбіт/с /50 Мбіт/с	20 км (оптоволокно) +0,5 км	10	Віддалений IP DSLAM-мультиплексор
FTTN+ VDSL2	100 Мбіт/с /50 Мбіт/с	20 км (оптоволокно) +0,5 км	5	У захисному виконанні

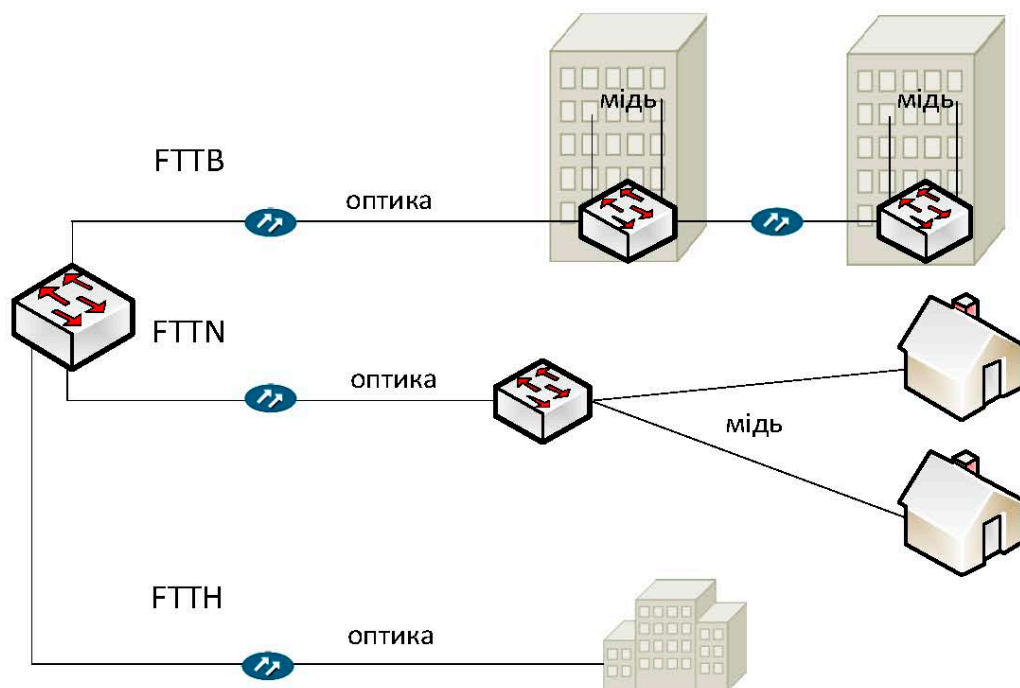


Рисунок 1.4. Обрані варіанти побудови мережі доступу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

24

Виходячи з порівняння основних мережевих топологій вирішено обрати топологію «кільце», адже топологія зірка неефективно використовує оптичні волокна в кабелі. Лінійна топологія буде використовуватися лише в окремих випадках, коли розташування між багатоповерховими будівлями та вузлом агрегації буде занадто великим. Однак, для забезпечення більшої надійності у лінійній топології, останній комутатор буде з'єднаний з комутатором агрегації через той самий оптичний кабель, тим самим замикаючи кільце. Таке з'єднання не захистить від обриву кабелю, але зможе захистити при виході з ладу одного з комутаторів в ланцюзі. На рисунку 1.5 показані обрані варіанти топології для мережі доступу багатоповерхової забудови.

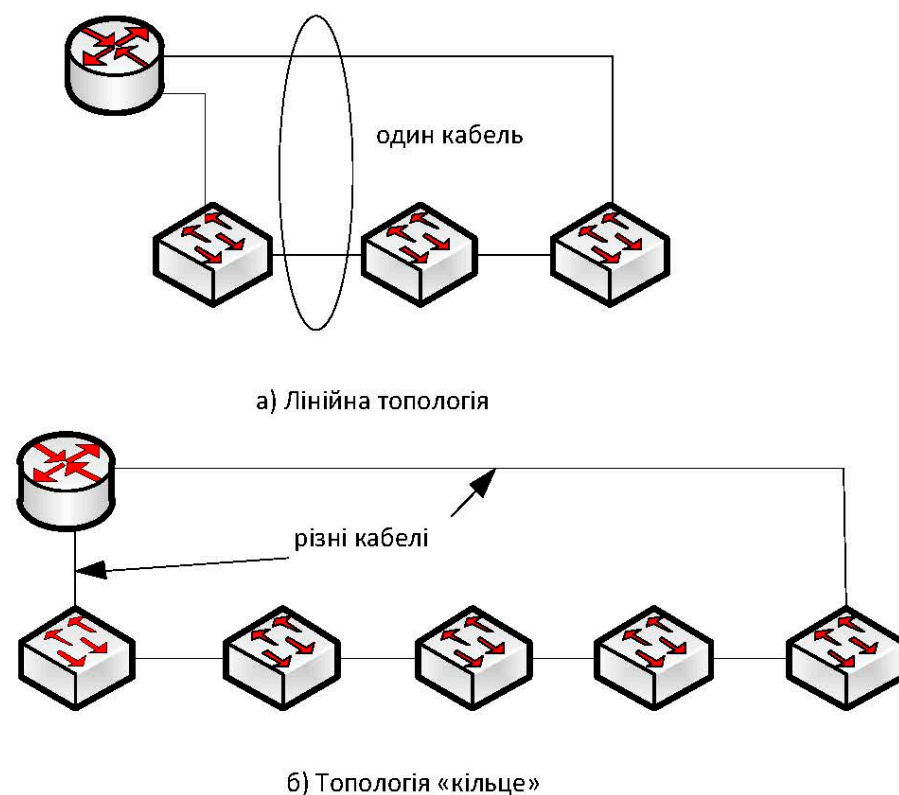


Рисунок 1.5. Обрані варіанти топологій для мережі доступу багатоповерхової забудови

1.8 Архітектурне рішення для обраних технологій

Технології FTТх не накладають практично ніяких обмежень з точки зору пропускної спроможності і тому володіють відмінним запасом на майбутнє. Крім можливості спільного використання оптоволокна і витой пари, підтримки послуг голосового зв'язку/передачі даних і передачі відео, ці рішення дозволяють

надавати користувачам найсучасніші послуги [6].

Проектована мережа складається з двох рівнів: магістральний рівень і рівень мережі доступу. Найбільш істотні вимоги, які пред'являються до характеристик магістральних з'єднань мережі за технічним завданням:

- швидкість інформаційного обміну – 100 Гбіт/с;
- автоматична діагностика виникаючих несправностей;
- підтримка QoS;
- низька ймовірність втрати даних.

Виходячи з опису магістральних мереж та вимог ТЗ, обираємо технологію 100Gigabit Ethernet. Технологія EoSDH не є найефективнішою щодо використання у якості технології для створення нової мережі, адже основне навантаження йде на передачу даних. Технологія ATM також не підходить, тому що проектувана мережа буде підключатись до магістрального рівня Укртелеком, який працює за сімейством технологій Ethernet, крім того, обладнання, підтримуюче технологію ATM, дорожче в порівнянні з обладнанням сімейства Ethernet.

Усі комутатори магістральної мережі з'єднані в лінійне кільце, яке з'єднується через мережу Укртелеком (рис 1.6).

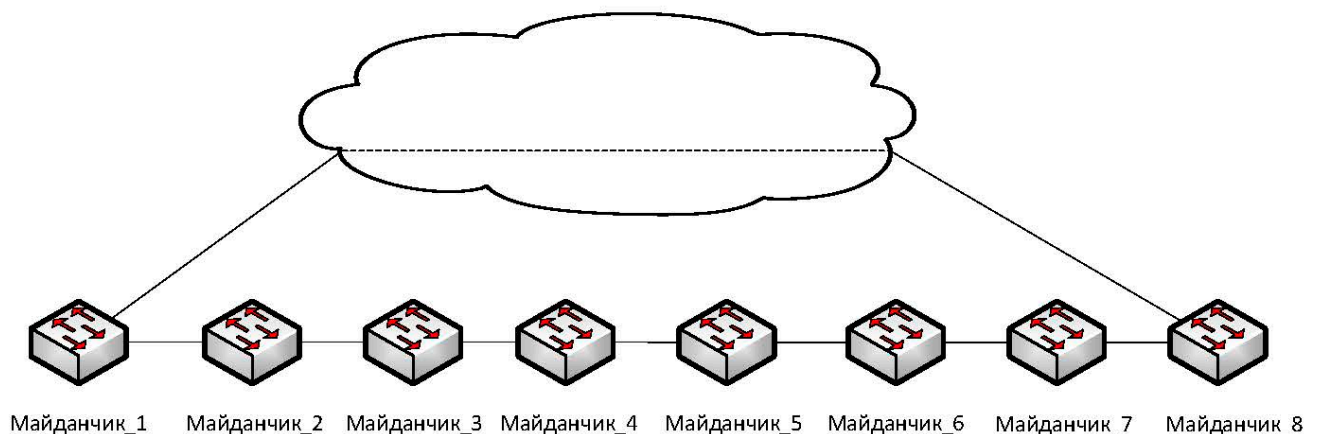


Рисунок 1.6. Архітектура магістрального рівня проекрованої мережі

Магістральний рівень складається з 8 комутаторів, розміщених по одному в кожному мікрорайоні. Підключення до мережі передачі даних Укртелеком відбувається в двох точках (на Майданчик_1 і Майданчик_8), тим самим замикаючи «кільце» через мережу передачі даних Укртелеком, і одночасно

Приватний сектор підключений з використанням технології FTTN (C), а саме за рахунок технології GePON до розподільної шафи і VDSL2 до абонента, бо використання технології FTTB є коштовною і нераціональною в порівнянні з FTTC в приватному секторі [6].

Діловий сектор підключений за технологією FTTH, а саме Point-to-Point за допомогою мережевої технології Gigabit Ethernet 1000BASE-X, тим самим створюючи запас пропускної здатності та збільшуючи стійкість, тому що в підключенні використовується тільки магістральний комутатор і обладнання клієнта.

1.9 Синтез структурної схеми NGN-мережі

Структурна схема мережі сформована на базі аналізу типових архітектурно-топологічних рішень обраних технологій та наведена на рис. 1.8.

Київський район м. Одеси був поділений на 8 мікрорайонів. В кожному мікрорайоні знаходиться вузол агрегації, до якого підключається мережа доступу. Разом вузли утворюють магістральну мережу. Вузли агрегації з'єднанні за топологією «кільце» із застосуванням технології 100Gigabit Ethernet. «Кільце» утворюється так: вузли агрегації з'єднанні по топології «лінійне кільце» і далі магістральна мережа підключається до мережі передачі даних Укртелеком в двох точках взаємопідключення: на майданчику_1 та майданчику_8. Далі увесь трафік з магістральної мережі йде по каналах мережі передачі даних Укртелеком і замикає «кільце», адже в мережі Укртелеком також існують резервні канали. За рахунок такого підключення суттєво збільшується відмовостійкість, адже при відмові одної зі сторін увесь трафік піде через іншу сторону «кільця». Відмова двох ділянок одразу мало імовірна, тому надійність магістральної мережі дуже велика. З магістральної мережі, через мережу передачі даних Укртелеком увесь трафік поступає до ядра. У ядрі знаходяться високопродуктивні платформи для швидкої комутації трафіку, тут же забезпечується підключення до провайдерів вищого рівня і розташовані сервери з відеоконтентом, файлові, поштові, ігрові сервери.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

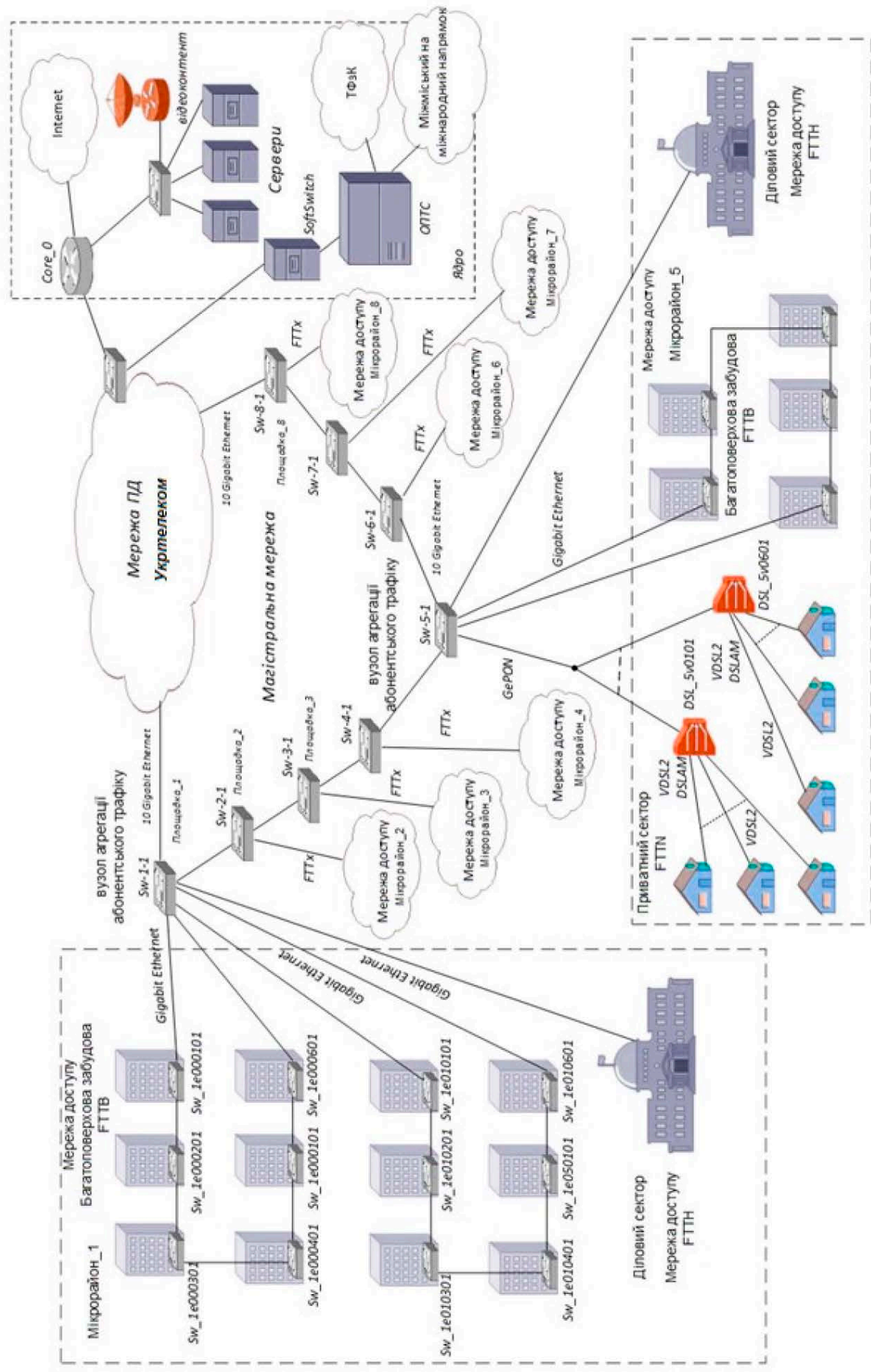


Рисунок 1.8. Структурна схема мультисервісної мережі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Також у ядрі знаходяться soft-switch та опорно-транзитна станція, завдяки яким забезпечується обробка трафіку IP-телефонії (вихід до телефонної мережі загального користування на міжміські та міжнародні напрямки).

Мережа доступу виконана за технологією сімейства FTTx, та поділяється на мережу доступу багатоповерхових забудов, приватного сектору та мережу доступу ділового сектору. Мережа доступу багатоповерхових забудов організована за технологією FTTB та складається з комутаторів доступу, з'єднаних по топології «кільце». У кожному «кільці» 5–7 комутаторів, в залежності від географічної віддаленості будинків. Комутатори мережі доступу з'єднанні між собою та підключені до магістральної мережі за технологією Gigabit Ethernet, тому що загальний трафік на кільце не перевищує 10 Гбіт/с. Разом з комутаторами доступу розташовані і голосові шлюзи для підключення аналогових телефонів. Абоненти багатоповерхових забудов підключаються до комутаторів доступу по мідній крученій парі за технологією Fast Ethernet, адже максимальна швидкість за тарифами не перевищує 100 Мбіт/с.

Мережа доступу приватного сектору організована за технологією FTTN(C) та складається з технологій GePON та VDSL2. На майданчиках разом з комутатором агрегації розташовано комутатор GePON. Від вузла агрегації мікрорайону оптичні канали надходять до оптичного сплітеру. До одного оптичного каналу підключається від 5 до 10 ONT-пристроїв. Після оптичного сплітеру оптичні канали розповсюджуються по точках до ONT-пристроїв, від яких радіусом 200–500 м. можливе покриття будівель приватного сектору. У цих точках знаходяться розподільні шафи, у яких знаходяться VDSL2 DSLAM, підключені до ONT-пристрою для зв'язку з комутатором агрегації. Від цієї розподільчої шафи розходяться мідні кабелі, по яких за технологією VDSL2, абоненти мають доступ до мережі на швидкості до 100 Мбіт/с. Для деяких абонентів можливе пряме підключення до мережі по оптичному кабелю на швидкості до 100 Мбіт/с через ONT-пристрій [7].

Мережа доступу ділового сектору реалізована за технологією FTTH, використовуючи мережеву технологію Gigabit Ethernet. З'єднання магістрального

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

комутатору з обладнанням клієнта відбувається за принципом роін-to-point або точка-точка. Увесь потік інформації від клієнта поступає по оптоволокну одразу на магістральний комутатор. При цьому ціна за абонентський порт значно вища, ніж у інших технологій, однак, дане включення гарантує ту смугу пропускання, яку заказав клієнт. Але не увесь діловий сектор підключено за технологією FTTH. Деякі клієнти, розташовані в багатоповерхових забудовах та приватному секторі, підключені за технологіями FTTB та FTTN(C).

1.10 Розробка функціональної схеми NGN-мережі

Функціональна схема відображає принцип роботи мережі та наведена на рис. 1.9. На цій схемі відображені типові вузли мережі. На функціональній схемі детально показано включення абонентів за технологією FTTx та надання послуг IP- телефонії, IPTV та доступу до мережі Internet.

Магістральна мережа забезпечує підключення мережі доступу до наданих послуг. Для цього використовуються високошвидкісні комутатори магістральної мережі L3, які підключені за технологією 100GBASE-LX4 між собою та до мережі передачі даних Укртелеком. Магістральна мережа забезпечує швидку передачу трафіку та його пріоритезацію за допомогою технологій QoS. Також на кожному вузлі агрегації магістральної мережі розташовано сервер BRAS (Broadband Remote Access Server), якій агрегує абонентські підключення з мережі рівня доступу, та проводить білінг доступу до мережі Інтернет.

Мережа доступу багатоповерхових забудов реалізована на комутаторах L2 з підтримкою QoS для забезпечення послуг з гарантованою пропускну здатністю каналу. Також на комутаторах доступу забезпечується захист від різних атак на мережу та від несанкціонованого підключення. Комутатори доступу підключаються до магістральної мережі за допомогою технології 1000BASE-TX. Для забезпечення абонентів послугою IPTV комутатори мережі доступу мають підтримку технології IGMP та IGMP Snooping [7].

Відеоконтент передається від оператора Укртелеком у мультикастовій формі до комутаторів магістрального рівня, і далі, до комутаторів доступу.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

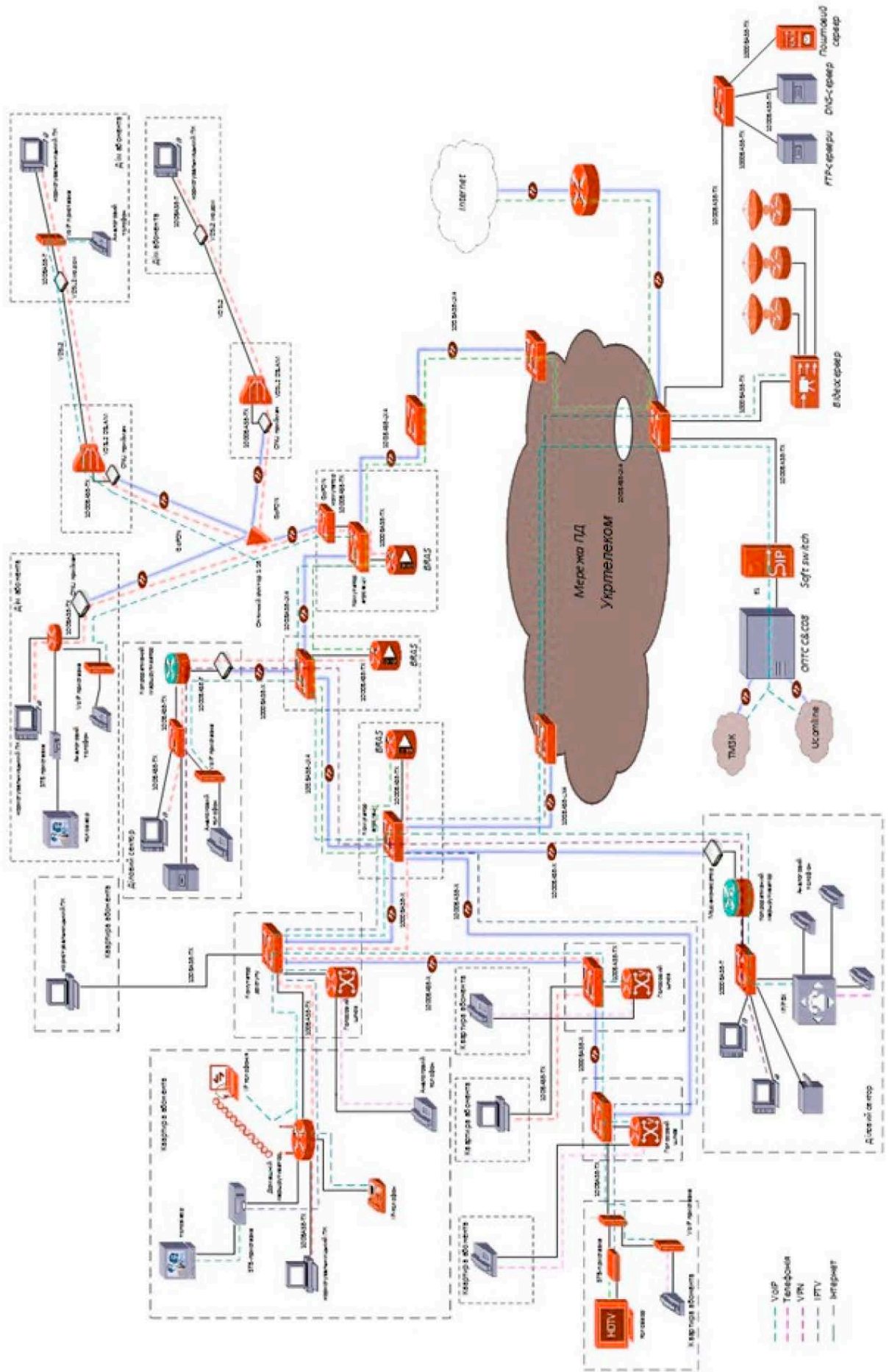


Рисунок 1.9. Функціональна схема мультисервісної мережі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Завдяки мультикастовій формі, трафік з однаковим відеоконтентом не підсумовується на вихідному каналі.

Для забезпечення абонентів послугою телефонії разом з кожним комутатором доступу розміщується голосовий шлюз, який перетворює IP-телефонію у аналогову. Абоненти підключаються по мідній парі до голосового шлюзу. З голосового шлюзу трафік IP телефонії поступає через мережу доступу, магістральну мережу та мережу Укртелеком до Soft-switch, який вже здійснює перетворення з IP телефонії в аналогову телефонію, і передає на опорно-транзитну станцію, де здійснюється комутація до телефонної мережі загального користування, міжміський та міжнародні напрямки [8].

Для забезпечення абонентів послугою доступу до мережі Internet, з комутатора доступу кабелем UTP-5e підключаються абоненти за технологією 1000BASE-TX. Можливе підключення як одного абонентського пристрою, так і декількох, через спеціальний пристрій (комутатор, маршрутизатор).

Мережа доступу приватного сектору реалізована на комутаторах GePON та VDSL2 DSLAM. Комутатори GePON розташовані на вузлах агрегації разом з магістральними комутаторами. До кожного порту комутатора GePON підключаються VDSL2 DSLAM через оптичні кабелі. Від кожного порту комутатора GePON по оптичному кабелю сигнал поступає до оптичного сплітеру, який розділяє його на 5–10 оптичних кабелів, до яких приєднуються ONT пристрої, розміщені разом з VDSL2 DSLAM в антивандальній шафі. Абонентський трафік через ONT пристрій поступає до магістральної мережі і до BRAS і далі до мережі Internet.

Для забезпечення абонентів приватного сектору послугою IP-телефонії у абонента розташовується голосовий шлюз для перетворення IP-телефонії в аналогову телефонію. Комутатори GePON, DSLAM, як і комутатори доступу та агрегації також мають підтримку QoS. З DSLAM трафік IP-телефонії поступає до магістральної мережі і далі як і трафік IP-телефонії мережі доступу багатоповерхових будинків до Soft-switch та опорно-транзитної станції Укртелеком.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Для забезпечення абонентів приватного сектору послугою IPTV DSLAM та комутатори GePON мають підтримку технологій IGMP та IGMP Snooping. Відеоконтент обробляється так само, як і в мережі доступу багатоповерхової забудови. Але є різниця, від DSLAM мультикаст поступає до абонента окремим віртуальним каналом з пріоритетом.

Мережа доступу ділового сектора реалізована на конверторах з технологій 1000-BASE-X в 1000-BASE-T, які розміщуються на вузлі агрегації разом з магістральним комутатором та у клієнта. Доступ до послуг здійснюється також як і в мережі доступу багатоповерхових будівель.

Доступ до послуги виділеного каналу здійснюється за рахунок додавання ще одного віртуального каналу, номер якого обговорюється з клієнтськими сторонами А та В. Віддалений канал надає підприємствам прозорий тунель між їхніми філіалами [9].

1.11 Вибір активного мережевого устаткування

Мережеве устаткування поділяється на устаткування магістральної мережі та устаткування рівня доступу.

1.11.1 Вибір комутатору агрегації

На основі вимог ТЗ оберемо відповідну елементну базу активного устаткування:

- кількість портів SFP Gigabit Ethernet 10/100/1000 – 24;
- кількість портів 100 Gigabit Ethernet – 2;
- тип транків VLAN – 802.1x;
- пропускна здатність – 480 Гбіт/с;
- підтримка технологій – QoS, IGMP Snooping, IGMP Proxy, STP/RSTP/MSTP, MPLS.

Рівень агрегації дуже важливий, тому в якості комутатора агрегації відповідно до ТЗ виберемо комутатор Cisco WS-C4928-10GE.

Агрегуючий Ethernet-комутатор Cisco WS-C4928-10GE представляє собою комутатор рівня 2–4 для агрегації на кордоні між користувальницьким та

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

провайдерським сегментами мережі, призначений для високопродуктивних операторських мереж Ethernet. В таблиці 1.19 наведені основні характеристики комутатора Cisco WS-C4928-100GE. Його особливості:

- висока продуктивність – 480 Гбіт/с і 710 млн пакетів в секунду;
- низька затримка при комутації Layer 2–4;
- інноваційні можливості безпеки і QoS;
- аплінк Gigabit Ethernet або 100 Gigabit Ethernet;
- опціонально – внутрішні модулі живлення AC або DC 1 +1 з можливістю гарячої заміни;
- вентиляція з можливістю гарячої заміни і резервними вентиляторами.

Таблиця 1.19. Основні характеристики комутатора Cisco WS-C4928-100GE

Основні характеристики	WS-C4928-100GE
Кількість портів SFP Gigabit Ethernet 10/100/1000	28
Кількість портів 10 Gigabit Ethernet XENPAK	2
Пропускна здатність, Гбіт/с	480
Продуктивність маршрутизації, млн. пакетів/с	71
Підтримка технологій QoS, IGMP Snooping, IGMP Proxy, STP/RSTP/MSTP, MPLS	так
Тип транків VLAN	802.1x
Обсяг flash-пам'яті, Мб	164
Обсяг ОЗП, Мб	256
CPU, МГц	266
Розміри (Д x Ш x Г), див	4,45 x 44,5 x 40,9
Вага, кг	7,48

1.11.2 Вибір комутатора доступу

На основі вимог ТЗ оберемо відповідну елементну базу активного устаткування:

- кількість портів 10/100Base-TX – 24;
- кількість портів 10/100/1000Base-T /SFP –2;

- кількість статичних груп VLAN – 4К;
- тип транків VLAN – 802.1x;
- підтримка технологій – QoS, IGMP Snooping, IGMP Proxy, DHCP relay, DHCP option 82, DHCP Snooping ;
- управління доступом 802.1x на основі портів та MAC-адрес;
- підтримка сегментації трафіку;
- управління ширококомовним штормом;
- управління смугою пропускання;
- підтримка протоколу SNMP;
- робоча температура – від 0 до 45°C;
- забезпечення грозозахисту;
- підключення зовнішніх датчиків.

В якості комутатора доступу виберемо D-Link DES-3028. Керовані комутатори другого рівня серії DES-3028 являють собою найбільш ефективне рішення в категорії керованих мережевих комутаторів початкового рівня. Відмінними функціями даного комутатора є висока щільність портів, 4-гігабітні порти Uplink, невеликий крок зміни налаштувань для керування смугою пропускання і поліпшене мережеве управління [10].

1.11.3 Вибір GePON OLT комутаторів

На основі вимог ТЗ оберемо відповідну елементну базу активного устаткування:

- кількість PON портів – 8;
- оптичний коефіцієнт розподілу – 1:32;
- швидкість передачі PON – 1,25 Гбіт/с;
- довжина хвилі PON потоку – 1310 нм/1490 нм;
- тип транків VLAN – 802.1x;
- підтримка технологій – QoS, IGMP Snooping, IGMP Proxy;
- підтримка протоколу SNMP.

Відповідно до технічного завдання виберемо GePON комутатор DPN-3012-E фірми D-Link, тому що даний комутатор має модульну структуру і на один порт

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

PON можливе підключення до 32 ONU пристроїв, що є оптимальним для даного проекту. DPN-3012-E забезпечує кілька економічних переваг. Пристрій забезпечує безшовне підключення для будь-яких IP-комунікацій, надаючи мережу L2, яка використовує протокол IP для передачі даних, голосу та відео.

1.11.4 Вибір GePON ONU пристроїв

На основі вимог ТЗ оберемо відповідну елементну базу активного устаткування:

- кількість PON портів – 1;
- кількість портів 10/100/1000Base-T – 1;
- швидкість передачі PON – до 10Гбіт/с;
- тип транків VLAN – 802.1x;
- аутентифікація – ONU;
- підтримка технологій – QoS, IGMP Snooping;
- довжина хвилі PON потоку – 1310 нм/1490 нм;
- підтримка протоколу SNMP.

Для уникнення несумісності устаткування як GE-PON ONU пристроїв виберемо продукцію фірми D-Link. Пристрій DPN-301L GE-PON ONU (Gigabit Ethernet Passive Optical Network) забезпечує з'єднання по оптичному каналу з пристроєм GE-PON класу OLT (оптичне термінальне обладнання) і з'єднання 10/100/1000Мбіт/с Gigabit з кінцевим користувачем LAN.

Характеристики LAN:

- 1 порт 10/100/1000Base-T;
- підтримка 802.1Q VLAN;
- підтримка VLAN trunk;
- підтримка автоузгодження;
- підтримка IGMP v1/v2 Snooping, QoS.

Характеристики GEPON:

- відповідає стандарту IEEE802.3ah;
- 1 порт GEPON з роз'ємом SC;

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- максимальна кількість сплітерів ONU – 32;
- швидкість на порту висхідного потоку (ONU → OLT) – до 10Гбіт/с;
- швидкість на порту спадного потоку (OLT→ ONU) – до 10Гбіт/с;
- вихідна потужність оптичного приймача: 0 ~ 4dBm;
- чутливість приймача: -27dBm;
- довжина хвилі для висхідного потоку (ONU → OLT) – 1310 нм;
- довжина хвилі для низхідного потоку (OLT→ ONU) – 1490 нм;
- відстань – до 20км;
- аутентифікація ONU;
- напруга живлення – 12В змінного струму, 1.2А;
- робоча температура – від 0° до 40° С;
- вологість – від 5% до 95% без утворення конденсату.

1.11.5 Вибір мультиплексу IP DSLAM VDSL2

На основі вимог ТЗ оберемо відповідну елементну базу активного устаткування:

- кількість портів VDSL2 – 24;
- тип транків VLAN – 802.1x;
- підтримка технологій – QoS, IGMP Snooping, DHCP option 82;
- підтримка протоколу SNMP.
- робоча температура – від -10 до 45°С;
- забезпечення грозозахисту.

Відповідно до технічного завдання вибираємо комутатор VDSL2 VES-1624FT-55A фірми Zyxel, так як цей комутатор має малу щільність портів для розміщення на віддалених виносках з невисокою щільністю абонентів, також має розширений температурний діапазон.

1.12 Розподіл активного мережевого устаткування

Підведемо у таблицю 1.20 кількість та розподіл обраного у попередніх підрозділах активного мережевого обладнання.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Таблиця 1.20. Кількість обраного обладнання

Модель обладнання	Мікрорайон _1	Мікрорайон _2	Мікрорайон _3	Мікрорайон _4	Мікрорайон _5	Мікрорайон _6	Мікрорайон _7	Мікрорайон _8	Разом
Комутатор агрегації Cisco WS-C4928-10GE	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Комутатор доступу D-Link DES-3028	105	62	100	0	82	100	0	47	496
GePON комутатор DPN-3012-E	1	1	1	1	1	1	1	1	8
GePON ONU DPN-301/L/T	0	35	8	23	66	76	35	41	251
IP DSLAM VDSL2 VES-1624FT-55A	0	30	3	18	61	71	30	36	246
VoIP шлюз DVG-2101S	0	500	50	300	1030	1200	500	600	4180
VoIP шлюз DVG-3016S	105	62	100	0	82	100	0	47	496
SFP-1SM-1550nm-3SC SFP-1SM-1310nm-3SC	234	148	224	24	188	224	24	118	1184
Сервер Superserver 5016I-MRF	1	1	1	1	1	1	1	1	8

1.13 Розробка СКС для одного з вузлів мережі

Мережа Київського району м. Одеси розподілена на 8 мікрорайонів, в кожному мікрорайоні знаходиться вузол агрегації, до якого підключені вузли доступу. Мережі у 8 мікрорайонах дуже схожі, тому розглянемо СКС на прикладі Майданчику_2.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

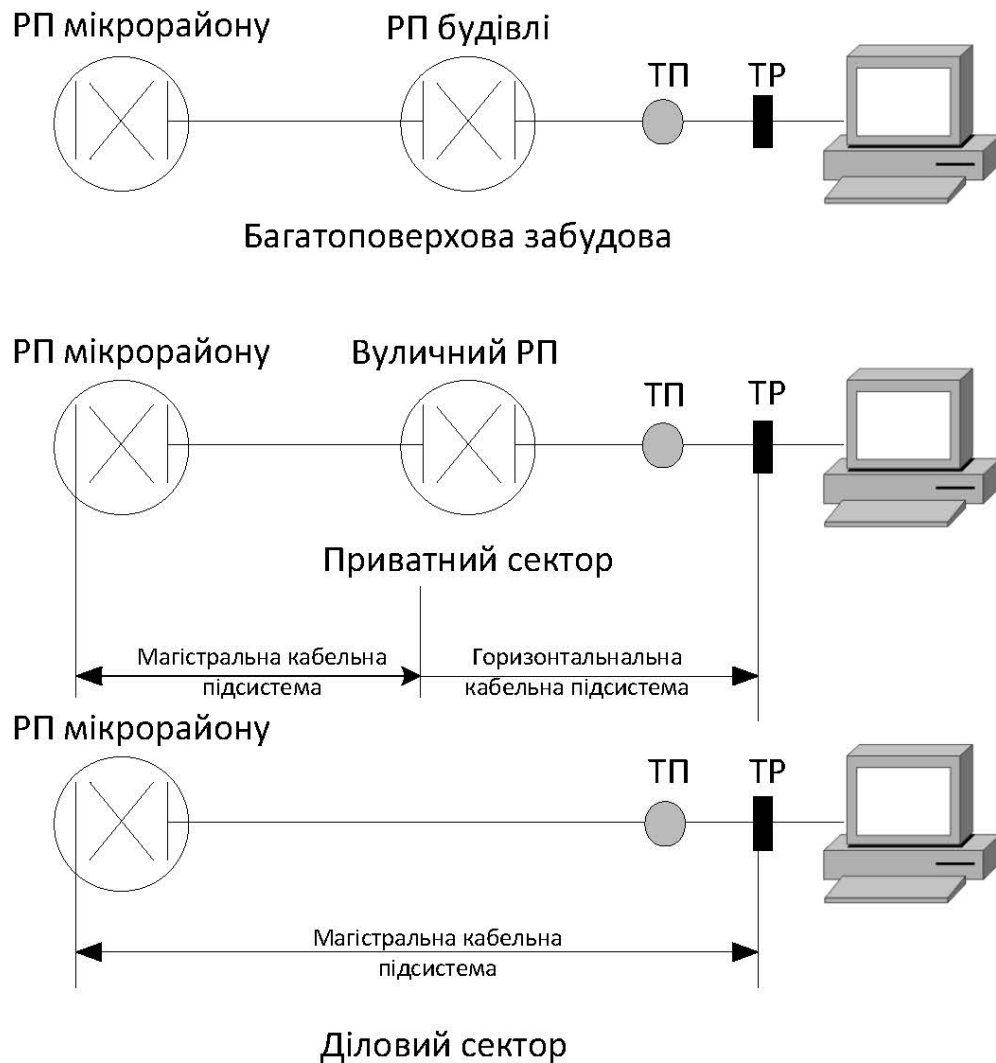


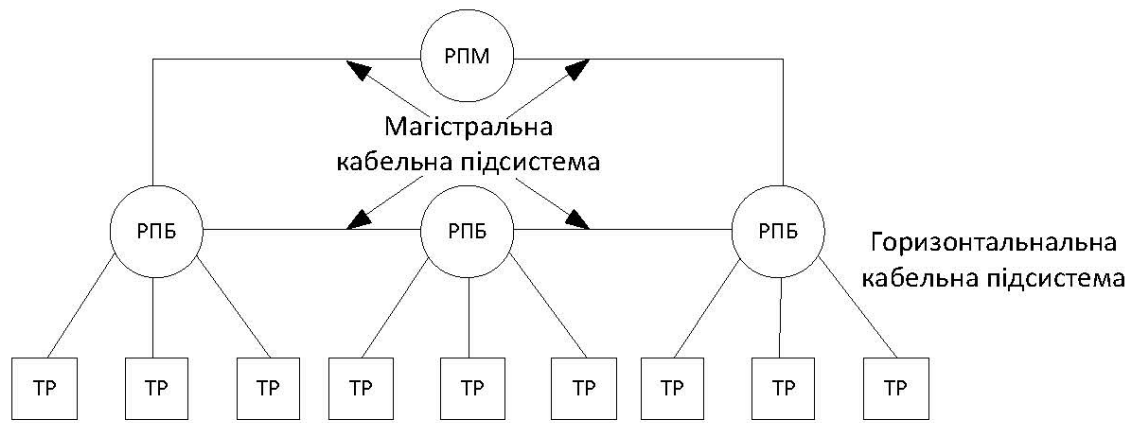
Рисунок 1.10. Структура кабельної системи

Відповідно до особливостей проектованої СКС, а також міжнародних стандартів ISO / IEC 11801, мережа СКС складається з двох підсистем: горизонтальної підсистеми та магістральної кабельної підсистеми. Структурована кабельна система мережі мікрорайону поділяється на СКС багатоповерхової забудови, СКС приватного сектору та СКС ділового сектору (рис 1.10).

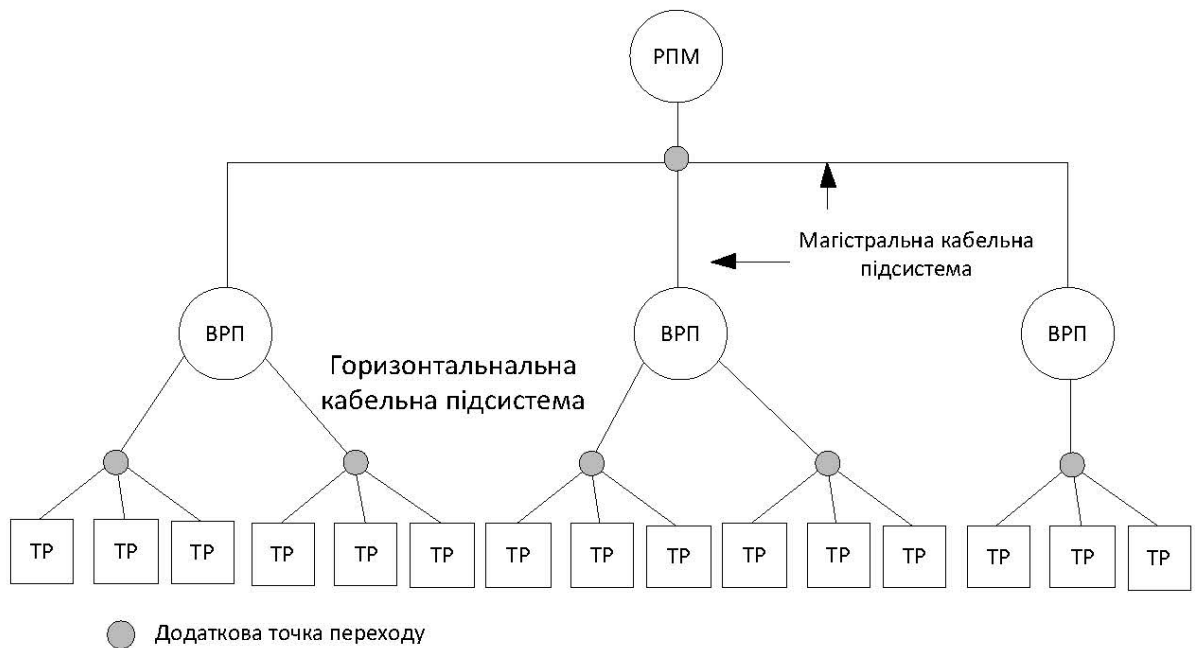
1.14 Розробка магістральної кабельної підсистеми

1.14.1 Топологія магістральної кабельної підсистеми

Магістральна кабельна підсистема мережі поділяється на мережі багатоповерхових забудов, приватного та ділового секторів. Для кожної мережі використовується своя топологія (рис. 1.11).



а) Багатоповерхова забудова



б) Приватний сектор

Рисунок 1.11. Топології для мереж багатоповерхової забудови (а) та приватного сектора (б)

Магістральна кабельна підсистема багатоповерхових забудов будується по топології «кільце» для забезпечення високої надійності. Вона з'єднує розподілений пункт мікрорайону (вузол агрегації) з розподільчими пунктами багатоповерхових будівель (РПБ), де розташоване активне устаткування мережі доступу.

Магістральна кабельна підсистема приватного сектору будується за деревоподібною топологією. Вона з'єднує розподілений пункт мікрорайону (РПМ) з вуличними розподільчими пунктами (ВРП), які розташовані у

спеціальних шафах, де знаходиться активне устаткування. Вуличні розподільні пункти розповсюджені по приватному сектору, так щоб довжина кабелю горизонтальної системи не перевищувала 200–500 метрів.

Магістральна кабельна підсистема ділового сектора не показана на рисунку тому що СКС ділового сектора складається тільки з магістральної кабельної системи і має топологію «точка-точка». Ця підсистема з'єднує вузол агрегації з обладнанням клієнта через оптичний кабель [10].

1.14.2 Вибір типу оптоволоконного кабелю

У всіх магістральних лініях було вирішено використовувати оптоволоконний кабель, бо він не тільки дозволяє підвищити надійність за рахунок кращої захищеності від зовнішніх електромагнітних наведень, але і за рахунок створення більш надійної топології всієї мережі, адже оптоволоконний кабель дозволяє передавати дані на значно більшу дальність, ніж вита пара.

Після вивчення технічних характеристик одномодового і багатомодового кабелів, стало очевидно, що доцільніше використовувати одномодовий тип кабелю. Також вибір оптичного кабелю залежить від того, де він буде прокладений. Розрізняють наступні види прокладання оптоволокна: підземна прокладка, підвіска на опорах і прокладення в приміщеннях.

В таблиці 1.21 приведені характеристики сучасних оптоволоконних кабелів для зовнішньої прокладки та підземної прокладки.

Виходячи з опису, оберемо кабелі марки:

- ОКЛБг-3-М12-1х4Е-0,40Ф3,5/0,30Н19-4/0 який має 4 волокна, для магістральної мережі, багатоповерхової забудови, ділового сектора, та частково приватного сектору (там, де є каналізація);
- ОКЛБг-3-М12-1х4Е-0,40Ф3,5/0,30Н19-8/0, який має 8 волокон, для багатоповерхової забудови;
- ОКТ8М(4,0)П-2Е-0,40Ф3,5/0,30Н19-2, який має 2 волокна для мережі приватного сектору.

Також для реалізації технології GePON потрібні оптичні сплітери.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 1.21. Характеристики оптоволоконних кабелів

Характеристики кабелю	ОКЛБг	ОКТ8
Опис кабелю	Кабель призначений для прокладки безпосередньо в ґрунтах всіх категорій, в тому числі в районах з високою корозійною агресивністю і територіях, заражених гризунами, крім мерзлотних та інших деформацій. Може прокладатися в кабельній каналізації, трубах, блоках, по мостах, естакадах, а також по зовнішніх стінах будівель і споруд	Підвісний кабель призначений для підвіски та експлуатації на опорах повітряних ліній зв'язку, міського електротранспорту і повітряних лініях електропередачі в умовах дії навантажень від вітру, ожеледі, температури та їх комбінацій
Зовнішній діам., мм	11...25	13...20
Кількість ОВ у кабелі, шт.	2...216	2...72
Температурний діапазон експлуатації, °С	-40...+60	-40...+60
Максимально допустиме зусилля на розтяг, кН	1,0...3,5	4...30
Максимально допустиме зусилля на здавлювання, не більше Н/100 мм	3000	3000
Мінімальний радіус вигину при експлуатації, мм	20 діаметрів кабелю	20 діаметрів кабелю
Стійкість до ударів, Н·м	15	10
Стійкість до поздовжнього проникнення води	Відсутня волога на вільному кінці кабелю	Відсутня волога на вільному кінці кабелю

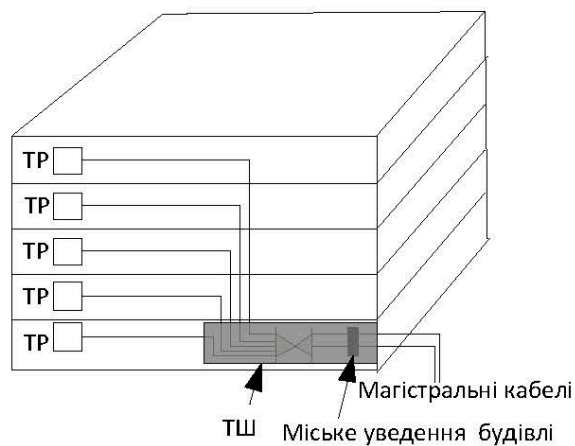
Raisecom виробляє сплітери з коефіцієнтами розподілу 1:2, 1:4, 1:8, 1:16; 1:32 до 1:64 у різних корпусах і з різними оптичними роз'ємами. Було обрано Planet EPL-SPT-32, який має коефіцієнт 1:32. Для з'єднання оптичного кабелю з активним устаткуванням застосовуються спеціальні роз'єми SC.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

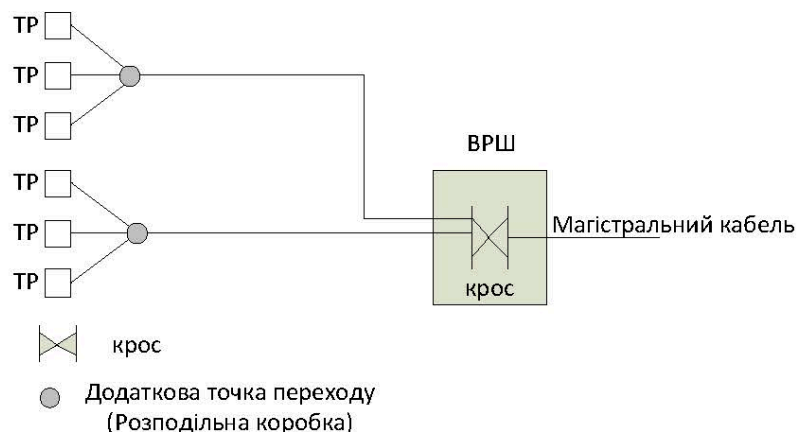
1.15 Проектування горизонтальної кабельної підсистеми

1.15.1 Вибір топології горизонтальної кабельної підсистеми

Горизонтальна кабельна підсистема мережі, як і магістральна, поділяється на кабельну підсистему багатоповерхових забудов та кабельну підсистему приватного сектору. В діловому секторі горизонтальна кабельна підсистема відсутня. Горизонтальна кабельна підсистема багатоповерхових забудов проходить від РПБ до ТР і включає в себе горизонтальні кабелі, місця механічного термінування горизонтальних кабелів на РПБ, а також кросу-з'єднання на РПБ та ТР (рисунк 1.12). Горизонтальні кабелі безперервні на всьому протязі від РПБ до ТР. Розподільники розміщуються в телекомунікаційних шафах. Звідси по відповідних трасах відходять кабелі до телекомунікаційних розеток, які знаходяться у абонентів (рис. 1.12).



а) Багатоповерхова забудова



б) Приватний сектор

Рисунок 1.12. Розподільники телекомунікаційних шаф та апаратних для багатоповерхових забудов (а) та приватного сектору (б)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

44

Всередині будівлі можливі два основних типу розведення кабелю:

- Структурування по під'їздах. У цьому варіанті користувачі підключаються до обслуговуючого комутатора окремими під'їздами. Устаткування всіх під'їздів підключено до одного комутатора, який, у свою чергу, будь-яким чином включений в магістраль;

- Гранична централізація абонентської системи будинку – установка устаткування в одній точці будинку, у яку сходяться кабельні лінії від усіх абонентів.

Враховуючи, що висота 10-поверхового будинку близько 30 метрів, довжина на під'їзд приблизно 25–30 метрів, цілком достатньо одного активного пристрою на 3–5 під'їздів. У випадку, якщо будинок дуже великий, доцільно розглядати його як кілька будинків, з'єднаних магістралями (у тому числі оптоволоконними). Переваги: установка, підведення живлення, обслуговування, захист від зловмисників – усе в одному місці. Але недоліки теж є, головним чином, це кабельні лінії більшої довжини і товщини. Коли комунікаційні труби занадто вузькі, будова багатоповерхова (більш 10–12 поверхів) і абонентів багато (або більші перспективи їх появи), доцільно використовувати структурну схему, орієнтовану на установку активного устаткування в кожному під'їзді [11].

Централізована схема (рис. 1.12) зручніше у відносно невисокому будинку (менш 10–12 поверхів) і числом абонентів у під'їзді не більш 10–15. У більшості будинків по статистиці підключається в перший рік не більше 30% мешканців. У результаті абонентська система зростає постійно, у міру збільшення кількості абонентів.

Горизонтальна кабельна підсистема приватного сектору така ж сама, як і у багатоповерхової забудови, але є деякі відмінності (рис. 1.12). Розподільчий пункт знаходиться у вуличній телекомунікаційній шафі, де знаходиться активне обладнання та крос. Також горизонтальна кабельна система складається з двох типів горизонтального кабелю, які відрізняються кількістю пар. Від вуличного розподільного пункту кабель з десятком пар відходить до приватних будинків, де на стовпах знаходяться додаткові точки переходу, а саме розподільні коробки.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

1.15.2 Вибір кабелю для горизонтальної кабельної підсистеми

Для абонентської системи багатоповерхової забудови оптимальним вибором служить вита пара категорії 5e. Вона дозволяє передавати дані зі швидкістю 100 Мбіт/с, зручна у прокладці, має досить низьку вартість і відповідає всім вимогам по надійності, які висувуються до абонентської системи. Всі кабелі складаються з 4 пар (дві для передачі файлів, інші два для передачі голосу). Для з'єднання кабелів з устаткуванням використовують вилки і розетки RJ-45.

Були обрані кабелі марки:

- КПВ-ВП (350) 4x2x0,51 (UTP-cat.5e) для реалізації доступу до мережі за технологією 100Base-T;
- КПВ-ВП (16) 1x2x0,48 (UTP-cat.3) для реалізації аналогової телефонії.

Були обрані кабелі марки :

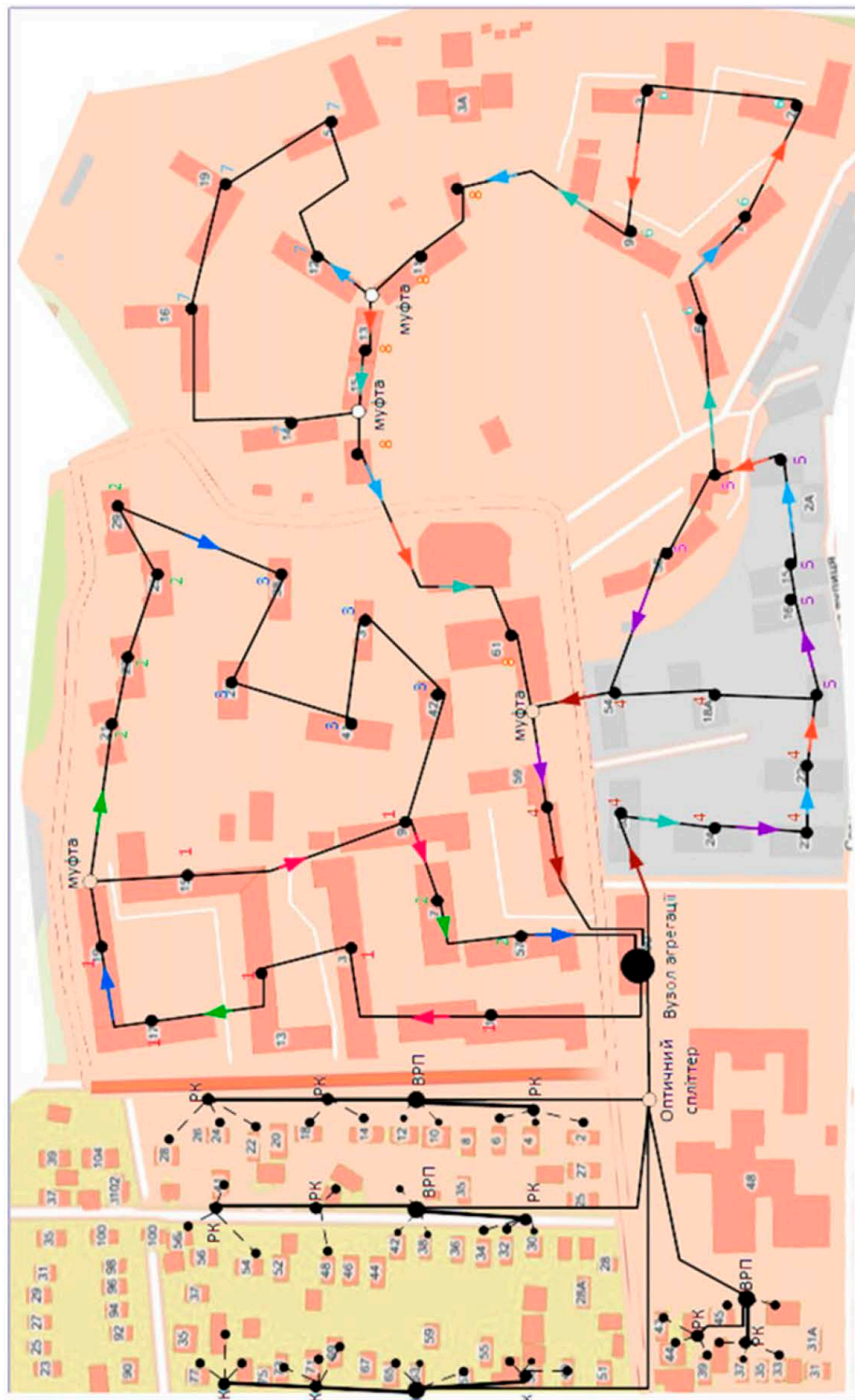
- КПП-ВП (100) 12x2x0,51 (UTP – cat.5) – для з'єднання між вуличним розподільчим пунктом та розподільними коробками;
- КППт-ВП (100) 2x2x0,50 (UTP – cat.5) – для з'єднання між розподільною коробкою та телекомунікаційною розеткою, для підвіски на повітряних лініях зв'язку;
- КПП-ВП (100) 2x2x0,50 (UTP – cat.5) – для з'єднання між розподільною коробкою та телекомунікаційною розеткою.

1.16 Проектування структурованої кабельної системи мікрорайону

Схема кабельної магістральної мережі наведена на рис. 1.13. Вона з'єднує 8 комутаторів агрегації у «лінійне» кільце.

На рис.1.14 наведена схема кабельної мережі одного з мікрорайонів, тому що кабельна система майже в усіх мікрорайонах виглядає однаково. Кабельна система поділяється на кабельну мережу багатоповерхової забудови та кабельну мережу приватного сектора. Магістральна мережа багатоповерхової системи будується на оптичних кабелях з 4 та 8 волокнами у кабелі. Топологія мережі має кільцеву схему. Однак, кабельні «кільця» відрізняються від мережевих «кілець».

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



- Кабель КПП-ВП (100) 12x2x0,51 (UTP - cat.5)
- - - Кабель КППт-ВП (100) 2x2x0,50 (UTP - cat.5)
- КПП-ВП (100) 2x2x0,50 (UTP - cat.5)
- Кабель ОКЛБг-3-М12-1x4Е-0,40Ф3,5/0,30Н19-4/0
- ОКЛБг-3-М12-1x4Е-0,40Ф3,5/0,30Н19-8/0
- 1 — Номер кільця до якого відноситься комутатор
- ↖ — Прямий напрямок проходження потоку по кільцю

Рисунок 1.14. Схема кабельної мережі для мікрорайону

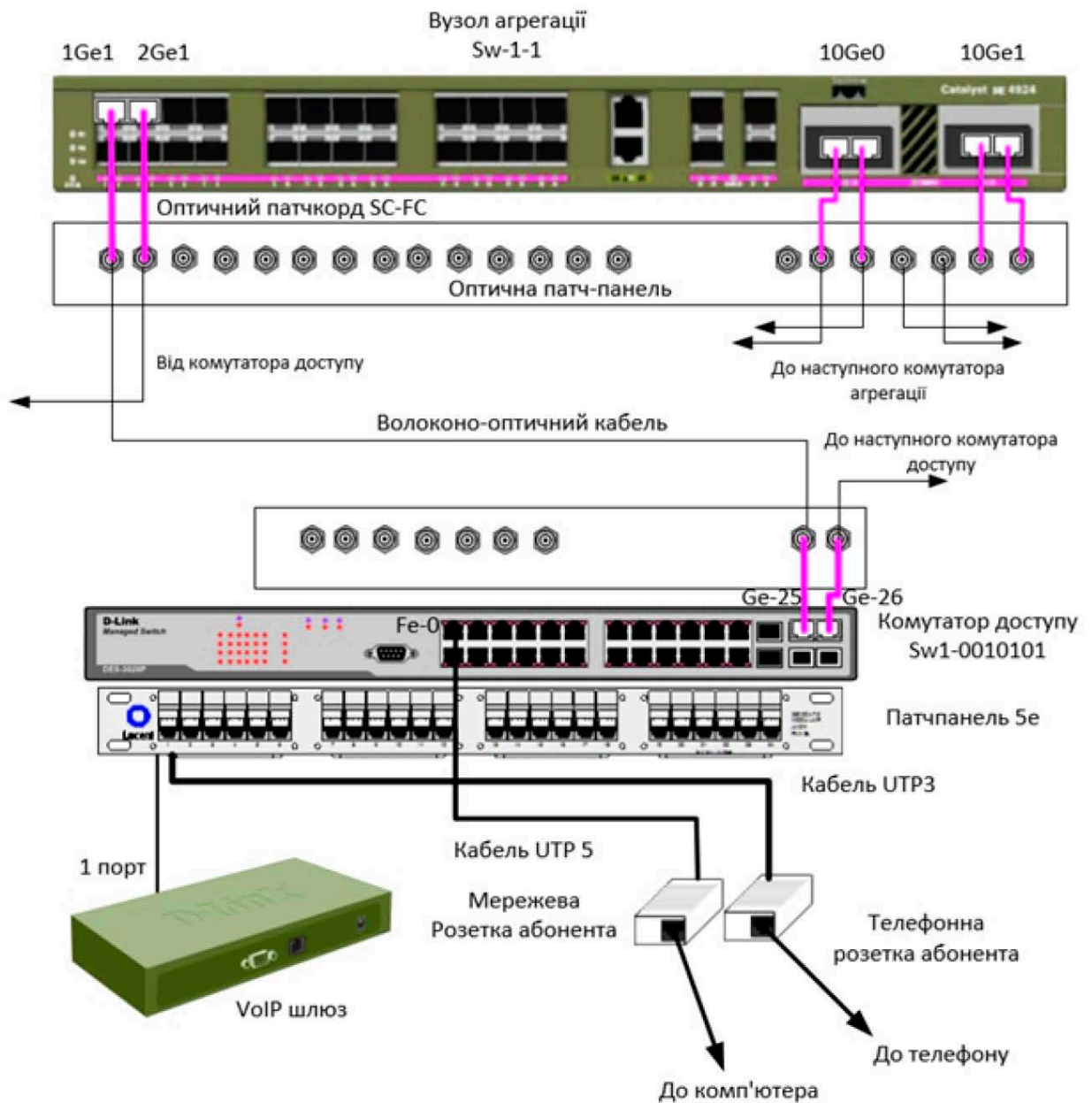


Рисунок 1.15. Схема з'єднання між активним обладнанням багатоповерхової забудови

Така реалізація дозволяє економити оптичний кабель, адже його не потрібно прокладати для кожного мережевого «кільця». Також, для економії волокон, приймається технологія WDM (Wavelength Division Multiplexing), яка дозволяє одночасно передавати сигнал по одному волокну. На схемі кабельної мережі показано, що в деяких місцях робляться муфти, де з'єднуються оптичні кабелі між собою. Це робиться для економії кабелю. Абонентам багатоповерхової забудови послуги на цій схемі надаються через 8 кілець. В кожному кільці 5–7 комутаторів. Схема з'єднання між активним обладнанням багатоповерхової забудови показана на рис. 1.15.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

49

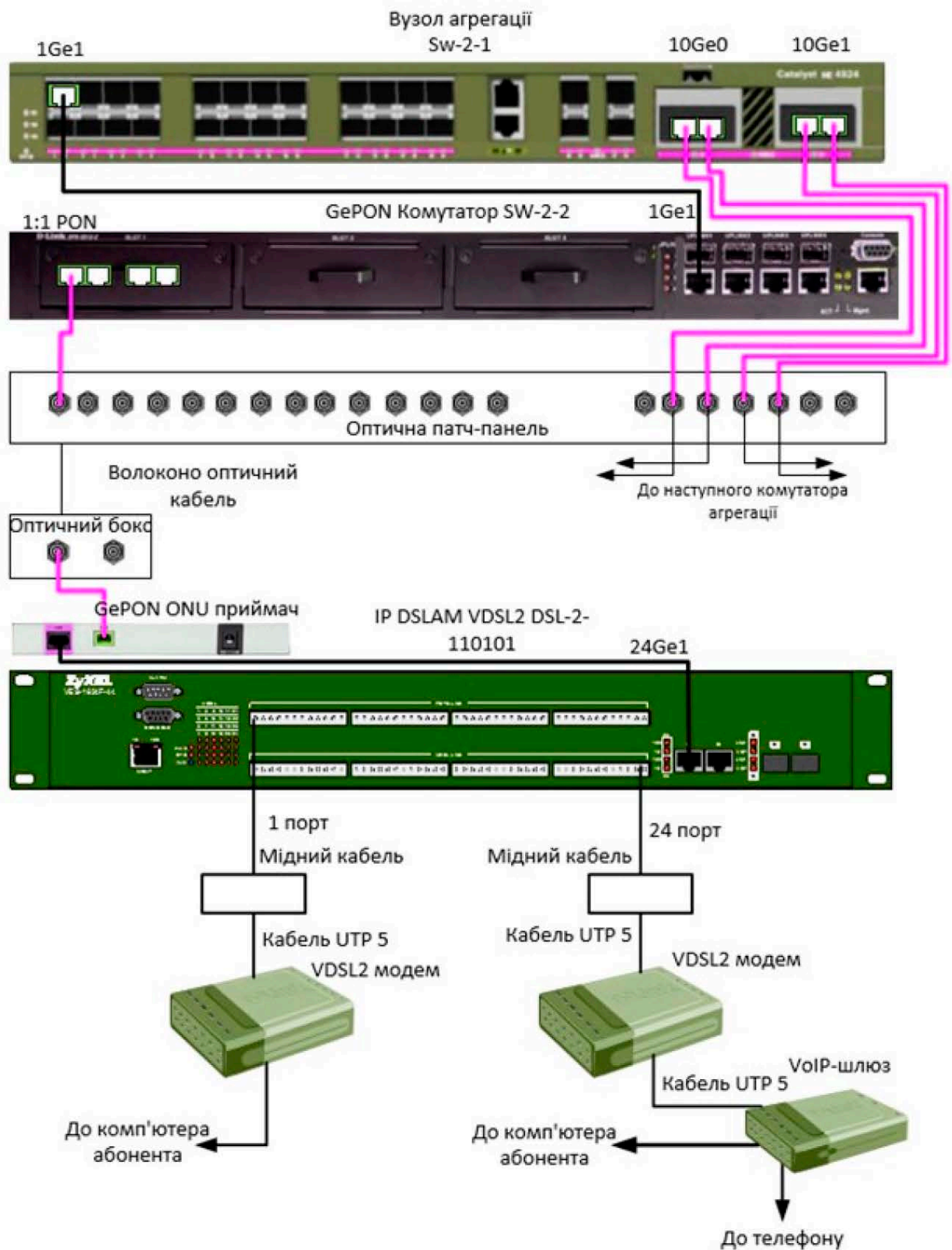


Рисунок 1.16. Схема з'єднання між активним обладнанням приватного сектору

Кабельна мережа приватного сектору складається з оптичних та мідних кабелів. Від вузла агрегації відходить оптичний кабель, який закінчується оптичним сплітером. Топологія мережі приватного сектору має деревовидну

схему і повністю повторює технологічну топологію. З кожного ВРП виходять 12 мідних пар кабелю для зовнішньої прокладки. Ці кабелю розходяться на відстані 50–300 м, закінчуючись розподільними коробками, до яких підключаються абонентські однопарні кабелі, адже для реалізації технології VDSL2 потрібна одна пара. Схема з'єднання між активним обладнанням приватного сектору показана на рис. 1.16. Мережа для ділового сектору дуже проста і складається з оптичного кабелю, який з'єднує вузол агрегації та обладнання клієнта.

Підрахуємо витрачений кабель та пасивне обладнання та зведемо усі данні у таблицю 1.22.

Таблиця 1.22. Кількість обраного кабелю та пасивного обладнання

Тип обладнання або кабелю	Мікрорайон _1, км	Мікрорайон _2, км	Мікрорайон _3, км	Мікрорайон _4, км	Мікрорайон _5, км	Мікрорайон _6, км	Мікрорайон _7, км	Мікрорайон _8, км	Разом, км
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Оптична панель 2u Optic Full (кіл)	1	1	1	1	1	1	1	1	8
EPL-SPT-32 GERON SPLITTER (кіл)	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Оптичний бокс ОРБ 8	0	30	3	18	61	71	30	36	246
ОКЛБГ-3-М12-1x4E-0,40Ф3,5/0,30Н19-4/0	2	2	1,5	1,5	1	3	2,5	0,5	14
ОКЛБГ-3-М12-1x4E-0,40Ф3,5/0,30Н19-8/0	52,5	31	50	0	41	50	0	23,5	248
ОКТ8М(4,0)П-2Е-0,40Ф3,5/0,30Н19-2	0	24,5	5,5	16	46	53,5	24,5	30	200
КПВ-ВП (350) 4x2x0,51 (UTP-cat.5e)	99	66	100,2	0	81,1	90	0	50,7	487
КПВ-ВП (16) 1x2x0,48 (UTP-cat.3)	29,7	13,2	25	0	8,1	18	0	16	110
КПП-ВП (100) 12x2x0,51 (UTP - cat.5)	0	7	1	4,5	15	17	7	8,5	60
КППт-ВП (100) 2x2x0,50 (UTP - cat.5)	0	5	0,5	3	10,5	12	5	6	42

1.17 Розподіл адресного простору проекрованої NGN-мережі

Проектована мультисервісна телекомунікаційна мережа ділиться на 8 мікрорайонів з вузловою точкою в кожному районі. Абоненти кожного мікрорайон діляться на три групи: абоненти багатоповерхової забудови, абоненти приватного та ділових секторів.

Таблиця 1.23. Розподіл адресного простору проекрованої мережі

№ мікрорайону	Мережа	VLAN	IP	MASK
1	2	3	4	5
Мікрорайон 1	Багатоповерх.збудова	10	192.172.0.0	255.255.240.0
	Діловий сектор	11	192.172.16.0	255.255.255.0
Мікрорайон 2	Діловий сектор	12	192.172.17.0	255.255.255.0
	Приватний сектор	13	192.172.18.0	255.255.254.0
			192.172.20.0	255.255.252.0
	Багатоповерхова збудова	14	192.172.24.0	255.255.248.0
			192.172.32.0	255.255.240.0
Мікрорайон 3	Багатоповерх.збудова	15	192.172.48.0	255.255.240.0
	Приватний сектор	16	192.172.64.0	255.255.255.0
	Діловий сектор	17	192.172.65.0	255.255.255.0
Мікрорайон 4	Діловий сектор	18	192.172.66.0	255.255.255.0
			192.172.67.0	255.255.255.0
	Приватний сектор	19	192.172.68.0	255.255.252.0
Мікрорайон 5	Багатоповерхова збудова	20	192.172.72.0	255.255.248.0
			192.172.80.0	255.255.248.0
			192.172.88.0	255.255.248.0
	Приватний сектор	21	192.172.96.0	255.255.248.0
	Діловий сектор	22	192.172.104.0	255.255.255.0
Мікрорайон 6	Діловий сектор	23	192.172.105.0	255.255.255.0
			192.172.106.0	255.255.254.0
	Багатоповерхова збудова	24	192.172.108.0	255.255.252.0
			192.172.112.0	255.255.240.0
			192.172.128.0	255.255.240.0
Мікрорайон 7	Приватний сектор	26	192.172.144.0	255.255.248.0
	Діловий сектор	27	192.172.152.0	255.255.255.0
Мікрорайон 8	Приватний сектор	28	192.172.154.0	255.255.254.0
			192.172.156.0	255.255.252.0
	Багатоповерхова збудова	29	192.172.160.0	255.255.240.0
	Діловий сектор	30	192.172.176.0	255.255.255.0

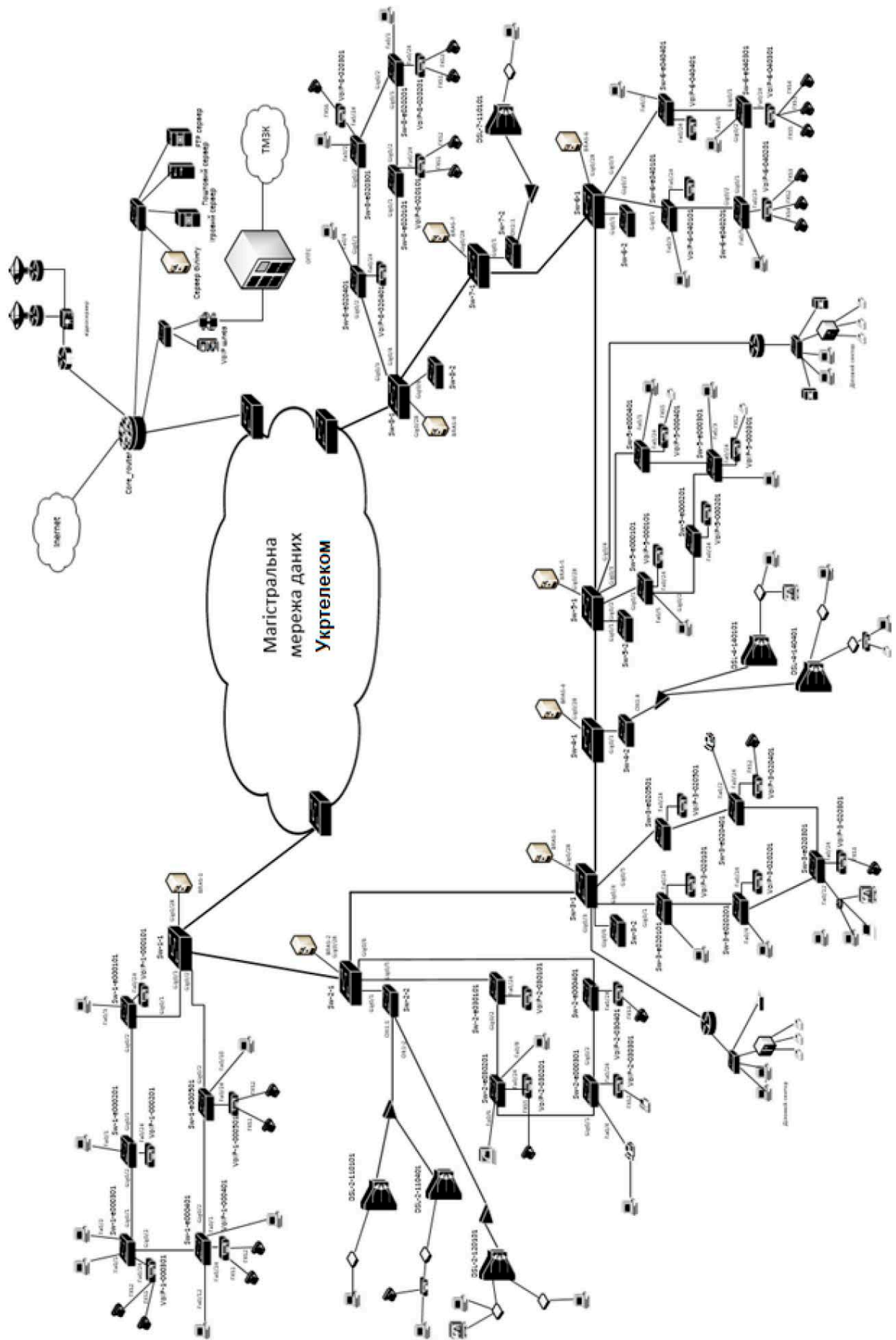


Рисунок 1.17. Топологічна схема NGN-мережі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

З метою оптимізації для кожної групи абонентів кожного мікрорайону була виділена своя підмережа. Також для запобігання широкомовних штормів і запобігання петель у мережі застосовується технологія VLAN, нумерація VLAN починається з 10 та розподілена серед усіх підмереж. На рис. 1.17 зображена топологічна схема мережі. У таблиці 1.23 наведено розподіл адресного простору та VLAN.

Також на кожному вузлі агрегації знаходиться BRAS, який агрегує користувальницькі підключення з мережі рівня доступу. Усі 8 BRAS з'єднуються своєю мережею з головним маршрутизатором. Також, для віддаленого доступу, моніторингу та управління кожному устаткуванню в мережі присвоєно IP-адресу зі своєї підмережі. Для доступу до послуг VoIP також виділена своя підмережа.

Для реалізації технологічної мережі також використовується технологія VLAN, яка забезпечує високий рівень безпеки мережі. В таблиці 1.24 наведено розподіл адресного простору та VLAN для технологічної мережі.

Таблиця 1.24. Розподіл адресного простору технологічної мережі

Мережа	№ VLAN	IP	MASK
1	2	3	4
Технологічна мережа	111	10.0.0.0	255.255.240.0
VoIP	100	10.1.0.0	255.255.224.0
BRAS-1	121	10.2.0.1	255.255.255.252
BRAS-2	122	10.2.0.5	255.255.255.252
BRAS-3	123	10.2.0.9	255.255.255.252
BRAS-4	124	10.2.0.13	255.255.255.252
BRAS-5	125	10.2.0.17	255.255.255.252
BRAS-6	126	10.2.0.21	255.255.255.252
BRAS-7	127	10.2.0.25	255.255.255.252
BRAS-8	128	10.2.0.29	255.255.255.252

Для усіх BRAS таблиці маршрутизації майже однакові і є найпростішими – вони містять в собі тільки маршрутний запис за умовчанням. В таблиці 1.25 наведено таблицю маршрутизації для BRAS-1. Таблиця маршрутизації для ядра наведена у таблиці 1.26.

Таблиця 1.25. Маршрутизація BRAS-1

Адреса мережі	Маска мережі	Адреса шлюзу
0.0.0.0	0.0.0.0	10.2.0.1

Таблиця 1.26. Маршрутизація ядра

Адреса мережі	Маска мережі	Адреса шлюзу
192.172.0.0	255.255.240.0	10.2.0.2
192.172.16.0	255.255.255.0	10.2.0.2
192.172.17.0	255.255.255.0	10.2.0.6
192.172.18.0	255.255.254.0	10.2.0.6
192.172.20.0	255.255.252.0	10.2.0.6
192.172.24.0	255.255.248.0	10.2.0.6
192.172.32.0	255.255.240.0	10.2.0.6
192.172.48.0	255.255.240.0	10.2.0.10
192.172.64.0	255.255.254.0	10.2.0.10
192.172.66.0	255.255.254.0	10.2.0.14
192.172.68.0	255.255.252.0	10.2.0.14
192.172.72.0	255.255.248.0	10.2.0.18
192.172.80.0	255.255.240.0	10.2.0.18
0.0.0.0	0.0.0.0	213.130.10.254

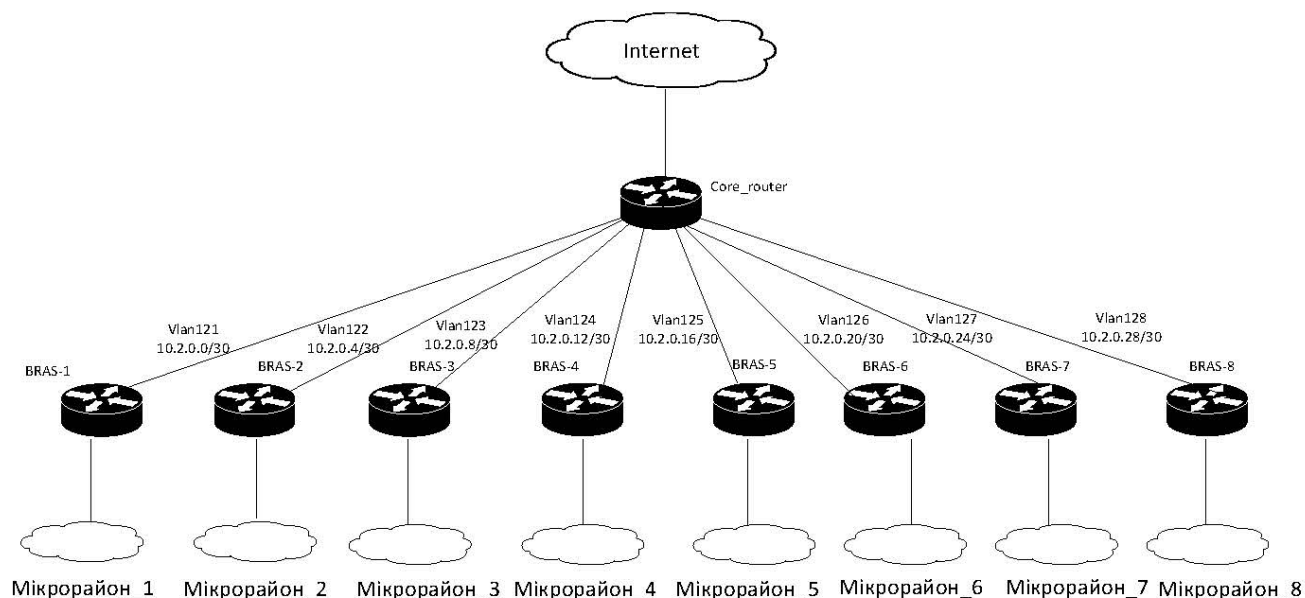


Рисунок 1.18. Топологія маршрутизаторів NGN-мережі

1.18 Конфігурація устаткування NGN-мережі

Для кожного устаткування треба написати свій конфігураційний файл, який буде містити в собі адреси мережевих інтерфейсів та таблиці маршрутизації, а також деяку додаткову інформацію. Тому для перевірки краще спочатку створити модель мережі – для цього від фірми Cisco є програмний засіб – Packet Tracer 5. Програма Packet Tracer пропонує на вибір кілька основних моделей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

55

комунікаційного обладнання і основні технології, які найширше використовуються у корпоративних територіальних мережах. Мультисервісна телекомунікаційна мережа поділяється на два рівня: рівень доступу та магістральний рівень [12].

Магістральний рівень будується з 8 комутаторів 3-го рівня, які з'єднанні кільцем до мережі передачі даних Укртелеком. В моделі оберемо комутатори 3560 24PS – комутатори 3-го рівня. Для запобігання петель в кільцевій топології необхідно використовувати протокол STP. Основним завданням STP є приведення мережі Ethernet з множинними зв'язками до деревоподібної топології, що виключає цикли пакетів. Відбувається це шляхом автоматичного блокування надлишкових в даний момент зв'язків для повної зв'язності портів. Тому об'явимо комутатор ядра головним, від якого буде будуватись дерево STP.

```
sw-core(config)#spanning-tree mode pvst
sw-core(config)#spanning-tree vlan 1-4096 priority 4096
sw-core(config)#spanning-tree portfast default
```

Комутатор sw-core має пріоритет вищий за інші комутатори, тому він стає головним. Також усі порти, які не беруть участь у дереві STP (усі порти в access режимі), переводяться у режим portfast, який мінімізує час, необхідний для переходу порту у стан forward. Через великий час сходимості у мультисервісній мережі буде застосовуватися протокол RSTP який відрізняється меншим часом сходимості мережі. У магістральній мережі перебуває велика кількість комутаторів і щоб не додавати до кожного комутатору VLAN, яких немає в його базі, застосуємо технологію VTP. У протоколі VTP узгодженість конфігурацій VLAN-мереж підтримується в загальному адміністративному домені. Крім того, протокол VTP зменшує складність управління і моніторингу VLAN-мереж. Тому усі магістральні комутатори знаходяться у домені Укртелеком і сервером домену є головний комутатор, а інші стають клієнтами домену.

```
sw-core#vlan database
sw-core(vlan)#vlan 10 name
sw-core(vlan)#vlan 10 name ab_mnogoetajki
VLAN 10 added:
  Name: ab_mnogoetajki
sw-core(vlan)#vl
```

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

```
sw-core(vlan)#vlan 11 name ab_chastnii
VLAN 11 added:
  Name: ab_chastnii
sw-core(vlan)#vl
sw-core(vlan)#vlan 12 name ab_del
sw-core(config)#vtp mode server
sw-core(config)#vtp domain UKRTELECOM
sw-core(config)#vtp password UKRTELECOM
sw-1-1(config)#vtp mode client
sw-1-1 (config)#vtp domain UKRTELECOM
sw-1-1 (config)#vtp password UKRTELECOM
```

Для передачі декількох VLAN по одному каналу потрібно щоб порти комутатору були в режимі Trunk. Потрібно вказати опцію nonegotiate, яка відключає автоматичне розпізнавання режиму (mode access або mode trunk). З метою безпеки і обмеження зайвого трафіку не на усіх транкових портах потрібна наявність усіх VLAN, тому їх треба обмежити тільки потрібними.

```
sw-1-1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
sw-1-1(config-if)#switchport mode trunk
sw-1-1(config-if)#switchport nonegotiate
sw-1-1(config-if)#switchport trunk allowed vlan 10-11,100,111
```

Для доступу до комутаторів та маршрутизаторів потрібно усім додати IP-адреси у VLAN технологічної мережі

```
sw-1-1(config)#interface vlan 111
sw-1-1(config-if)#ip add 10.0.0.10 255.255.255.0
```

Комутатори доступу мають аналогічну конфігурацію, як і магістральні, але є деякі відмінності. У комутаторах доступу не застосовується VTP домен, адже на мережі доступу не потрібна наявність усіх VLAN мережі. Також на портах магістрального комутатора, до якого підключено комутатори доступу, є обмеження по VLAN. Також у комутаторах доступу майже усі порти знаходяться в режимі access. Це режим, який дозволяє подати тільки один VLAN на даний порт. Також потрібно зробити прив'язку MAC-адреси клієнтського обладнання до порту для захисту від стороннього підключення.

```
sw-1e000101(config)# interface FastEthernet0/1
sw-1e000101(config-if)# switchport access vlan 10
sw-1e000101(config-if)# switchport mode access
sw-1e00101(config-if)#switchport port-security
sw-1e00101(config-if)#switchport port-security violation restrict
sw-1e00101(config-if)#switchport port-security mac-address 0009.7CCC.B2A7
```

Усі абоненти отримують IP динамічно за допомогою протоколу DHCP. Якщо визначено область DHCP і задані діапазони виключення, то решта адрес називається пулом доступних адрес (address pool).

```
BRAS-1(config)#ip dhcp pool ab_mn
BRAS-1(dhcp-config)# network 192.172.0.0 255.255.240.0
BRAS-1(dhcp-config)# default-router 192.172.0.1
BRAS-1(dhcp-config)# dns-server 10.0.0.2
BRAS-1(config)#ip dhcp excluded-address 192.172.0.1
```

Також на маршрутизаторі настроюються підінтерфейси, які мають доступ до різних VLAN (кожний до свого). Ці інтерфейси є основними шлюзами для абонентів.

```
BRAS-1(config)# interface fastEthernet 0/0.10
BRAS-1(config-subif)# encapsulation dot1Q 10
BRAS-1(config-subif)# ip address 192.172.0.1 255.255.240.0
```

В мережі також є маршрутизатор, який виконує роль Softswitch. На ньому налаштовується функція telephony-service, де вказується максимальна кількість телефонів підключаємих до маршрутизатора, також кількість цифр у номері, IP-адресу до якої будуть підключатися усі VoIP-пристрої. Також на цьому маршрутизаторі налаштовується якому телефону присвоїти якій номер та зробити прив'язку за MAC-адресою. Усім пристроям IP-телефонії присвоюється IP-адреса за допомогою протоколу DHCP. Для цього використовується опція 150, у якій вказується адреса TFTP-сервера.

```
VoIP(config)#interface fastEthernet 0/0.111
VoIP(config-subif)#encapsulation dot1Q 111
VoIP(config)#ip dhcp pool VoIP
VoIP(dhcp-config)# network 10.1.0.0 255.255.224.0
VoIP(dhcp-config)# default-router 10.1.0.1
VoIP(dhcp-config)# option 150 ip 10.1.0.1
VoIP(config)#telephony-service
VoIP(config-telephony)#max-ephones 42
VoIP(config-telephony)#max-dn 144
VoIP(config-telephony)# ip source-address 10.1.0.1 port 2000
VoIP(config-telephony)#auto assign 4 to 6
VoIP(config-telephony)#auto assign 1 to 42
VoIP (config-ephone)# mac-address 0003.E4A6.6D01
VoIP(config)# ephone-dn 1
VoIP(config-ephone-dn)#number 3880000
```

1.19 Конфігурація доступу до Інтернет у NGN-мережі

Network address translation (NAT) створений для спрощення та приховування IP-адресації. NAT дозволяє представити зовнішньому світу внутрішню структуру IP-адресації підприємства інакше, ніж вона насправді виглядає. Це дозволяє організації з'єднуватися з Інтернет, не маючи всередині себе глобальної унікальної IP-адресації. Це дає можливість виходу в Інтернет для корпоративних внутрішніх IP-мереж з внутрішніми IP-адресами (intranet), які глобально не унікальні і тому не можуть маршрутизуватися у Інтернет. NAT застосовується також для зв'язку територіально розподілених підрозділів організації через Інтернет. NAT реалізовано на головному маршрутизаторі [12].

```
core-router(config)# interface fastEthernet 0/1
core-router(config-if)# ip address 213.130.10.9 255.255.255.0
core-router(config-if)# ip nat outside
core-router(config)# interface FastEthernet0/0.121
core-router(config-if)# encapsulation dot1Q 121
core-router(config-if)# ip address 10.2.0.1 255.255.255.252
core-router(config-if)# ip nat inside
```

Діапазон зовнішніх IP-адрес розподілено серед кожного мікрорайону в таблиці 1.27.

Таблиця 1.27. Розподілення зовнішніх IP-адрес

Маршрутизатор	Початок діапазону	Кінець діапазону
BRAS-1	213.130.10.1	213.130.10.5
BRAS-2	213.130.10.6	213.130.10.10
BRAS-3	213.130.10.11	213.130.10.15
BRAS-4	213.130.10.16	213.130.10.20
BRAS-5	213.130.10.21	213.130.10.25
BRAS-6	213.130.10.26	213.130.10.30
BRAS-7	213.130.10.31	213.130.10.35
BRAS-8	213.130.10.36	213.130.10.40

```
core-router(config)# ip nat pool BRAS_1 213.130.10.1 213.130.10.5 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_2 213.130.10.6 213.130.10.10 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_3 213.130.10.11 213.130.10.15 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_4 213.130.10.16 213.130.10.20 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_5 213.130.10.21 213.130.10.25 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_6 213.130.10.26 213.130.10.30 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_7 213.130.10.31 213.130.10.35 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat pool BRAS_8 213.130.10.36 213.130.10.40 netmask 255.255.255.0
core-router(config)# ip nat inside source list 1 pool BRAS_1
core-router(config)# ip nat inside source list 2 pool BRAS_2
```

```
core-router(config)# ip nat inside source list 3 pool BRAS_3
core-router(config)# ip nat inside source list 4 pool BRAS_4
core-router(config)# ip nat inside source list 5 pool BRAS_5
core-router(config)# ip nat inside source list 6 pool BRAS_6
core-router(config)# ip nat inside source list 7 pool BRAS_7
core-router(config)# ip nat inside source list 8 pool BRAS_8
```

Деяким абонентам та діловим клієнтам можливе виділення статичної IP-адреси. Також DNS має внутрішню IP-адресу 10.0.0.2 і зовнішню 213.130.10.253.

```
core-router(config)#ip nat inside source static 192.172.0.3 213.130.10.41
core-router(config)#ip nat inside source static 192.172.104.3 213.130.10.42
core-router(config)#ip nat inside source static 10.0.0.2 213.130.10.253
```

Для того, щоб мікрорайони виходили через свої пули, пропишемо списки доступу:

```
core-router(config)#access-list 1 permit 192.172.0.0 0.0.15.255
core-router(config)#access-list 1 permit 192.172.16.0 0.0.0.255
core-router(config)#access-list 1 deny any
```

1.20 Конфігурація списків доступу

Всі боржники будуть відключені від доступу до мережі Інтернет та до IP-телефонії. Списки доступу можуть бути двох типів – стандартні та розширені, тому на кожному BRAS прописується стандартний список доступу. В цьому списку боржник має IP-адресу 192.172.0.3:

```
BRAS-1(config)#ip access-list standard Doljniki
BRAS-1(config-std-nacl)# deny host 192.172.0.3
BRAS-1(config-std-nacl)#permit any
BRAS-1(config)#interface fastEthernet 0/0.10
BRAS-1(config-subif)#ip access-group Doljniki in
BRAS-1(config-subif)#ip access-group Doljniki out
```

Для заборони доступу до IP-телефонії на маршрутизаторі VoIP також прописується список доступу:

```
VoIP(config)#ip access-list standard Zadoljniki
VoIP(config-std-nacl)#deny host 10.1.0.3
VoIP(config-std-nacl)#permit any
VoIP(config-subif)#ip access-group Zadoljniki in
VoIP(config-subif)#ip access-group Zadoljniki out
VoIP(config-subif)#ip access-group Zadoljniki out
```

Заборона доступу з Інтернету до серверу FTP:

```
core-router(config)#ip access-list extended FTP
core-router(config-ext-nacl)#deny ip any 10.0.0.3 0.0.0.0
core-router(config-ext-nacl)#permit ip any any
```

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

```
core-router(config)#interface fastEthernet 0/1
core-router(config-if)#ip access-group FTP in
core-router(config-if)#ip access-group FTP out
```

1.21 Реалізація доступу до послуг NGN-мережі

1.21.1 Доступ до мережі Інтернет

Доступ до мережі Інтернет абоненти отримують за допомогою DHCP IP-адреси. Усі запити від абонентів надходять до маршрутизаторів BRAS (у реальній мережі BRAS являє собою високопродуктивний сервер з операційною системою FreeBSD та спеціальним програмним забезпеченням), де перевіряється чи є абоненти боржниками, якщо ні, то усі запити перенаправляються через магістральну мережу та мережу передачі даних Укртелеком до ядра (головного маршрутизатора), який далі транслює його через NAT.

Для кожного мікрорайону є своя пул-адреса, тому запит проходить через свій Nat та надходить до мережі Інтернет.

```
core-router#show ip nat translations
Pro Inside global   Inside local   Outside local  Outside global
icmp 213.130.10.1:11 192.172.0.9:11 98.98.98.1:11 98.98.98.1:11
icmp 213.130.10.1:12 192.172.0.9:12 98.98.98.1:12 98.98.98.1:12
icmp 213.130.10.1:13 192.172.0.9:13 98.98.98.1:13 98.98.98.1:13
icmp 213.130.10.1:14 192.172.0.9:14 98.98.98.1:14 98.98.98.1:14
--- 213.130.10.253 10.0.0.2      ---           ---
--- 213.130.10.42 192.172.104.3 ---           ---
NAT: s=192.172.0.9->213.130.10.1, d=98.98.98.1 [16]
NAT*: s=98.98.98.1, d=213.130.10.1->192.172.0.9 [23]
NAT: s=192.172.0.9->213.130.10.1, d=98.98.98.1 [17]
NAT*: s=98.98.98.1, d=213.130.10.1->192.172.0.9 [24]
NAT: expiring 213.130.10.1 (192.172.0.9) icmp 4 (4)
```

Для забезпечення безпеки абонентів на мережі застосовуються такі технології, як DHCP Snooping, прив'язка IP-адреси абонента до MAC-адреси абонентського обладнання та порту комутатора доступу, до якого підключений абонент, для захисту від підміни IP-адреси абонента та DHCP-сервера. Також на комутаторах доступу застосовується технологія Isolated VLANs для того, щоб абоненти не могли обмінюватися інформацією з усіма іншими портами комутатору доступу.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

1.21.2 Організація IP-телефонії

VoIP трафік від кожної IP-сесії надходить до мережі передачі даних і далі до Soft switch, де відбувається перетворення IP-телефонії у аналогову та поступає до опорно-транзитної станції C&C08. На ОПТС трафік аналізується і в залежності від напрямку поступає до ТМЗК або міжміського та міжнародного напрямків.

Організація IP-телефонії організована так само як і послуга SIP-транк. Для забезпечення високої якості послуг на усій мережі застосовується технологія QoS, а саме, окрема пріоритезація VLAN з VoIP-трафіком. В моделі роль SoftSwitch виконує маршрутизатор VoIP, де прописано сервіс телефонії. IP-телефонія має свій VLAN, який має найвищий пріоритет QoS. Усі розмови, запити йдуть через маршрутизатор від пристроїв IP-телефонії.

```
%IPPHONE-6-REGISTER: ephone-2 IP:10.1.0.2 Socket:2 DeviceType:Phone has registered.  
%IPPHONE-6-REGISTER: ephone-6 IP:192.172.0.5 Socket:2 DeviceType:Phone has  
registered.
```

1.21.3 Організація віртуальної приватної мережі

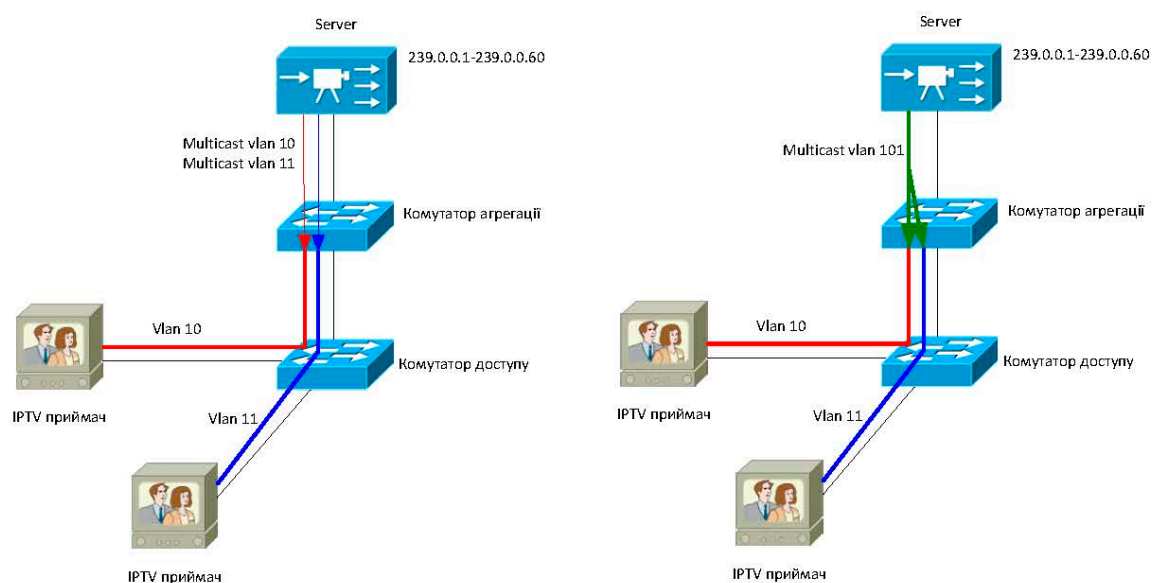
Для реалізації віртуальної приватної мережі виділяється VLAN, який узгоджується з клієнтом і подається до нього. В даній моделі був обраний 300 VLAN, який подається до підприємства та до його філії. Клієнт у себе прописує на маршрутизаторі таблиці маршрутизації, по яким відокремлює корпоративний трафік від трафіку до мережі Інтернет.

1.21.4 Організація послуги IPTV

Доступ до послуги IPTV реалізовано за допомогою мультикасту. Технологія IP Multicast використовує адреси з 224.0.0.0 до 239.255.255.255. Підтримується статична і динамічна адресація. Діапазон адрес з 224.0.0.0 по 224.0.0.255 зарезервований для протоколів маршрутизації та інших низькорівневих протоколів підтримки групової адресації. Для визначення членів різних груп в локальній мережі маршрутизатор використовує протокол IGMP. Один з маршрутизаторів підмережі періодично опитує вузли підмережі щоб дізнатися, які групи використовуються додатками вузлів. На кожну групу генерується тільки одна відповідь в підмережі. Для того, щоб стати членом нової

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

групи, вузол одержувача ініціює запит на маршрутизатор локальної мережі. мережевий інтерфейс вузла-одержувача налаштовується на прийом пакетів з цією групою адресою. Кожен вузол самостійно відстежує свої активні групові адреси, і коли відпадає необхідність знаходитись в даній групі, припиняє надсилати підтвердження на IGMP-запити. Результати IGMP-запитів використовуються протоколами групової маршрутизації для передачі інформації про членство в групі на сусідні маршрутизатори і далі по мережі. В мультисервісній мережі, для того щоб не створювався мультикастовий потік на кожний VLAN, застосовується технологія MVR (Multicast VLAN Registration). Завдяки технології MVR IGMP-запити можуть поступати з різних VLAN до одного мультикастового VLAN. На рисунку 1.19 зображена передача мультикасту за допомогою технології мультикасту та без. Відеоконтент береться у оператора Укртелеком і складає 60 каналів, по 50 Мбіт/с кожний. Для надання послуги IPTV високої якості застосовується пріоритезація мультикастового VLAN на магістральній мережі та трафіку з відео-контентом на комутаторах доступу [12].



а) Передача мультикасту без технології MVR б) Передача мультикасту за допомогою технології MVR

Рисунок 1.19. Передача мультикасту за допомогою технології MVR (б) та без (а) реалізації послуг доступу до мережі Інтернет та IP-телефонії

2 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Метою даних розрахунків є обчислення вартості виконання науково-дослідної роботи «Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м. Одеси». Основна мета даного дипломного проекту є надання мешканцям густонаселених районів м.Одеси послуг ширококутового доступу по одному каналу до мережі Інтернет, IPTV та IP-телефонії. Кінцевим користувачам економічно більш вигідне підключення до Інтернет по виділеному швидкісному каналу за рахунок того, що в такому випадку оплачується трафік, а не тривалість з'єднання. Для абонентів мультисервісної мережі було розроблено декілька тарифів на послуги доступу до мережі Інтернет, послуги IP-телефонії та цифрового інтерактивного телебачення.

Даний вид проекту відноситься до науково-дослідницької розробки. Оцінка якості розробленого проекту включає визначення трудомісткості і вартості його створення. Розрахунок трудомісткості НДР здійснений в наступній послідовності:

1) Складений перелік всіх етапів і видів робіт, які необхідно виконати в ході даної НДР. Після узгодження з керівником проекту допущено виключення, доповнення, об'єднання окремих етапів і видів робіт;

2) По кожному виду робіт визначений кваліфікаційний рівень виконавців. Розподіл робіт по етапах і видах виконавців вироблений формою, наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Розподіл робіт по етапах і видах виконавців

Етап проведення НДР	Вигляд робіт	Посада виконавця
Розробка технічного завдання (ТЗ)	1. Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці «Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м. Одеси»	Дипломник, керівник
Вибір напрямку дослідження	1. Збір і вивчення науково-технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів, на основі яких будуватиметься робота. 2. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка.	Дипломник керівник

	3. Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки. 4. Розробка плану проведення досліджень для подальшої розробки.	
Теоретичні і експериментальні дослідження	1. Огляд та основні характеристики технології NGN 2. Розрахунок пропускнуєї спроможності NGN мережі та кількості потенційних абонентів. 3. Вибір обладнання мережі NGN 4. Розрахунок зон радіопокриття та проектування схеми мережі NGN	Дипломник керівник консультанти
Узагальнення і оцінка результатів досліджень	1. Узагальнення результатів попередніх етапів роботи. 2. Оцінка повноти вирішення поставлених завдань. 3. Проведення додаткових досліджень, розробка рекомендацій по використанню результатів проведення НДР, а також рекомендацій по реалізації проекту в цілому. 4. Складання і оформлення звіту. Розгляд результатів проведеною НДР і прийняття результатів в цілому.	Дипломник керівник консультанти

В умовах відсутності нормативної бази тривалість виконання окремих робіт розраховується на основі вірогідних оцінок робіт, що задаються виконавцями.

Таблиця 2.2 Очікувана трудомісткість робіт

Вигляд роботи	Очікуваний час виконання (дні)
1. Складання і затвердження ТЗ для НДР по розробці «Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м. Одеси»	3
2. Збір і вивчення науково-технічної літератури, технічної документації і інших матеріалів, на основі яких будуватиметься робота.	3
3. Формулювання можливих напрямів вирішення завдань, поставлених в технічному завданні НДР і їх порівняльна оцінка.	3
4. Вибір напрямку проведення досліджень для подальшої розробки.	2
5. Огляд та основні характеристики технології NGN	2
6. Розрахунок пропускнуєї спроможності мережі NGN а кількості потенційних абонентів.	2
7. Вибір обладнання мережі NGN	4
8. Розрахунок зон радіопокриття та проектування схеми мережі NGN	4
9. Економічна частина	2
10. Охорона праці	1
Всього:	26

Результатом виконання НДР є науково-технічна продукція, що є закінчені науково – дослідницькі роботи, виконані відповідно до вимог, передбачених договором, і прийнятими замовником. Розрахунок собівартості і ціни виконання НДР включає наступні статті витрат: витрати на матеріали, основна і додаткова заробітна плата, відрахування до єдиного соціального фонду страхування, витрати на роботи, що виконуються сторонніми організаціями, і деякі інші.

1) Витрати на матеріали, купувальні комплектуючі, напівфабрикати визначають на основі розрахунку потреби в них за оптовими цінами, що діють і складають 174 грн.

2) До витрат «Основна заробітна плата» відносяться оплата праці виконавців, безпосередньо притягнених до її виконання. Розмір основної зарплати встановлюється виходячи з чисельності різних категорій виконавців, трудомісткості, що витрачається ними на виконання різних видів робіт, а також їх середньої заробітної плати (ставки) за один робочий день. Відповідно до статті 8 «Закону про Державний бюджет України на 2023» встановлено мінімальну заробітну плату у місячному розмірі з 1 січня 2023 року - 6700 гривень; мінімальну погодинну тарифну ставку – 40,46 грн.

Середня зарплата за один робочий день для кожного виконавця визначена по формулі:

$$Зден = п.т.с. * 8;$$

де п.т.с – погодинна тарифна ставка, грн.;

8 – тривалість робочого дня, год.

$$Зден дипломника = 40,46 * 8 = 323,68 \text{ грн.}$$

$$Зден керівника = 67,00 * 8 = 536 \text{ грн.}$$

$$Зден консультантів = 65,00 * 8 = 520 \text{ грн.}$$

Витрати на основну заробітну плату, НДР, що включаються в собівартість, приведені в таблиці 2.3.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таблиця 2.3 Витрати на основну заробітну плату

Виконавець	Погодинна тарифна ставка, грн	Денна ставка, грн	Трудомісткість робочих днів	Сума основної зарплати, грн
Дипломник	40,46	323,68	26	8415,68
Керівник	67,00	536	1	536
Консультант по економічній частині	65,00	520	0,25	130
Консультант по охороні праці	65,00	520	0,25	130
Нормоконтроль	65,00	520	0,25	130
Всього (Зо)				9341,68

3) Витрати на додаткову заробітну плату визначаються у відсотках від основної і враховують виплати за час, що не пропрацював, встановлений законом. У наукових закладах додаткова заробітна плата складає 10-12% від основної заробітної плати.

$$Зд=12\%Zo = 9341,68*0,12 = 1121 \text{ грн}$$

4) До складу собівартості НДР включаються податки, збори і інші обов'язкові платежі, встановлені системою оподаткування що діє. Сума до єдиного соціального внеску складає:

Відрахування до єдиного соціального внеску складає:

$$Зесв=0,22*(Zo+Зд)=0,22*(9341,68+1121) = 2301,78 \text{ грн.}$$

5) До накладних витрат відносять витрати на управління і господарське обслуговування, що відноситься до всіх виконуваних НДР.. У наукових закладах накладні витрати складають 40 -120% від основної і додаткової заробітної плати.

$$Рнакл= (Zo+Зд)*0,7 = (9341,68+1121)* 0,7 = 7323,87 \text{ грн.}$$

На підставі отриманих даних по окремих статтях витрат складена калькуляція планової собівартості в цілому НДР за формою, приведеною в таблиці 2.4.

										Арк.
										67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ					

Таблиця 2.4 Калькуляція планової собівартості

Статті витрат	Сума, грн.
1. Матеріали	174,00
2. Основна заробітна плата	9341,68
3. Додаткова заробітна плата	1121,00
4. Відрахування до єдиного соціального внеску	2301,78
5. Накладні витрати	7323,87
Планова собівартість (Спл)	20262,33

Плановий прибуток визначений по формулі:

$$\text{Ппл} = 0,1 * \text{Спл} = 0,1 * 20262,33 = 2026,23 \text{ грн}$$

Де 0,1 – норматив, який враховує граничний рівень рентабельності, встановлений чинним законодавством для науково-технічної продукції.

Договірна ціна визначається по формулі:

$$\text{Цнір} = \text{Спл} + \text{Ппл} = 20262,33 + 2026,23 = 22288,56 \text{ грн}$$

Звідси ціна реалізації становить:

$$\text{Цр} = \text{Цнір} + \text{ПДВ} = 22288,56 + 22288,56 * 0,2 = 26746,27 \text{ грн.}$$

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Стаття 13 Закону України «Про охорону праці» зобов'язує роботодавця створити в кожному структурному підрозділі на робочих місцях такі умови праці, які передбачають відповідні нормативно-правові акти, та забезпечити дотримання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

Дипломним проектом розглядається питання проектування NGN-мережі для густонаселених районів міста. Тому темою дослідження в розділі є робоче місце програміста.

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

Оператори ПК і програмісти зіштовхуються із впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму, підвищена температура зовнішнього середовища, відсутність або недостатня освітленість робочої зони, електричний струм, статична електрика й інші.

Програміст як і користувач персонального комп'ютера випробовує значне навантаження, як фізичне (сидяче положення, навантаження на очі), так і розумове, що приводить до зниження його працездатності до кінця робочого дня. На робочому місці оператор ПК піддається впливу наступних несприятливих факторів:

- недостатнє освітлення;
- шум від працюючих машин;
- електромагнітне випромінювання;
- виділення надлишків теплоти.

3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

На робочому місці програміста повинні бути створені умови для високопродуктивної праці.

3.2.1 Вимоги до приміщення

Згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 не можна розміщувати робочі місця з комп'ютерною технікою у підвальних приміщеннях і на цокольних поверхах.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Площа одного робочого місця має становити не менше ніж 6 кв.м, об'єм приміщення – не менше ніж 20 куб м.

Для внутрішнього оздоблення приміщень з комп'ютерною технікою слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7,0.8, для стін – 0,5-0,6.

Покритті підлоги має бути матовим, її поверхня – рівною, неслизькою, с антистатичними властивостями. Заборонено для оздоблення інтер'єру використовувати полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Під час розміщення робочих столів з персональними комп'ютерами важливо враховувати, щоб відстані між їхніми бічними поверхнями становили не менше ніж 1,2 м; від тильної поверхні одного ПК до екрана іншого – не менше ніж 2,5м. У приміщеннях, де є робочі місця з комп'ютерною технікою, слід щодня робити вологе прибирання.

3.2.2 Мікроклімат

Найбільш значним фактором продуктивності й безпеки праці є виробничий мікроклімат, що характеризується температурою й вологістю повітря, швидкістю його руху, а також інтенсивністю радіації, і повинен відповідати ГОСТ 12.1.005-88 і СНиП 2.04.05-86 (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1 Вимоги до параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні

Параметри мікроклімату	Значення параметрів	
	Узимку	Улітку
1. Температура, °С	22-24	23-25
2. Швидкість повітряних мас, м/с	0.1	0.1-0.2
3. Відносна вологість, %	40-60	40-60

Дослідження показали, що висока температура в сполученні з високою вологістю повітря дуже впливають на працездатність оператора. За таких умов різко збільшується час сенсомоторних реакцій, порушується координація рухів, збільшується кількість помилок.

Для підтримки необхідної температури й вологості робоче приміщення оснащено системами опалення й кондиціонування, що забезпечують постійне й рівномірне нагрівання, циркуляцію, а також очищення повітря від пилу й шкідливих речовин.

У приміщеннях системи, що припускають експлуатацію, вимоги до параметрів мікроклімату в цілому виконані.

3.2.3 Освітлення

Для освітлення приміщення, у якому працює програміст, використовується змішане освітлення, тобто сполучення природного й штучного освітлення.

Природне освітлення - здійснюється через вікна в зовнішніх стінах будинку. Штучне освітлення - використовується при недостатньому природному освітленні й здійснюється за допомогою двох систем: загального й місцевого освітлення. Загальним називають освітлення, світильники якого освітлюють всю площу приміщення. Місцевим називають освітлення, призначене для певного робочого місця.

Для загального освітлення приміщення, де перебуває робоче місце програміста, використовуються газорозрядні лампи типу ЛД.

Нормами для даних робіт встановлена необхідна освітленість робочого місця $E_H=300$ лк.

3.2.4 Шум

Для усунення або ослаблення несприятливих шумових впливів доцільно ізолювати робочі приміщення, розміщаючи їх у частинах будинку, найбільш вилучених від міського шуму - розташованих у глибині будинку, звернених вікнами у двір. Перевіряти герметичність корпусів комп'ютерів та своєчасно міняти вентилятори охолодження. Шум слабшає також завдяки зеленим насадженням, що поглинають звуки.

Оптимальні показники рівня шумів у робочих приміщеннях кабінетах розраховувачів, програмістів визначаються за ГОСТ 12.1.003-83 Припустимий рівень шуму при розумовій праці, що вимагає зосередженості для програміста, - 50 дБ. Параметри рівня шуму в цілому виконані.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

3.2.5 Вимоги до організації робочого місця працівника

Обладнання і організація робочого місця з ПК мають забезпечувати відповідність конструкцій всіх елементів робочого місця та їх взаємного розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності (ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 22.269-76, ГОСТ 21.889-76). Конструкція робочого місця й взаємне розташування всіх його елементів (сидіння, органи керування, засобу відображення інформації) відповідають антропометричним, фізіологічним і психологічним вимогам, а також характеру роботи. Конструкція робочих меблів повинна забезпечувати можливість індивідуального регулювання відповідно росту працюючих для підтримки зручної пози. Робочий стіл повинен бути пофарбований матовою фарбою. Дисплей розташований так, що його верхній край перебуває на рівні очей на відстані близько 70 см, що укладається в у припустимі рамки від 60 до 90 см. Частота мерехтіння екрана $f_{\text{мер}}=100$ Гц, що відповідає умові $f_{\text{мер}}>70$ Гц.

Робоче місце розташоване перпендикулярно віконним прорізам, це зроблено з тією метою, щоб виключити пряму й відбиту мерехтливність екрана від вікон і приладів штучного освітлення, якими є лампи накаливання.

3.2.6 Електробезпека

Відповідно до ГОСТ 12.1.019-79 під електробезпечністю розуміють систему організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого й небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги й статичної електрики.

Відповідно до вимог для попередження поразок електричним струмом необхідно:

- виключити можливість доступу оператора до частин устаткування, що працює під небезпечною напругою, неізолюваними частинами, призначеними для роботи при малій напрузі й не підключеними до захисного заземлення;
- застосовувати ізоляцію, що служить для захисту від поразки електричним струмом, виконану із застосуванням міцного суцільного або

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

багат шарового ізоляційного матеріалу, товщина якого обумовлена типом забезпечуваного захисту;

- підводити електроживлення до ПЕОМ від розетки будинку за допомогою спеціальної вилки із заземлюючим контактом;
- захистити від перевантажень по струму, розраховуючи на потужність, споживану від мережі; а також захистити від короткого замикання встаткування, убудоване в мережу будинку;
- надійно підключити до заземлюючих затисків металеві частини, доступні для працівника, які в результаті ушкодження ізоляції можуть виявитися під небезпечною напругою;
- перевірити, що захисний заземлюючий провідник не має вимикачів і запобіжників, а також надійно ізольований.

3.3 Пожежна безпека

Джерелами запалювання можуть бути електронні схеми від ЕОМ, прилади, застосовувані для технічного обслуговування, пристрою електроживлення, кондиціонування повітря, де в результаті різних порушень утворюються перегріті елементи, електричні іскри і дуги, здатні викликати загоряння палих матеріалів. У сучасних ЕОМ дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості друг від друга розташовуються сполучні проводи, кабелі. При протіканні по них електричного струму виділяється значна кількість теплоти. При цьому можливо оплавлення ізоляції.

До засобів гасіння пожежі, призначених для локалізації невеликих загорянь, відносяться пожежні стовбури, внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники, сухий пісок, азбестові ковдри і т.п. Пожежні крани встановлюються в коридорах, на площадках сходових кліток і входів.. У виробничих приміщеннях з ПК застосовуються головним чином вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, схоронність електронного устаткування, діелектричні властивості вуглекислого газу, що дозволяє використовувати ці вогнегасники коли не вдається знеструмити електроустановку відразу.

					КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дипломного проекту була спроектована NGN-мережа для густонаселених районів м.Одеси на прикладі Київського району. Для абонентів мультисервісної мережі було розроблено декілька тарифів на послуги доступу до мережі Інтернет, послуги IP-телефонії та цифрового інтерактивного телебачення.

Мультисервісна NGN-мережа Київського району м.Одеси поділена на 2 рівня: магістральний рівень та рівень доступу. Для магістрального рівня було обрано високопродуктивні комутатори 3-го рівня з низькими показниками відмови. Магістральна мережа має лінійну кільцеву топологію, яка з'єднує усі вузли в кільце, замикаючись через мережу провайдера, забезпечуючи таким з'єднанням низьку вірогідність відмови.

Київський район м.Одеси був поділений на 8 мікрорайонів з вузлом агрегації в кожному з мікрорайонів. До вузлів агрегації підключена мережа доступу. Мережа доступу поділяється на мережі багатоповерхових забудов, приватного та ділового секторів. До кожної мережі застосовані свої технології та обладнання.

В дипломному проекті розраховано прогнозований трафік спроектованої NGN-мережі у годину найбільшого навантаження для Київського району м.Одеси та трафік з кожного мікрорайону у вузлі агрегації. Найбільше навантаження передбачене на трафік Інтернет (передача даних і даних на вимогу). Найбільше навантаження IP-телефонії створює діловий сектор.

Для зручності прокладання кабелю і його структуризації розроблена структурована кабельна система, виконані відповідні розрахунки.

Структуровану кабельну систему розробленої NGN-мережі поділено на мережі багатоповерхової забудови, приватного сектору та ділового сектору. У якості основного кабелю застосовується оптоволоконний кабель, який є найбільш доцільним для реалізації поставленої мети проектування.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Колобякин В. «Беспроводные мультисервисные сети» – М.: Теле-спутник. 2016.
2. Гольдштейн Б.С. Инфокоммуникационные сети и системы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 207 с.: іл.
3. Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. Сети связи пост-NGN – СПб.: БХВПетербург, 2014. – 160 с.: іл.
4. Гургенидзе А.Т., Кореш В.И. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступа: Наука и Техника, 2003. – 400.: іл.
5. Филимонов Ю.А. Построение мультисервисных сетей Ethernet. СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 592 с.: іл.
6. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения.– ОАО «ГИПРОСВЯЗЬ», 2005. – 240 с.: іл.
7. Мардер Н.С. Современные телекоммуникации. – М. ИРИАС., 2006 – 384 с.
8. Компания EXFO. «Путеводитель FTTx PON: Тестирование Пассивных Оптических Сетей», 2-е вид. 2004.
9. В. Тарасов. Стаття «Коммутаторы для сегмента передачи данных мультисервисной Metro-сети FTTB» журнал «Широкополосные мультисервисные сети», 2009.
- 10.А. Бабайцев. Стаття «Организация доступа к услугам Triple Play в мультисервисных сетях» журнал «Широкополосные мультисервисные сети», 2009.
- 11.В. В. Величко, Е. А. Субботин, В. П. Шувалов, А. Ф. Ярославцев. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети. Учебное пособие. В 3 томах.– М.:Горячая линия–Телеком, 2005. – 592 с.: іл.
- 12.Рассомахін С.Г. Компоненти бібліотеки еталонних моделей сигналів в телекомунікаційних протоколах фізичного рівня / С. Г. Рассомахін, С. Г. Веклич // Системи обробки інформації – 2016. – №7.

					<i>КГ 06. 06 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

ДОДАТОК А. РОЗПОДІЛ ВХІДНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Таблиця А.1. Розподіл вхідного навантаження передачі файлів серед абонентів багатоповерхової забудови у ГНН

Тарифи Мбіт/с	Мікрорайон _1 Ерл	Мікрорайон _2 Ерл	Мікрорайон _3 Ерл	Мікрорайон _4 Ерл	Мікрорайон _5 Ерл	Мікрорайон _6 Ерл	Мікрорайон _7 Ерл	Мікрорайон _8 Ерл	Пачечність
50	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,15	10
100	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2	0,15	50
200	0,3	0,2	0,25	0,2	0,3	0,2	0,3	0,25	50
500	0,2	0,3	0,25	0,1	0,2	0,15	0,25	0,2	100
1000	0,15	0,2	0,3	0,25	0,3	0,2	0,3	0,2	150

Таблиця А.2. Розподіл вхідного навантаження передачі файлів серед абонентів приватної забудови у ГНН

Тарифи Мбіт/с	Мікрорайон _1 Ерл	Мікрорайон _2 Ерл	Мікрорайон _3 Ерл	Мікрорайон _4 Ерл	Мікрорайон _5 Ерл	Мікрорайон _6 Ерл	Мікрорайон _7 Ерл	Мікрорайон _8 Ерл	Пачечність
20	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	10
50	0,2	0,15	0,3	0,25	0,3	0,25	0,2	0,15	50
100	0,35	0,2	0,15	0,2	0,2	0,15	0,3	0,2	50
200	0,2	0,2	0,3	0,25	0,2	0,25	0,1	0,2	50
500	0,3	0,2	0,25	0,25	0,25	0,3	0,2	0,15	100
1000	0,2	0,15	0,3	0,2	0,2	0,15	0,2	0,25	150

Таблиця А.3. Розподіл вхідного навантаження передачі файлів серед абонентів ділового сектору у ГНН

Тарифи Мбіт/с	Мікрорайон _1 Ерл	Мікрорайон _2 Ерл	Мікрорайон _3 Ерл	Мікрорайон _4 Ерл	Мікрорайон _5 Ерл	Мікрорайон _6 Ерл	Мікрорайон _7 Ерл	Мікрорайон _8 Ерл	Пачечність
24	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7	0,5	0,75	10
30	0,7	0,6	0,75	0,8	0,65	0,75	0,55	0,65	50
50	0,8	0,7	0,75	0,65	0,8	0,7	0,65	0,5	50
100	0,7	0,8	0,6	0,75	0,65	0,8	0,75	0,8	50
200	0,6	0,7	0,65	0,8	0,7	0,65	0,8	0,7	50
500	0,75	0,8	0,7	0,65	0,75	0,8	0,6	0,7	50
1000	0,5	0,6	0,75	0,6	0,7	0,6	0,75	0,6	50

Таблиця А.4. Розподіл вхідного навантаження даних за вимогою серед абонентів багатоповерхової забудови у ГНН

Тарифи Мбіт/с	Мікрорайон _1 Ерл	Мікрорайон _2 Ерл	Мікрорайон _3 Ерл	Мікрорайон _4 Ерл	Мікрорайон _5 Ерл	Мікрорайон _6 Ерл	Мікрорайон _7 Ерл	Мікрорайон _8 Ерл	Пачечність
50	0,6	0,5	0,6	0,5	0,6	0,75	0,7	0,6	10
100	0,5	0,65	0,7	0,6	0,7	0,7	0,55	0,65	50
200	0,7	0,7	0,65	0,6	0,5	0,75	0,55	0,6	50
500	0,35	0,4	0,5	0,4	0,55	0,65	0,6	0,65	100
1000	0,2	0,25	0,3	0,35	0,2	0,3	0,4	0,2	150

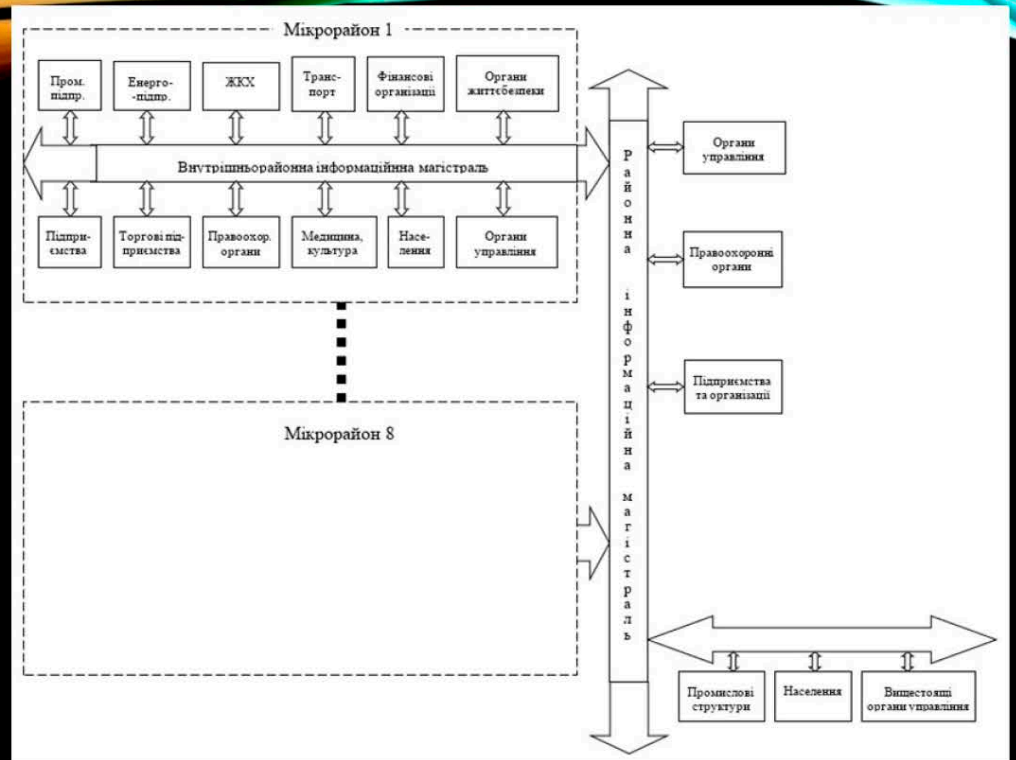
Таблиця А.5. Розподіл вхідного навантаження даних за вимогою серед абонентів приватної забудови у ГНН

Тарифи Мбіт/с	Мікрорайон _1 Ерл	Мікрорайон _2 Ерл	Мікрорайон _3 Ерл	Мікрорайон _4 Ерл	Мікрорайон _5 Ерл	Мікрорайон _6 Ерл	Мікрорайон _7 Ерл	Мікрорайон _8 Ерл	Пачечність
20	0,5	0,6	0,7	0,65	0,75	0,65	0,65	0,75	10
50	0,7	0,75	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	50
100	0,6	0,7	0,5	0,7	0,65	0,6	0,7	0,6	50
200	0,5	0,75	0,6	0,65	0,6	0,5	0,65	0,6	50
500	0,4	0,35	0,4	0,6	0,55	0,5	0,5	0,7	100
1000	0,2	0,3	0,25	0,3	0,4	0,25	0,35	0,25	150

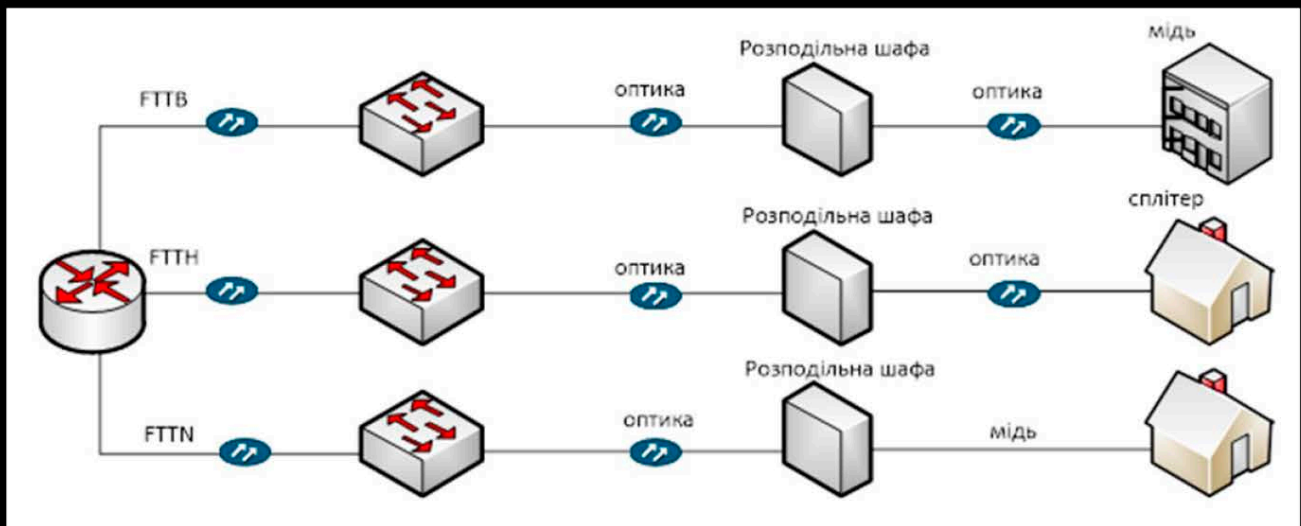
Таблиця А.6. Розподіл вхідного навантаження даних за вимогою серед абонентів ділового сектору у ГНН

Тарифи Мбіт/с	Мікрорайон _1 Ерл	Мікрорайон _2 Ерл	Мікрорайон _3 Ерл	Мікрорайон _4 Ерл	Мікрорайон _5 Ерл	Мікрорайон _6 Ерл	Мікрорайон _7 Ерл	Мікрорайон _8 Ерл	Пачечність
24	0,6	0,55	0,7	0,65	0,7	0,65	0,5	0,55	10
30	0,65	0,6	0,45	0,6	0,5	0,7	0,65	0,6	50
50	0,65	0,6	0,55	0,45	0,55	0,65	0,7	0,65	50
100	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,55	0,45	0,6	50
200	0,7	0,5	0,45	0,6	0,65	0,6	0,55	0,65	50
500	0,65	0,7	0,6	0,55	0,5	0,4	0,45	0,7	50
1000	0,5	0,4	0,45	0,6	0,35	0,5	0,6	0,4	50

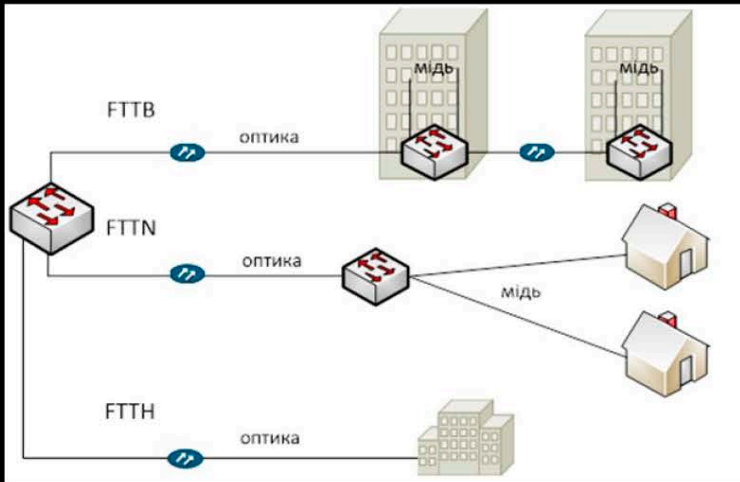
Узагальнена структура інформаційної взаємодії господарчих об'єктів у густонаселеному районі



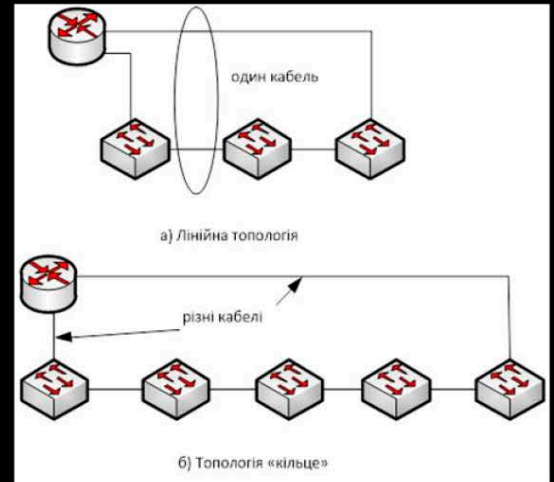
Варіанти побудови мереж FTTx



Обрані варіанти побудови мережі доступу



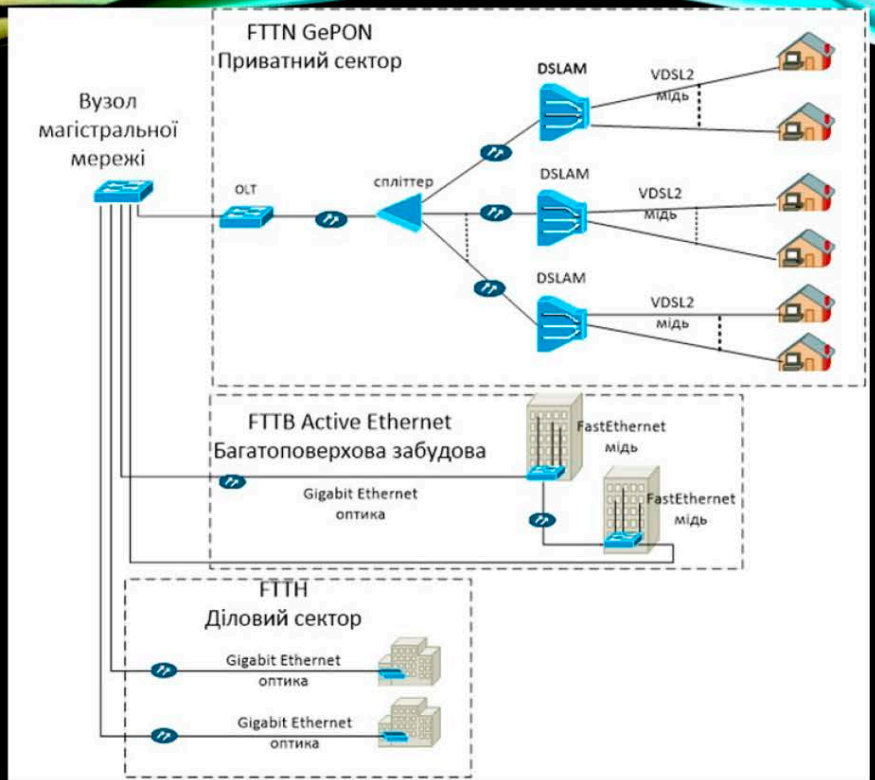
Обрані варіанти топологій для мережі доступу багатоповерхової забудови



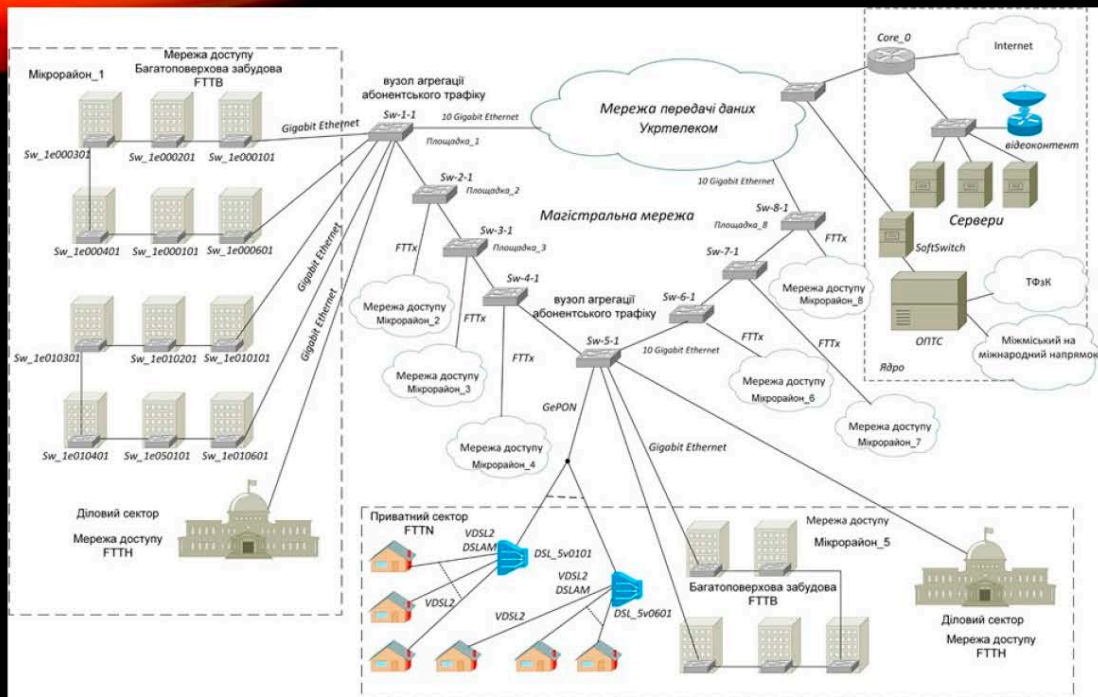
Архітектура магістрального рівня проектованої мережі



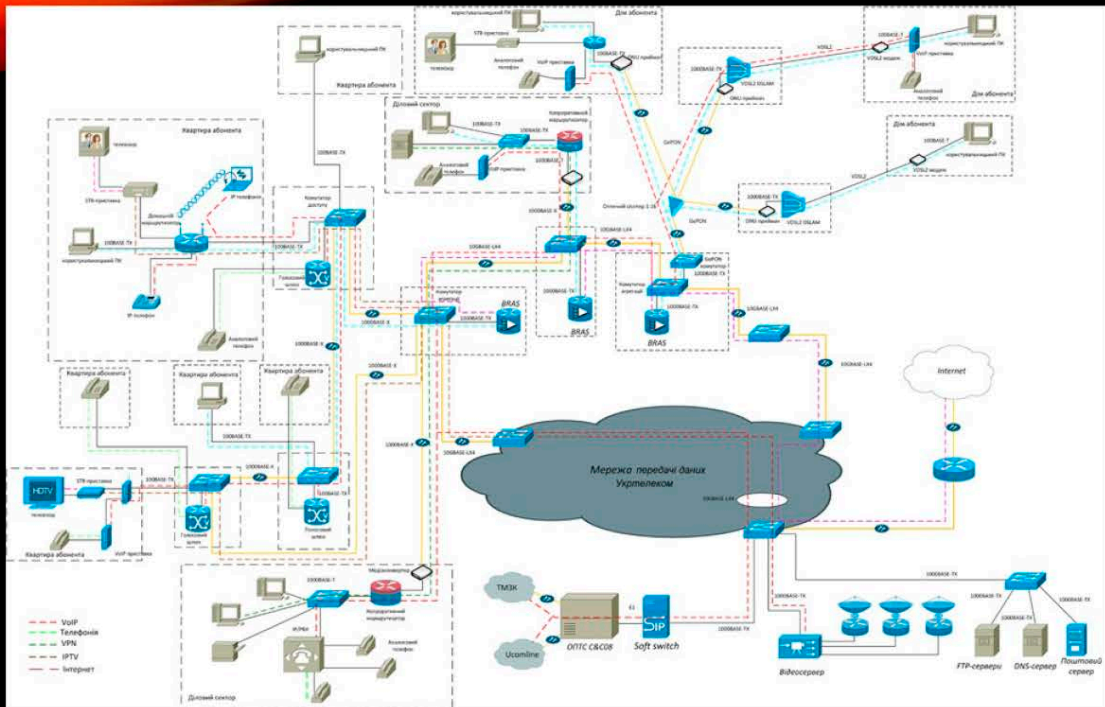
Типова архітектура спроектованої мережі



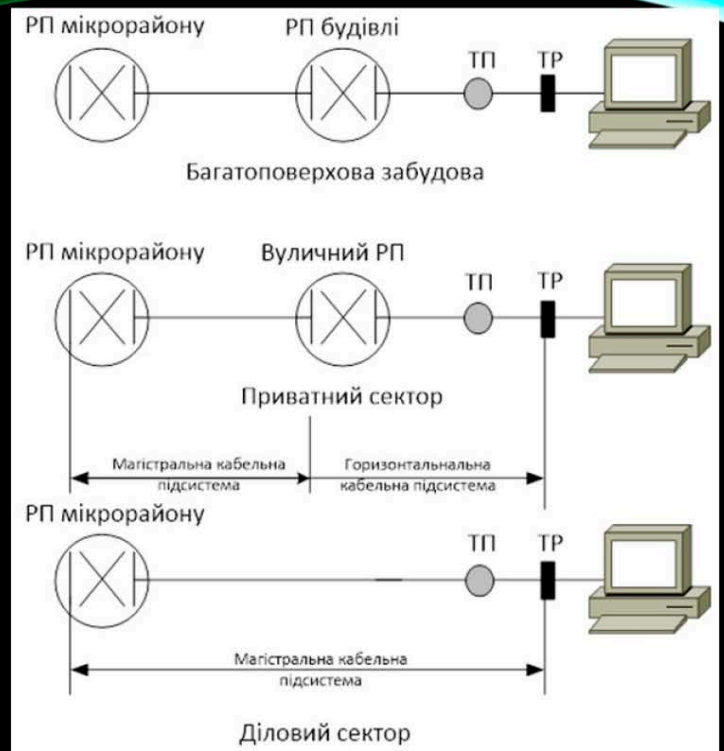
Структурна схема мультисервісної мережі Київського р-ну м.Одеси



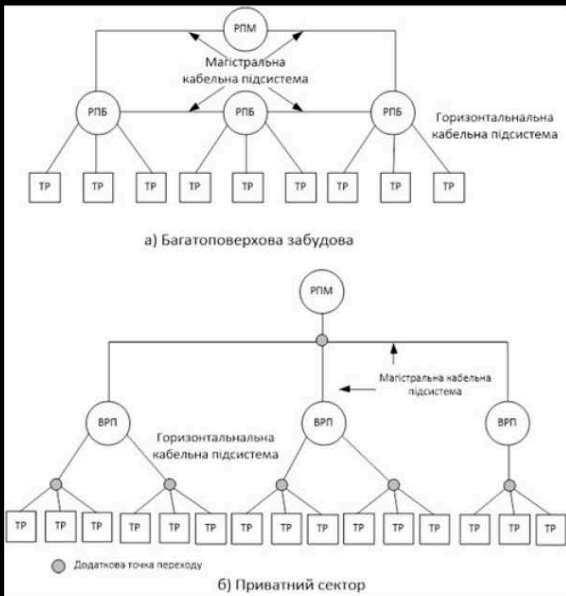
Функціональна схема мультисервісної мережі Київського р-ну м.Одеси



Структура кабельної системи



Топології для мереж багатоповерхової забудови (а) та приватного сектора (б)



Розподільники телекомунікаційних шаф та апаратних для багатоповерхових забудов (а) та приватного сектору (б)

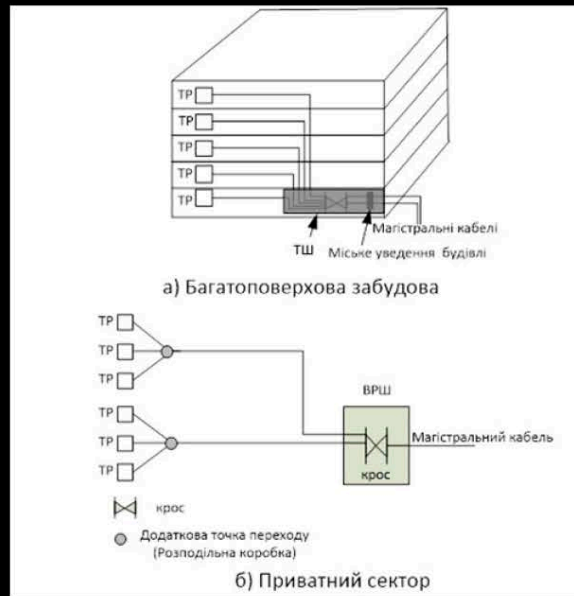


Схема кабельної магістральної мережі



Схема кабельної мережі для мікрорайону

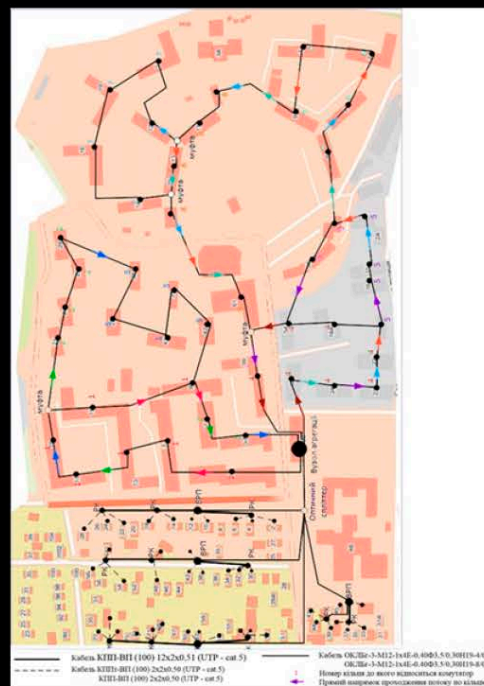
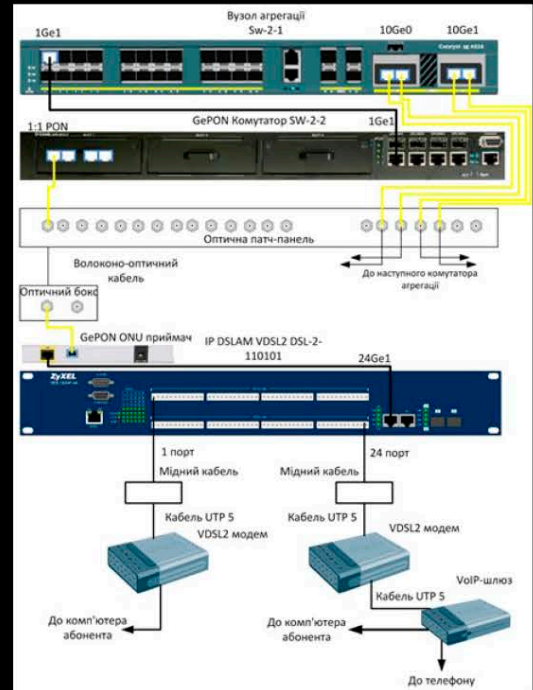
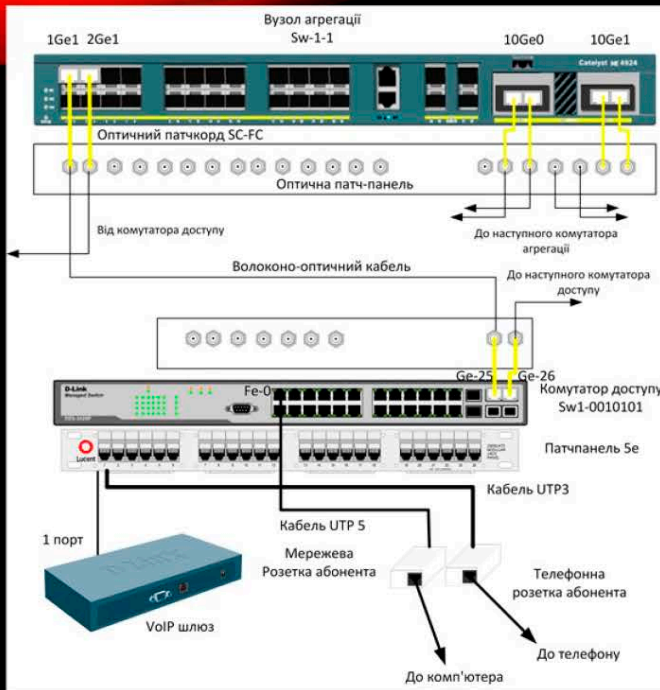
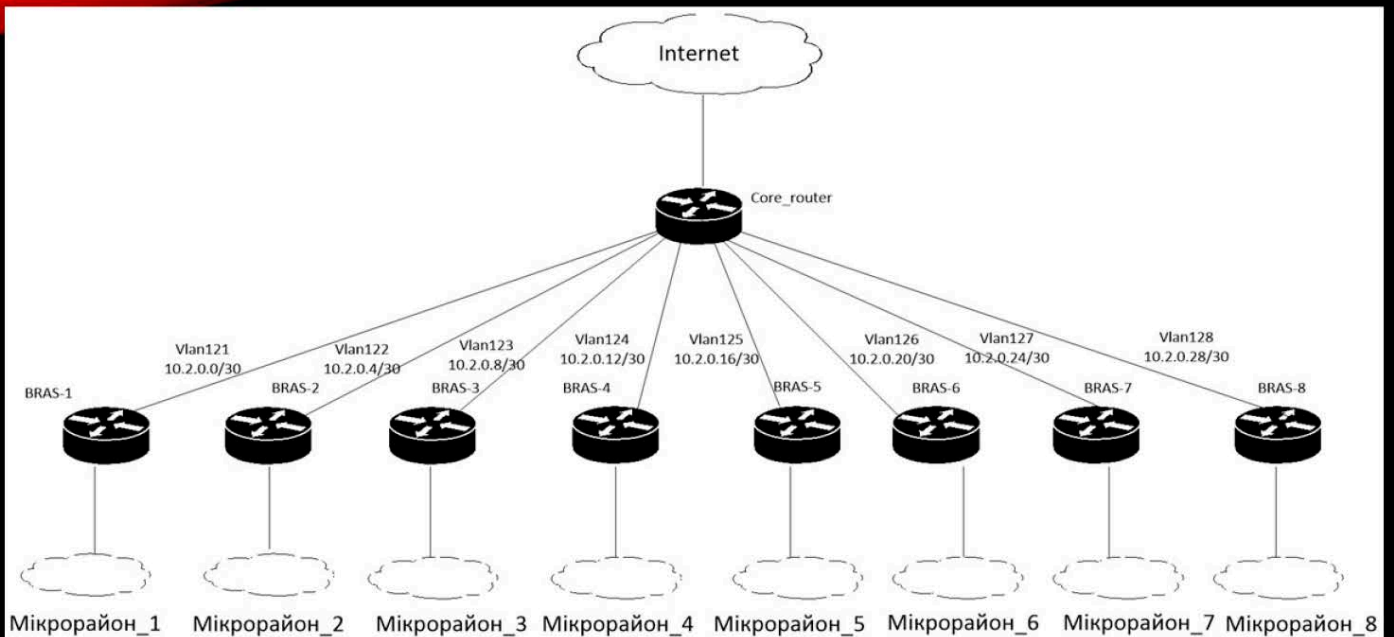


Схема з'єднань між активним обладнанням багатоповислової забудови

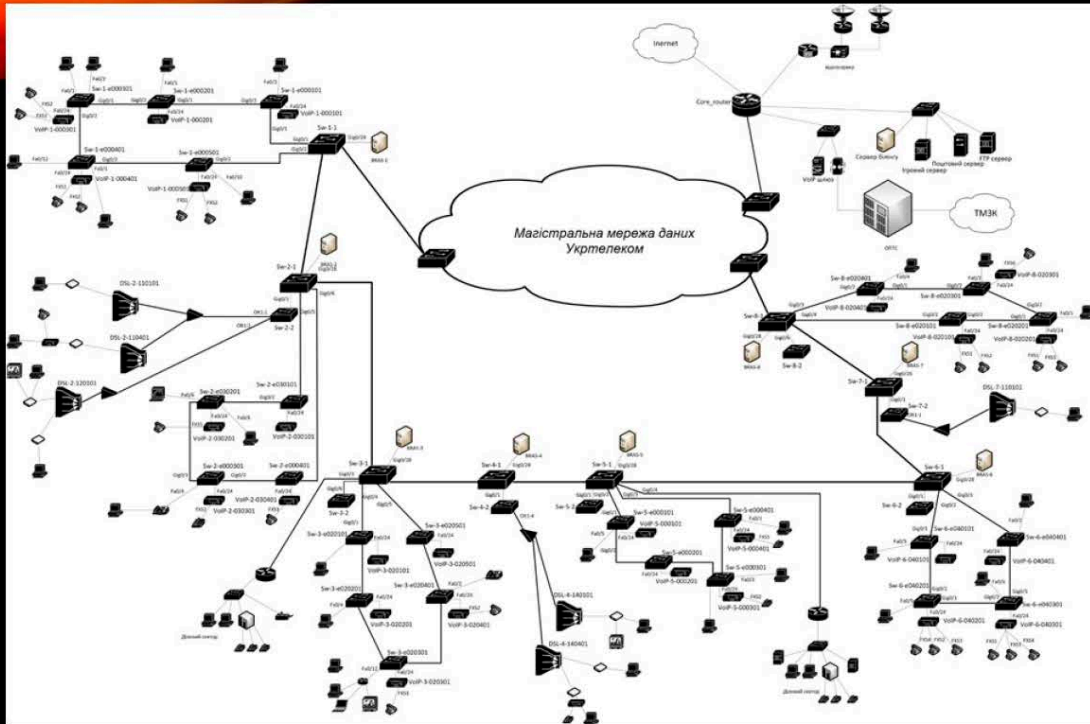
Схема з'єднань між активним обладнанням приватного сектору



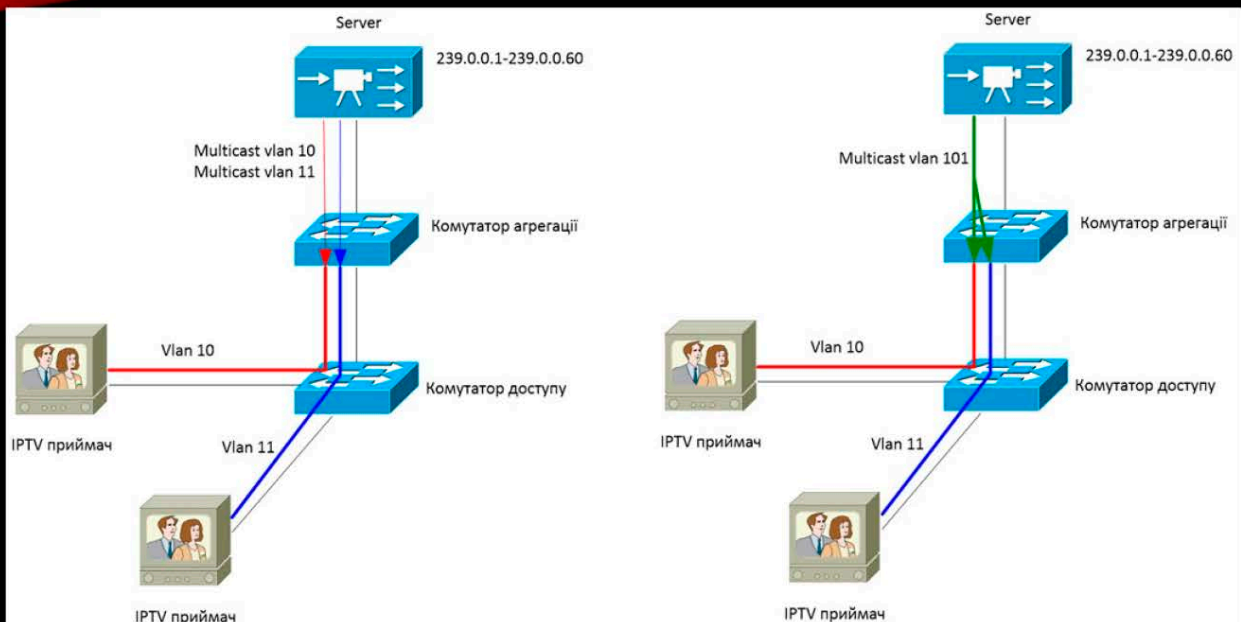
Топологія маршрутизаторів NGN-мережі



Топологічна схема мультисервісної комунікаційної мережі



Передача мультикасту за допомогою технології MVR (б) та без (а) реалізації послуг доступу до мережі Інтернет та IP-телефонії



РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Дишлевого Олексія Олексійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Керівник дипломного проекту (роботи) Кривченко Анастасія Анатоліївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 84 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 15 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню Представлений на рецензію дипломний проект повністю відповідає меті проектування та технічному завданню. Тематика дипломного проекту є актуальною та присвячена розробки NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси на прикладі Київського району.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи) Дипломний проект складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. У технологічному розділі виконано огляд і аналіз об'єкта, для якого проектується NGN-мережа, розрахунок трафіку мультисервісної мережі, вибір активного мережевого устаткування, розподіл активного мережевого устаткування, проектування горизонтальної кабельної підсистеми, реалізація доступу до послуг NGN-мережі.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи) Графічна частина виконана на достатньо високому рівні у вигляді презентації із використанням офісного пакету Microsoft PowerPoint та Visio. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм оформлення документів із використанням офісного пакету Microsoft Word. Загальна якість виконання документації – добра, академічного плагіату у роботі не виявлено

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Мультисервісна NGN-мережа Київського району м.Одеси поділена на 2 рівня: магістральний рівень та рівень доступу. Мережа доступу поділяється на мережі багатоповерхових забудов, приватного та ділового секторів. До кожної мережі застосовані свої технології та обладнання.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____

Серед недоліків роботи варто вказати, відсутність порівняльної характеристики мережевих технологій та у розділі охорони праці наведені відомі нормативні вимоги загального плану замість конкретних розрахунків освітлення приміщення, вентиляції, рівня шуму.

Оцінка розрахункової частини _____ **відмінно**

Оцінка графічної частини _____ **відмінно**

Загальна оцінка _____ **відмінно**

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента **Стайкуца Сергій Володимирович**

Місце роботи і посада рецензента _____

“Державний університет інтелектуальних технологій і зв’язку”,

доцент кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації,

помічник декана факультету інформаційних технологій та кібербезпеки

Підпис: _____

« 16 » *серпень* 2023 р.

ПІДПИС ПОСВІДЧУ
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ ДУІТЗ



Александр Мейтхе

ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Дишлевого Олексія Олексійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Тема дипломного проекту: Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Дипломний проект виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 84 сторінки. У пояснювальній записці наведено етапи розробки NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси на прикладі Київського району. Графічна частина складається з 15 слайдів мультимедійної презентації, передбачених технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини добра, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проектом: Протягом всього строку дипломного проектування та переддипломної практики здобувач освіти Дишлевий О.О. поступово та послідовно виконував всі етапи розробки. Всі роботи студент виконував самостійно, з оглядом на рекомендації керівника

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): Здобувач освіти Дишлевий О.О. під час роботи над дипломним проектом вивчив достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою. Вважаю, що теоретична підготовка дипломника достатня і він готовий до захисту дипломного проекту

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання _____

Під час дипломного проектування здобувач освіти Дишлевий О.О. мав змогу самостійно приймати окремі рішення з реалізації структури мережі та показав вміння організовано працювати над поставленим завданням, використовуючи сучасні засоби моделювання, такі як Cisco Packet Tracer

Оцінка розрахункової частини _____ *Добре*

Оцінка графічної частини _____ *Добре*

Загальна оцінка _____ *Добре*

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту _____

Кривченко Анастасія Анатоліївна

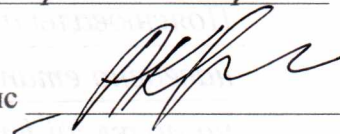
Місце роботи і посада керівника дипломного проекту _____

ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач

специаліст з дисциплін комісії комп'ютерних технологій та програмної

інженерії, голова обл. метод. комісії викладачів комп'ютерної інженерії

Підпис _____



«*12*» _____ *06* 2023 р.

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Дишлевий Олексій Олексійович,
здобувач освіти гр. 4КГ-06, та

Кривченко Анастасія Анатоліївна,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи молодшого спеціаліста на тему:

«Проектування NGN-мережі для густонаселених районів м.Одеси» (автор роботи – Дишлевий О.О., керівник роботи – Кривченко А.А.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2023 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець  / Дишлевий О.О. /

Керівник  / Кривченко А.А. /

« 12 » червня 2023 р.

Ім'я користувача:
Наталія Вікторівна Копусь

ID перевірки:
1015250021

Дата перевірки:
25.05.2023 14:47:28 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
25.05.2023 14:53:16 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: 4КГ-06 Дишлевий О. О

Кількість сторінок: 70 Кількість слів: 13912 Кількість символів: 98450 Розмір файлу: 1.97 MB ID файлу: 1014925295

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

38.6%

Схожість

Найбільша схожість: 34.7% з Інтернет-джерелом (<http://5fan.ru/wievjob.php?id=53722>)

38.6% Джерела з Інтернету

745

Сторінка 72

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

65

Підозріле форматування

14
сторінок