

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри автоматики та
телекомунікацій

_____ Валерій ПОЦЕПАЄВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

«___» _____ 2024 р.

Випускна кваліфікаційна робота

_____ бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка телекомунікаційної мережі для житлового комплексу
компанії «Модікон»

Виконав студент 4 курсу, групи ТКР-20
(шифр групи)

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

_____ Могиленець Богдан Едуардович _____
(Прізвище, Ім'я та По-батькові) (підпис)

Керівник ст. викл. кафедри АТ _____ Гліб СТУПАК
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Рецензент к.т.н., доц., доц. кафедри ЕТКІ _____ Олександр ШТЕПА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль:

Дар'я ЖУКОВСЬКА

18.06.2024 р.

Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2024 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

Секретар ЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота бакалавра

Тема: «Розробка телекомунікаційної мережі для житлового комплексу компанії
«Модікон»»

Виконавець, студент

гр. ТКР – 20

Богдан МОГИЛЕНЕЦЬ

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Гліб СТУПАК

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти:

Дар'я ЖУКОВСЬКА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Ганна ТЕЛИЧКО

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль

Дар'я ЖУКОВСЬКА

(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Луцьк – 2024 р.

**Державний вищий навчальний заклад
"Донецький національний технічний університет"**

Інститут, факультет Комп'ютерно-інформаційних технологій та автоматизації
Кафедра Автоматика та телекомунікації
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
(шифр і назва)
Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри АТ

Валерій ПОЦЕПАЄВ

«_____» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Могиленець Богдану Едуардовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) «Розробка телекомунікаційної мережі для житлового комплексу компанії «Модікон»

керівник проекту (роботи) Ступак Гліб Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 25.04.2024 року № 164 зі змінами від 17.06.2024 року № 243.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Технічна документація та матеріали з переддипломної практики

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загальна характеристика об'єкту проектування. 2. Основні проєктні рішення. 3. Апаратна реалізація. 4. IP-проектування. 5. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Топологія мережі, структурна схема, функціональна схема, схема СКС, модель
мережі, поверховий план, генплан житлового комплексу компанії «Модікон».

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2	Ступак Г.В., ст. викл. каф. АТ		
3	Теличко Г.О., доц. каф. АТ		
4	Жуковська Д.О., асист. каф. АТ		
нормоко нтроль	Жуковська Д.О., асист. каф. АТ	-	18.06.2024 р.

7. Дата видачі завдання: 25.04.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз об'єкту проектування	27.04	
2	Визначення абонентського складу	30.04	
3	Характеристики послуг та розрахунок трафіку	05.05	
4	Розробка топології та структурної схеми	10.05	
5	Вибір технологій та функціональна схема	15.05	
6	Підбір обладнання	20.05	
7	Розробка СКС	22.05	
8	ІР-проектування	25.05	
9	Розробка ІР-моделі мережі і її налаштування	30.05	
10	Заходи з охорони праці	05.06	
11	Оформлення роботи	10.06	

Студент

(підпис)

Богдан МОГИЛЕНЕЦЬ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гліб СТУПАК

(прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім'я та ПРИЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Могиленець Б.Е. Розробка телекомунікаційної мережі для житлового комплексу компанії «Модікон» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 172 елекомунікації та радіотехніка. – ДВНЗ «ДонНТУ», Луцьк, 2024.

Пояснювальна записка: 92 стор., 6 рис., 25 табл., 14 посилань.

У випускній кваліфікаційній роботі виконане проектування телекомунікаційної мережі для житлового комплексу компанії «Модікон», що складається з котеджів та інфраструктурних об'єктів. Розроблена мережа відповідає сучасним вимогам і надає повний спектр мультисервісних послуг для кінцевих користувачів. В роботі розглянуті всі етапи розробки, починаючи від аналізу абонентського складу і закінчуючи імітаційним моделюванням. Особлива увага приділяється вибору технологій побудови. Дана робота носить практичний характер, а результати можуть бути застосовані на практиці.

Ключові слова: ОПТОВОЛОКНО, СКС, МАРШРУТИЗАТОР, ІР-ПРОЕКТУВАННЯ, DMZ, ВІРТУАЛЬНА МЕРЕЖА, PON, МУЛЬТИСЕРВІСНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ.....	11
1.1 Загальна характеристика об'єкту проектування	11
1.2 Визначення типів послуг, що будуть надаватись мережею	12
1.3 Аналіз типів та кількості кінцевих термінальних пристроїв	15
1.4 Розрахунок трафіку мережі	17
Висновки до розділу 1	25
2 ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ	26
2.1 Вибір типу фізичного середовища та технології побудови	26
2.2 Структурна реалізація мережі.....	29
2.3 Функціональне призначення пристроїв і робота мережі.....	31
Висновки до розділу 2.....	34
3 АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ.....	35
3.1 Обладнання GPON.....	35
3.2 Обладнання Ethernet	39
3.3 Обладнання та реалізація СКС	47
Висновки за розділом 3	55
4 ІР-ПРОЕКТУВАННЯ	57
4.1 Розподіл адресного простору та логічна конфігурація мережі	57
4.2 Моделювання роботи мережі	58
Висновки за розділом 4	65
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69

ДОДАТОК А – Охорона праці	71
ДОДАТОК Б – Генеральний план житлового комплексу, види котеджів ..	83
ДОДАТОК В – Структурна та функціональна схеми	89
ДОДАТОК Г – Специфікація	92
ДОДАТОК Д – Спрощена схема розподілу адресного простору	93

ВСТУП

В сучасному світі неможливо уявити своє існування без інформаційних та телекомунікаційних технологій. Не винятком в даному випадку є побут та наше навколишнє середовище. Випускна кваліфікаційна робота вирішує нагальну проблему – забезпечення якісними комунікаційними та інфокомунікаційними технологіями та послугами житловий комплекс «Модікон» та відповідні інфраструктурні об'єкти, що розташовані на території комплексу.

Об'єктом проектування в випускній кваліфікаційній роботі є комплексна телекомунікаційна мультисервісна мережа житлового комплексу «Модікон».

Актуальність роботи лежить в галузі підвищення рівня комфорту в житловому комплексі, бо завдячуючі реалізованій мережі співробітники, орендарі та жителі матимуть змогу користуватись послугами широкосмугового доступу до мережі Інтернет, IP-телебачення, відеоспостереження та внутрішнього стаціонарного телефонного зв'язку.

Мета випускної кваліфікаційної роботи – надання високоякісних інфокомунікаційних послуг в житловому комплексі «Модікон» за рахунок створеної телекомунікаційної інфраструктури.

Мережа, що буде спроектована повинна надавати користувачам такі послуги:

- телефонний зв'язок в межах житлового комплексу з можливістю виклику екстрених служб;
- доступ до Інтернет-ресурсів;
- послуги цифрового IP-телебачення високої якості;
- дистанційне відеоспостереження через мережу Інтернет.

Досягнення поставленої мети з надання кінцевим споживачам вищевказаних послуг потребує вирішення наступних **завдань**:

- аналіз кількості кінцевих пристроїв;
- аналіз послуг, що мають надаватися мережею;
- визначення технології та протоколів з організації мережі;

- проведення синтезу основних проєктних рішень;
- забезпечення відповідності розробленої мережі критеріям і вимогам QoS;
- розробка рішень з організації IP-сегменту мережі.

Житловий комплекс представляє собою котеджне містечко на 53 котеджі з об'єктами інфраструктури. Загальна кількість мережевих портів для підключення активних пристроїв становить 1178. Усі активні порти розділені на кілька груп пристроїв, яким надаються відповідні сервіси.

Ієрархічно мережа побудована на трьох рівнях. В якості базової технології абонентського доступу пропонується використання технології сімейства Ethernet - Fast Ethernet. Мережа містить кінцеві пристрої, які вимагають постійного живлення слабкого струму та напруги. Цей фактор передбачає використання технології дистанційного живлення через кабель Ethernet на абонентській лінії - PoE.

Використовується оптична розподільна мережа з урахуванням відстані між телекомунікаційними вузлами та необхідності використання пропускної здатності понад 1 Гбіт/с. Пасивний дизайн GPON використовується як основна технологія для рівня розподілу.

Базовий рівень організовано за технологією 802.3ad. Агрегація каналів використовується в області, де маршрутизатор підключений до зовнішнього каналу.

Усі прийняті в дипломному проєкті рішення щодо реалізації мережі мають технічне обґрунтування та підтверджуються моделюванням функціонування системи в цілому.

Структура і обсяг випускної роботи: 92 стор., 6 рис., 25 табл., 14 посилань, 5 додатків.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Загальна характеристика об'єкту проектування

Житловий комплекс «Модікон» розташований в приміській забудові м. Київ, і представляє собою котеджне містечко клубного типу на містечку 53 котеджі, які оформлені в класичному європейському стилі.

План забудови комплексу наведено в Додатку Б, Рисунок Б.1. Східна окраїна окреслена лісовими ділянками. На заході є мальовниче озеро. Загальна площа комплексу становить 17 га.

П'ять типових проектів будиночків включені в будівельний комплекс «Модікон» (Додаток Б, Рисунки Б.2-Б.6). На кожен проект виділяється від 18 до 25 соток землі. Всі будинки виконані з таких будівельних матеріалів:

- зовнішні стіни: каркасні із заповненням блоками з пористого бетону;
- перекриття: збірні залізобетонні, моноліт;
- дах: дерев'яні стропили;
- покрівля: бітумна черепиця;
- облицювання фасаду: штукатурка, штучний камінь.

Інфраструктура житлового комплексу пропонує все необхідне для комфортного відпочинку, а саме безпеку, розвинену інженерну інфраструктуру, сервісні послуги та адміністративну службу, зони відпочинку, СПА-центр, місця для відпочинку на природі та комфортного спілкування.

Розвинена інженерна інфраструктура житлового комплексу «Модікон» забезпечує централізоване газо- та електропостачання, технічне водопостачання та центральне очищення стічних вод з біологічним очищенням, постачання питної води з артезіанських свердловин та очищення за допомогою систем зворотного осмосу та озонування води.

Клієнтів житловий комплекс «Модікон» приваблює насамперед своєю унікальністю: поєднанням повітря, трави, зелені, унікальної архітектури, озер,

лісів і сучасного життєзабезпечення. «Модікон» дає реальну можливість зрозуміти, що означає «жити в гармонії з природою».

Дане місце має всі шанси стати популярним виходячи з наявних інфраструктурних рішень, але для підсилення позицій даного котеджного містечка необхідно розробити якісну і доступну інфраструктуру.

1.2 Визначення типів послуг, що будуть надаватись мережею

Виходячи з того, що в житловому комплексі повинні надаватись мультисервісні послуги, необхідно розробити відповідну телекомунікаційну інфраструктуру, але для цього варто визначити та провести аналіз мультисервісних послуг що будуть доступні групам користувачів..

Телекомунікаційна мережа, що проектується, повинна надавати інформаційно-комунікаційні послуги в рамках мультисервісної мережі. Визначення мультисервісної мережі передбачає, що мають бути представлені наступні послуги:

- передача даних;
- передача голосової інформації;
- передача відеоінформації в різних режимах.

Виходячи з наведеного вище переліку послуг, дамо більш детальне визначення послуг, що входять до складу мультисервісної послуги. Визначення наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Типи послуг, що мають надаватись мережею

Категорія послуг	Склад категорій
Передача даних	Доступ до мережі Інтернет
	Доступ до файлообмінних сервісів
Передача голосової інформації	Локальний телефонний зв'язок на базі протоколів IP-телефонії
	Доступ до ТМЗК з локальної мережі IP-телефонії
Передача відеоряду в режимі реального часу	Доступ до мережі ефірного та цифрового телебачення
	Доступ до відео архіву
	Доступ до перегляду архівів та в режимі он-лайн системи відеоспостереження

Існує кілька основних категорій активного абонентського обладнання для інфраструктури житлових комплексів котеджних містечок. Критерії визначення категорій базуються на доступності як для власників осель, так і для технічного та обслуговуючого персоналу. Питома вага та розподіл послуг за категоріями показано на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Інформаційна модель мережі та взаємодія послуг і користувачів

Трафік мережі передачі даних повністю передається в зовнішній Інтернет-канал і включає HTTP-запити та FTP-трафік.

Весь трафік IP-телефонії створює додаткове навантаження на локальну мережу. IP-телефонна мережа селища побудована на базі центрального телефонного комутаційного вузла – АТС, розташованого на території АПК (2, рис. Б.1, додаток Б).

Організація внутрішньої мережі кожного будиночка та доступ до ТМЗК здійснюється за допомогою центрального комутатора. Навантаження, яке створюють абоненти телефонної мережі, розподіляється у двох напрямках: йде до ТМЗК і замикається в центрі містечка (безпосередньо на телефонному

комутаторі). За межі місцевої телефонної мережі трафік направляється через транзитну мережу оператора зв'язку, яка може надавати послуги підключення до ТМЗК за допомогою різних методів, таких як аналогове з'єднання, цифрове з'єднання або IP-з'єднання.

Повний трафік з телеприймачів створює навантаження на локальну мережу через те, що заплановано використання саме технології IPTV. Половина трафіку спрямовується на джерела телевізійних каналів зовнішньої мережі (супутникові ресивери, антенне обладнання аналогових і цифрових мереж національного телебачення), інша половина замикається на приймачах Video on-Demand. Всі серверні пристрої розташовані в містечку, безпосередньо в АПК (2, рис. Б.1, додаток Б).

Трафік системи відеоспостереження розподіляється в трьох напрямках: в середині будинку; в самому житловому комплексі; до зовнішніх мереж в межах Інтернет. Зовнішні та внутрішні камери відеоспостереження, розташовані на території будиночків, фізично підключені через локальну мережу до внутрішнього відео сервера кожного котеджу. Далі трафік із зовнішньої камери направляється на сервер відділу охорони житлового комплексу. Також є можливість для власника будинку дистанційно переглядати через Інтернет записи з усіх відеокамер, встановлених як ззовні, так і всередині будинку. На сервер відеоспостереження служби безпеки також спрямовується трафік із зовнішніх і внутрішніх камер спостереження, розташованих на території житлового комплексу котеджного містечка з відповідними інфраструктурними об'єктами та АПК.

Відповідно до розробленої інформаційної моделі, навантаження, яке генерується в мережі, розподіляється в наступних напрямках:

- в середині котеджу;
- в середині котеджного містечка;
- в напрямку зовнішнього підключення до Інтернет;
- в напрямку зовнішнього підключення до ТМЗК.

Відповідно до інформаційної моделі, параметри навантаження для визначених напрямків та типів обладнання потребують подальшого визначення.

1.3 Аналіз типів та кількості кінцевих термінальних пристроїв

Абонентське кінцеве обладнання розташоване в котеджах, розташованих на території житлового котеджного комплексу.

Наведемо короткий опис кожного типу будинків, що є на території. Така необхідність продиктована подальшим визначенням кількості кінцевих термінальних пристроїв абонентів.

На рисунку Б.2 представлено котедж «Арія». Котедж має загальну площу 423,4 м² і являє собою сучасний двоповерховий будинок з елементами модерну в оформленні фасаду. Гараж на дві машини має два окремі входи. Над гаражем розташований робочий кабінет.

На рисунку Б.3 зображено котедж «Віктор». Котедж має загальну площу 330,4 м² і має денну кімнату та сервісну зону на першому поверсі та чотири спальні з гардеробами на другому поверсі. На мансарду ведуть гвинтові сходи.

На рисунку Б.4 показано котедж «Орхідея». Котедж має загальну площу 305,3 м² і являє собою затишну двоповерхову будівлю з просторим цокольним поверхом і мансардою.

На рисунку Б.5 наведено котедж з червоного дерева «Секвоя». Котедж має загальну площу 257,3 м² і має велику засклену площу на першому поверсі. У всіх кімнатах на мансарді є просторі шафи.

На рисунку Б.6 можна ознайомитись з архітектурним плануванням котеджу «Степовий Орел». Загальна площа котеджу становить 326 м². Ззовні будинок прикрашають дві колони на вході. Інтер'єр прикрашає велика зала з відкритими сходами. Є два поверхи.

Телефонна мережа кожного котеджу базується на підключенні телефонів до загальної АТС, яка називається логічною або віртуальною АТС, яка

відокремлює кожен котедж в незалежну мережу з власним планом нумерації АТС має віртуальну підмережу для доступу до зовнішньої мережі, а АТС має дві IP-SIP лінії, виділені для доступу до АТС.

В табл. 1.2 та 1.3 можна ознайомитись з переліком обладнання котеджів та їхньою загальною кількістю.

Таблиця 1.2 – Склад активного устаткування в котеджах

Тип котеджу	Арія	Віктор	Орхідея	Секвоя	Степний Орел
Комп'ютер	2	2	2	2	2
IP-телефон	6	7	7	7	9
Телевізійний приймач	4	5	3	4	6
Відеокамера	5	5	5	5	5
Зовнішні підключення	1	1	1	1	1
Сервер відеоспостереження	1	1	1	1	1
Всього	19	21	19	20	24

Таблиця 1.3 – Кількість котеджів та загальна кількість обладнання

Тип котеджу	Кількість	Комп'ютер	IP-телефон	ТВ	Камери	Зовнішні підкл.	Сервер відеоспост.
Арія	10	20	60	40	50	10	10
Віктор	9	18	63	45	45	9	9
Орхідея	10	20	70	30	50	10	10
Секвоя	12	24	84	48	60	12	12
Степний Орел	12	24	108	72	60	12	12
Всього	53	106	385	235	265	53	53

Окрім домовласників, у житловому комплексі також є обслуговуючий персонал та інфраструктура, серед яких: служба охорони, сервісно-адміністративний відділ, СПА-центр, мінімаркет та аптека.

У табл. 1.4 наведені компоненти телекомунікаційної мережі для інфраструктурних об'єктів.

Таблиця 1.4 – Склад активного устаткування інфраструктурних об’єктів

Тип служби	Служба безпеки	Адміністрація	SPA-центр	Міні маркет	Аптека	Всього
Комп’ютер	2	4	2	2	2	12
ІР-телефон з ТМЗК	2	2	1	1	1	7
Телевізійний приймач		1	2	1	1	5
Відеокамера	40	4	4	2	2	52
Зовнішні підключення						0
Сервер відеоспостереження	1	1	1	1	1	5
Всього	45	12	10	7	7	81

Як виходить з проведеного аналізу абонентського складу, загальна кількість точок включення активного устаткування в мережі становить $N = N_{ПК}^K + N_{ІР-Т}^K + N_{ТВ}^K + N_{ВК}^K + N_{ЗП}^K + N_{ВС}^K + N_{ПК}^{апк} + N_{ІР-Т}^{апк} + N_{ТВ}^{апк} + N_{ВК}^{апк} + N_{ЗП}^{апк} + N_{ВС}^{апк} = 106 + 385 + 235 + 265 + 53 + 53 + 12 + 7 + 5 + 52 + 5 = 1178$ одиниць.

1.4 Розрахунок трафіку мережі

Для проведення розрахунку навантаження на мережу скористаємося наступною методикою, де в якості вихідних параметрів виступають кількість користувачів відповідних послуг та їх характеристика. Розрахунок трафіка ведеться за формулою (1.1):

$$\gamma_i^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб_i}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)} \quad (1.1)$$

де k – номер мережної послуги;

i – номер вузла;

$\gamma_i^{(k)}$ – математичне очікування трафіка, який генерується k -ю послугою на i -му вузлі;

$B_{cp}^{(k)}$ – середня пропускна здатність каналу зв’язку, якої достатньо для якісної передачі трафіка k -ї послуги;

$N_{аб_i}^{(k)}$ – кількість абонентів на i -му вузлі, які користуються k -ю послугою;

$T_c^{(k)}$ – середня тривалість сеансу зв'язку для k -ї послуги;

$f_{вик_i}^{(k)}$ – середня кількість викликів у годину найбільшого навантаження для користувачів i -го вузла, які використовують k -у послугу.

Швидкість передачі даних $B_{cp}^{(k)}$ знаходиться за формулою (1.2):

$$B_{cp}^{(k)} = \frac{B_{max}^{(k)}}{P^{(k)}} \quad (1.2)$$

де $B_{max}^{(k)}$ – 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; ця величина характеризує вибухоподібність трафіку.

Проаналізувавши всі необхідні дані для розрахунку на поточний момент вже визначена кількість абонентів кожного з типів (табл. 1.3 та 1.4). Наразі не вистачає параметрів мережних сервісів, що надаються кінцевим користувачам в залежності від типу термінального устаткування:

- Інтернет;
- файлообмінний сервіс;
- локальний телефонний зв'язок на базі протоколів IP-телефонії з виходом до ТМЗК;
- IPTV та Video on Demand;
- доступ до системи відеоспостереження в режимі он-лайн та перегляду архівів.

Кожна з послуг та сервісів мережі характеризується такими параметрами:

- максимальна швидкість послуги;
- пачечність (співвідношення максимальної та середньої швидкості доступу до послуги);
- тривалість сеансу зв'язку;

– кількість викликів в годину найбільшого навантаження.

Проведемо аналіз сервісів та мережних послуг з метою визначення ключових характеристик і подальшого проведення розрахунків трафіку.

Послуги доступу до мережі Інтернет повинні надаватися кінцевим користувачам на максимальній швидкості 100 Мбіт/с та з пачковістю не більше за 10, що в свою чергу дасть можливість гарантувати належний рівень якості послуги. Кількість активних з'єднань протягом години становить в середньому 50, а час користування послугою не більше – 20 секунд.

Послуги доступу до мережних файлообмінних сервісів (торрентів та трекерів) повинні надаватися кінцевим користувачам на максимальній швидкості 100 Мбіт/с та з пачковістю в 10. Інтенсивність користування протягом ГНН дорівнює 2, а тривалість сеансу – 600 секунд.

Місцевий (локальний) телефонний зв'язок на базі IP-телефонії. Ця послуга надається як в рамках котеджа для індивідуального користування, так і житловому котеджному комплексу в цілому. Навантаження на мережу визначається як 0,1 Ерл, середня тривалість – 120 секунд. Виходячи з цих показників, канал зв'язку зайнятий протягом 360 секунд, а кількість дзвінків дорівнює трьом, враховуючи середню тривалість дзвінка. Пачечність при передачі пакетів послуги в режимі реального часу дорівнює 1, а необхідна пропускна здатність - 85,6 Кбіт/с (кодек G.711 без VAD, включаючи заголовок IP/UDP/RTP і заголовок OSI Layer 2 (Ethernet)). У випадку користування послугою телефонії з доступом до ТМЗК дещо змінюються ключові показники, і ми маємо питоме значення навантаження 0,15 Ерл при середньому значенні тривалості сеансу в 180 с. При такому навантаженні канал зв'язку зайнятий протягом 540 секунд, а кількість викликів дорівнює трьом.

Послуги доступу до IPTV та Video on Demand можна визначити за тими ж базовими критеріями, відмінності полягають у інтенсивності, пропускній здатності та тривалості використання. Ці послуги дозволяють переглядати канали телебачення та відео за запитом, упаковані у вигляді IP-потоків. Трансляція контенту відбувається в режимі багатоадресної передачі (multicast).

Вимоги до пачечності саме для цієї послуги такі ж самі, як і для послуг що можуть надаватись користувачам у режимі реального часу. Кожен ефірний телеканал, що передається в режимі багатоадресної передачі, вимагає пропускної здатності 2-4 Мбіт/с для відеосигналів стандартної чіткості (SD, HD - визначається набором правил MPEG-2) і щонайменше 10 Мбіт/с для відеосигналів високої чіткості. Сучасні телевізійні приймачі використовують кодеки з пропускною здатністю 4 Мбіт/с при роздільній здатності 768x576 пікселів, що є достатнім для комфортного перегляду. Послуга «Телебачення» має два звернення на годину, які тривають по 1200 секунд. Доступ до відеоархіву має частоту звернення один раз і час перегляду 1200 секунд.

Система відеоспостереження матиме час користування послугою 3600 секунд, один виклик на годину та пачечність 1 (послуга працюватиме в режимі реального часу). Пропускна здатність, необхідна для кожної камери, визначається алгоритмом стиснення, який використовується для перетворення аналогового відеозображення у формат, придатний для передачі по IP-мережах і зберігання на цифрових носіях. Для економії смуги пропускання використовується кодек H. 264, бітрейт 0,384 Мбіт/с. При доступі до системи відеоспостереження із зовнішньої мережі використовується той самий кодек H.264 з бітрейтом 0,384 Мбіт/с. Пачковість дорівнює 1, кількість звернень до ГНН - 2, а час передачі - 300 секунд. У табл. 1.5 наведено параметри послуг.

Таблиця 1.5 – Характеристики мережних послуг

№	Служба	Максимальна швидкість, Мбіт/с	Пачечність	Тривалість сеансу зв'язку, с	Частота викликів в ГНН
1	Доступ до Інтернет	100	10	30	60
2	Доступ до файлообмінних сервісів	100	10	600	2
3	Локальна IP-телефонія	0,0856	1	120	3
4	Доступ до ТМЗК	0,0856	1	180	3
5	IP TV	4,096	1	1200	2
6	VoD	4,096	1	1200	1
7	VoD відеоспостереження	0,384	1	300	2
8	Відеокамера	0,384	1	3600	1

Розрахуємо навантаження за кожним з сервісів на один пристрій:

– для послуги Інтернет:

$$\gamma^{(1)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб1}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл1}^{(k)} = \frac{100}{10} \cdot 1 \cdot 30 \cdot \frac{60}{3600} = 5 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги файлообмінний сервіс:

$$\gamma^{(2)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб2}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл2}^{(k)} = \frac{100}{10} \cdot 1 \cdot 600 \cdot \frac{2}{3600} = 3,34 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги локальна ІР-телефонія:

$$\gamma^{(3)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл3}^{(k)} = \frac{0,0856}{1} \cdot 1 \cdot 120 \cdot \frac{3}{3600} = 0,00856 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги ІР-телефонія з ТМЗК:

$$\gamma^{(4)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл3}^{(k)} = \frac{0,0856}{1} \cdot 1 \cdot 180 \cdot \frac{3}{3600} = 0,01284 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги IPTV:

$$\gamma^{(5)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл3}^{(k)} = \frac{4,096}{1} \cdot 1 \cdot 1200 \cdot \frac{2}{3600} = 2,731 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги VoD:

$$\gamma^{(6)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл3}^{(k)} = \frac{4,096}{1} \cdot 1 \cdot 1200 \cdot \frac{1}{3600} = 1,366 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги VoD відеоспостереження:

$$\gamma^{(7)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл3}^{(k)} = \frac{0,384}{1} \cdot 1 \cdot 300 \cdot \frac{2}{3600} = 0,064 \text{ Мбіт} / \text{с};$$

– для послуги відео камера спостереження:

$$\gamma^{(8)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл3}^{(k)} = \frac{0,384}{1} \cdot 1 \cdot 3600 \cdot \frac{1}{3600} = 0,384 \text{ Мбіт} / \text{с}.$$

Спираючись на отримані значення пропускної здатності на послуги та відповідно до розробленої інформаційної моделі взаємодії та характеристикам абонентського складу житлового комплексу «Модікон», проведемо розрахунок навантаження на кожне приміщення та будинок.

Розрахунок навантаження на котедж «Арія»:

$$Y_{Арія}^1 = Y^1 \cdot N_{Арія}^1 = 5 \cdot 2 = 10 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^2 = Y^2 * N_{\text{Арія}}^2 = 3,34 * 2 = 6,68 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^3 = Y^3 * N_{\text{Арія}}^3 = 0,00856 * 4 = 0,03424 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^4 = Y^4 * N_{\text{Арія}}^4 = 0,01284 * 2 = 0,02568 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^5 = Y^5 * N_{\text{Арія}}^5 = 2,731 * 4 = 10,924 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія-ТВ}}^6 = Y^6 * N_{\text{Арія}}^6 = 1,366 * 4 = 5,464 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія-доступ з ПК}}^6 = Y^6 * N_{\text{Арія}}^1 = 1,366 * 2 = 2,732 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія-доступ з ПК}}^7 = Y^7 * N_{\text{Арія}}^1 = 0,064 * 2 = 0,128 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^8 = Y^8 * N_{\text{Арія}}^8 = 0,384 * 5 = 1,92 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}}.$$

Загальна величина навантаження котеджу «Арія» дорівнює:

$$\sum_{k=1}^8 Y_{\text{Арія}}^k = 37,90792 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

У відповідності до інформаційної моделі взаємодії показники навантаження за напрямками будуть такими:

$$\begin{aligned} Y_{\text{Арія}}^{\text{ПК}} &= Y_{\text{Арія}}^1 + Y_{\text{Арія}}^2 + Y_{\text{Арія-доступ з ПК}}^6 + Y_{\text{Арія-доступ з ПК}}^7 = \\ &= 10 + 6,68 + 2,732 + 0,128 = 19,54 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}}; \end{aligned}$$

$$Y_{\text{Арія}}^{\text{ІР-тел}} = Y_{\text{Арія}}^3 + Y_{\text{Арія}}^4 = 0,03424 + 0,02568 = 0,05988 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^{\text{ІРТV}} = Y_{\text{Арія}}^5 = 10,924 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$\begin{aligned} Y_{\text{Арія}}^{\text{ІРТV-VoD}} &= Y_{\text{Арія-доступ ТВ}}^6 + Y_{\text{Арія-доступ ПК}}^6 = 5,464 + 2,732 = \\ &= 8,196 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}}; \end{aligned}$$

$$Y_{\text{Арія}}^{\text{IPTV}} = Y_{\text{Арія}}^5 = 10,924 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^{\text{відеокамера}} = Y_{\text{Арія}}^8 = 1,92 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^{\text{відеокамера-VoD}} = Y_{\text{Арія-доступ з ПК}}^7 = 0,128 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};$$

$$Y_{\text{Арія}}^{\text{Інтернет}} = Y_{\text{Арія}}^1 + Y_{\text{Арія-доступ з ПК}}^7 = 10 + 0,128 = 10,128 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}}.$$

Узагальнені розрахунки по котеджному містечку в цілому зведемо до табл.

1.6.

Таблиця 1.6 – Розрахунок навантаження на структурні одиниці

Тип котеджу	ПК пер. даних, Мбіт/с	ПК VoD, Мбіт/с	ІР-тел Мбіт/с	ІР-тел з ТМЗК, Мбіт/с	ТВ IPTV, Мбіт/с	ТВ VoD, Мбіт/с	Відео-камера, Мбіт/с	Зовн. підкл	Всього, Мбіт/с	№	Разом, Мбіт/с
Арія	16,66668	2,73068	0,03424	0,02568	10,92268	5,46136	1,92	0,128	37,89	10	378,9
Віктор	16,66668	2,73068	0,0428	0,02568	13,65335	6,8267	1,92	0,128	42	9	378
Орхідея	16,66668	2,73068	0,0428	0,02568	8,19201	4,09602	1,92	0,128	33,81	10	338,1
Секвоя	16,66668	2,73068	0,0428	0,02568	10,92268	5,46136	1,92	0,128	37,9	12	454,8
Степний Орел	16,66668	2,73068	0,05992	0,02568	16,38402	8,19204	1,92	0,128	46,11	12	553,32
Служба безпеки	16,66668	2,73068	0	0,02568	0	0	15,36	0,128	34,92	1	34,92
Адміністрація	33,33336	5,46136	0	0,02568	2,73067	1,36534	1,536	0,256	44,71	1	44,71
SPA-центр	16,66668	2,73068	0	0,01284	5,46134	2,73068	1,536	0,128	29,27	1	29,27
Мінімаркет	16,66668	2,73068	0	0,01284	2,73067	1,36534	0,768	0,128	24,41	1	24,41
Аптека	16,66668	2,73068	0	0,01284	2,73067	1,36534	0,768	0,128	24,41	1	24,41

Навантаження на Інтернет становитиме:

$$\begin{aligned}
 Y_{\text{Інтернет}} &= Y_{\text{Арія}}^{\text{інтернет}} * N_{\text{Арія}} + Y_{\text{Віктор}}^{\text{інтернет}} * N_{\text{Віктор}} + Y_{\text{Орхідея}}^{\text{інтернет}} * N_{\text{Орхідея}} + \\
 &+ Y_{\text{Секвоя}}^{\text{інтернет}} * N_{\text{Секвоя}} + Y_{\text{Степний Орел}}^{\text{інтернет}} * N_{\text{Степний Орел}} + Y_{\text{Служба безпеки}}^{\text{інтернет}} + \\
 &+ Y_{\text{Адміністрація}}^{\text{інтернет}} + Y_{\text{SPA-центр}}^{\text{інтернет}} + Y_{\text{Мінімаркет}}^{\text{інтернет}} + Y_{\text{Аптека}}^{\text{інтернет}} = 10,128 * 10 + \\
 &+ 10,128 * 9 + 10,128 * 10 + 10,128 * 12 + 10,128 * 12 + 10,128 + \\
 &+ 20,256 + 10,128 + 120,128 + 10,128 = 597,56 \frac{\text{Мбіт}}{\text{с}};
 \end{aligned}$$

Так само розрахуємо навантаження за сервісами (результати в табл. 1.7).

Таблиця 1.7 - Навантаження на сервера та сервіси мережі

	Навантаження, Мбіт/с
Сервер IPTV	655,37
Сервер FTP	393,34
Сервер VoD	488,8
Загальне навантаження системи відеоспостереження	121,73
Зовнішній канал Інтернет	597,56
Навантаження IP-телефонія	3,84
Всього	2260,64

Кількість ліній до ТМЗК для обслуговування абонентів, що проживають в котеджах, для організації вхідного зв'язку становить 53 (дорівнює кількості котеджів). Слід також зазначити визначити кількість ліній для підключення 60 абонентів з правом доступу до ТМЗК з числа адмінперсоналу інфраструктурних об'єктів, для чого скористаємося формулою 1.3:

$$Y = y \cdot N, \text{Ерл}, \quad (1.3)$$

де y – поточне навантаження, що створює один абонент в годину найбільшого навантаження (ГНН), дана величина дорівнює 0,15 Ерл на абонента;

N – кількість абонентів що обслуговується мережею.

Підставивши в формулу 1.3 значення отримаємо навантаження в 9 Ерл.

Скориставшись таблицею Кендала-Башаріна для визначення кількості СЛ при нормі втрат 0,005 було отримано 18 зовнішніх ліній.

Отже загальна кількість каналів в бік ТМЗК – 71 (3 потоки ISDN PRI).

Висновки до розділу 1

Об'єктом проектування виступає мережа житлового комплексу «Модікон». Кількість котеджів в комплексі – 53, і ще інфраструктурні об'єкти. Сумарна кількість портів мережі для підключення устаткування – 1178. Всі порти були розподілені на кілька груп, яким надаються відповідні послуги. Спираючись на розподіл і характеристик послуг був розрахований трафік мережі:

- загальна величина навантаження на мережу – 2260,64 Мбіт/с;
- зовнішній канал Інтернет – 597,56 Мбіт/с;
- максимальне навантаження на мережу 1 котеджу – 46,11 Мбіт/с.
- IPTV+VoD – становить 1144,28 Мбіт/с;
- загальна кількість каналів до ТМЗК – 71 (3 потоки ISDN PRI).

Проведені розрахунку та отримані результати необхідні для подальшого вибору технологій побудови мережі та обладнання.

2 ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

2.1 Вибір типу фізичного середовища та технології побудови

Існує кілька варіантів конфігурації фізичного рівня мережі, включаючи використання мідних, оптичних і бездротових каналів. У табл. 2.1 порівняльна характеристика каналів зв'язку для визначення найбільш підходящого для побудови мережі на основі характеристик середовища розповсюдження сигналу.

Таблиця 2.1 – Порівняння каналів для фізичного рівня

	Мідь	Оптика	Радіоканал
Відстань	100 м	50 км	1,5 км
Швидкість на 1 канал	1 Гбіт/с	10 Гбіт/с	80 Мбіт/с
Завадо захищеність	середня	висока	низька
Надійність	середня	висока	низька
Строк <u>сужби</u>	20 років	50 років	10 років
Простота реалізації та розгортання	складна	складна	проста
Основні мережні технології	Ethernet	Ethernet, SDH	Wi-Fi, WiMax

Порівняння показує, що оптоволоконна технологія є найкращою по пропускній здатності, покриттю та надійності, далі – мідні та бездротові канали.

Як висновок, варто використовувати оптоволоконні кабелі для побудови мережі житлового комплексу, а мідні лінії - для побудови мереж в котеджах. Точки безпроводового доступу можуть бути встановлені безпосередньо в будинках.

Припускаючи, що оптоволоконно буде основним мережевим середовищем, необхідно зосередитися на базовій концепції мережі з використанням цього спеціального кабелю. При побудові мереж доступу на основі оптоволоконної технології використовуються як пасивні оптичні мережі (Passive Optical Network - PON), так і активні оптичні мережі (Active Optical Network - AON). Обидва базові підходи ідеально вписуються до сучасної стратегії розвитку мереж

доступу і часто звуться «волокно до... х» (FTTx). Концепція FTTx показана на рис. 2.1.

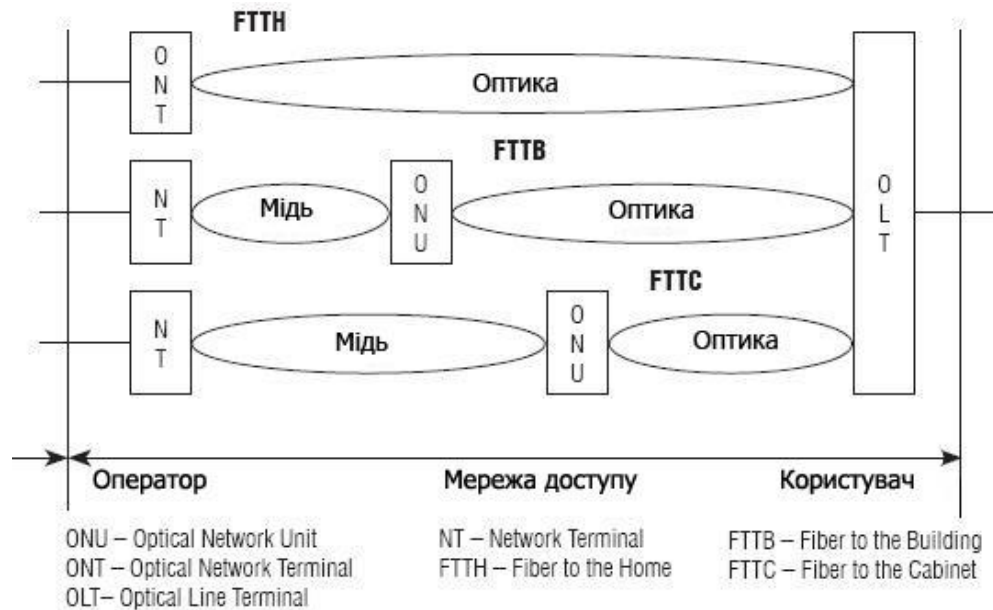


Рисунок 2.1 – Архітектура FTTx

У відповідності до Рекомендації ITU-T G.984.1, оптичні лінії закінчуються абонентським терміналом – OLT, що зазвичай розташований в приміщенні оператора, тоді як оптичний мережевий блок ONU і мережевий термінал ONT знаходяться поблизу місця проживання користувача.

На практиці оператори змушені визначати кінцеві точки оптичного кабелю, і звідси береться поділ сімейства FTTx (рис. 2.1) – це може бути загальний розподільний щит для групи будинків (FTTC), квартирний або офісний центр (FTTB) або приватна власність (FTTH).

Саме концепція FTTH (Fibre to the Home або Fibre to the Private Home) була обрана для реалізації мережі. Вона пропонується для використання у поєднанні з оптичними мережами AON чи PON. Вибір FTTH базується на вимогах до швидкості передачі мережі.

Визначившись з загальною концепцією побудови слід обрати пасивну чи активну реалізацію оптичної мережі.

Концепція AON використовує активні оптичні пристрої і за своєю структурою дуже схожа на класичну мережу Ethernet. В свою чергу PON надає споживачам повну мультисервісну послугу triple play – телебачення, Інтернет і телефонію. Основною перевагою PON є використання пасивних пасьянсів, які гарантують працездатність мережі навіть у критичних ситуаціях, незалежно від електричної мережі. Мережі, що реалізовані на базі PON використовують деревоподібну архітектуру розподілу волокон з розгалужувачами. Це рішення вимагає спеціалізованого обладнання як на стороні OLT, так і на стороні ONU. Реалізація з'єднань типу "точка-багатоточка", за якою побудовані PON, вимагає правильного розділу діапазонів активності кожного терміналу. Це нагадує те, як комп'ютери справляються з колізіями (одночасним зайняттям каналу різними абонентами) в локальних мережах за допомогою концентраторів. Технологія PON цю проблему вирішує точніше. Тут кожному абонентському терміналу ONU виділяється часовий інтервал, протягом якого він може зробити запит до OLT.

В табл. 2.2 проведено порівняння варіантів побудови ON.

Таблиця 2.2 – Порівняння ON

	APON	BPON	EPON/GEPON	GPON
Стандарт	G.983	ITU G.983	IEEE 802.3 ah	ITU G.984.6
Смуга пропускання вниз	155 Мбіт/с	622 Мбіт/с	1,244 Гбіт/с	2,488 Гбіт/с
Смуга пропускання нагору	155 Мбіт/с	155 Мбіт/с	1,244 Гбіт/с	1,244 Гбіт/с
Ємність		32	32	128
Максимальна довжина, км		20	20	60
Загасання			26 дБ	22 дБ

Найбільш придатним рішеннями на основі PON є EPON/GEPON або GPON. Вони обидвоє відповідають вимогам до пропускну здатності, проте відмінність між цими стандартами є в тому, що технологія GPON використовує SDH, а EPON/GEPON – Ethernet. SDH відрізняється від Ethernet тим, що вона має гарантії доставки і пропускну здатності, а це свідчить про більш високий рівень QoS. Так як більша частина трафіку в мережі – мультимедійні сервіси, то звісно варто обрати заснований на технології SDH, тобто GPON.

GPON є найперспективнішою технологією для пасивних оптичних мереж: вона забезпечує значну економію волокна завдяки деревоподібній архітектурі. Крім того, запропонована висока надійність завдяки пасивним елементам розгалуження. Загалом, архітектуру мережі доступу GPON (Gigabit PON) можна розглядати як органічне продовження технології APON.

Маючи досить високу швидкість передачі в обох напрямках, GPON забезпечує прозорий транспорт для всіх послуг (ATM, SDH, TDM, Ethernet). Забезпечується високий рівень безпеки мережі, оскільки кожна послуга повністю ізольована і підтримується вбудоване шифрування інформації.

Найпоширенішими варіантами фізичної топології в мережах PON є дерево і зірка. В обох випадках використовується тільки одне волокно. У той же час логічна топологія, яка відображає характер взаємодії між вузлами на рівні мережевого протоколу, в обох випадках є "зіркою". Приклад топології показаний на рис. Б.1 в Додатку Б. Логічна топологія має форму зірки. У будинку мережа побудована за топологією «зірка» з використанням Ethernet на базі міді.

2.2 Структурна реалізація мережі

Як було описано раніше, мережі в житловому комплексі котеджних містечок побудовані за концепцією GPON FTTH з послугами triple play. Структурна схема мережі показана на рис. В.1.

Ключові сегменти мережі, показані на схемі, відображають ядро мережі та структурну конфігурацію типового котеджу в комплексі.

Ядро складається з охоронної зони, серверного обладнання та магістрального обладнання GPON. Захисна зона використовується для контролю доступу до ресурсів і містить два маршрутизатори: router_DMZ_out та router_DMZ_in. Маршрутизатори з'єднані за технологією GE 1000Base-LX. router_DMZ_out підключений до мережі Інтернет і повинен забезпечувати швидкість доступу для всього житлового комплексу не менше 597,56 Мбіт/с.

Крім того, ядро мережі виконує функції аутентифікації та білінгу. Всі ці завдання покладені на сервер, підключений до router_DMZ_out технологією 100 Base-TX.

До внутрішнього маршрутизатора router_DMZ_in підключено серверне обладнання IPTV і каналоутворююче обладнання мережі GPON. VoD-сервер з технологією 1000 Base-LX, IP-АТС – 100 Base-TX, комутатор доступу до будинку АПК switch з технологією 100 Base-TX, триканальні OLT-мультиплексори 1000 Base-LX, які забезпечують пропускну здатність 2260,64 Мбіт/с.

IP-АТС повинна здійснювати маршрутизацію телефонного трафіку до мережі ТМЗК та функцій комутації в житловому комплексі в цілому і в окремих котеджах. Вона підключена до ТМЗК трьома цифровими потоками Е1.

Мережа доступу АПК базується на технології 100 Base-TX з використанням мідних кабелів. До комутатора АПК підключено таке кінцеве обладнання, як робоче місце охоронця, три ПК, чотири IP-камери, чотири IP-телефони та відеореєстратор. Топологія фізичних з'єднань - зіркоподібна.

Розподільча мережа побудована за технологією GPON з пропускну здатністю 2,488 Гбіт/с, з яких використовується 2,260 Гбіт/с. Каналоутворююче обладнання – головна станція OLT, що підтримує до 128 абонентських станцій ONT. Абонентські станції містять розгалужувачі для дзеркального віддзеркалення оптичних потоків. Структура розподільчої мережі показана в Додатку В, рис. В.1, із зазначенням місць розташування станцій ONT.

Крім оптичного інтерфейсу до мережі GPON, ONT має мідний інтерфейс 100 Base-TX. Локальна мережа котеджу побудована за цією технологією. Всі активні пристрої підключені до мережі за допомогою Ethernet-комутаторів. Комутатор підключений до комп'ютера користувача, відеореєстратор - до сервера системи відеоспостереження, а приставка - до IPTV. IP-телефони та IP-камери системи відеоспостереження також підключаються до комутатора, але технологія підключення трохи відрізняється і використовує 100 Base-TX PoE. Різниця полягає в тому, що активний пристрій віддалено живиться через Ethernet.

2.3 Функціональне призначення пристроїв і робота мережі

Основна частини функціональної схеми показані на рис. В.2 в Додатку В.

Розглянемо основний принцип роботи транспортного сегмента мережі, побудованої за технологією GPON. Основна ідея GPON полягає у використанні приймально-передавального модуля в центральному вузлі OLT для відправки інформації на абонентські пристрої ONT і отримання інформації від них.

Центральний вузол OLT (Optical Line Terminal) отримує дані від магістральної мережі через SNI (Service Node Interfaces) (три інтерфейси 1000Base-LX) і створює низхідні потоки для абонентів через дерево PON.

Від концентратора до спліттера використовується лише одне волокно. ONT (оптичний мережевий термінал) має абонентський інтерфейс з одного боку та інтерфейс дерева PON з іншого боку, передає на 1310 нм і приймає на 1550 нм. ONT отримує дані від OLT, перетворює їх і надсилає. Підключається до абонентів через мережевий інтерфейс користувача (UNI) і OLT.

Кількість абонентських вузлів ONT, підключених до одного трансивера OLT, може бути збільшена настільки, наскільки дозволяє бюджет потужності і максимальна швидкість передачі трансивера. Довжина хвилі 1550 нм зазвичай використовується для передачі інформаційних потоків від OLT до ONT (прямі потоки). Потоки даних від різних абонентських вузлів до центрального вузла разом утворюють зворотний (висхідний) потік і передаються на довжині хвилі 1310 нм. Мультиплексори WDM інтегровані в OLT і ONT, щоб розділити весь потік на відповідні довжини хвиль. Прямі потоки на рівні оптичної сигналізації передаються в загальному каналі. Кожен абонентський вузол ONT зчитує адресний простір і вибирає з усього потоку інформацію, призначену тільки для нього. Абонентський вузол є розподіленим демультиплексором. У випадку реверсивного потоку всі абонентські вузли ONT передають у реверсивних потоках однакової довжини хвилі, використовуючи концепцію множинного доступу з часовим поділом каналів (TDMA). Перетворення оптичних сигналів в електричні і навпаки виконується обладнанням ONT. Щоб скористатися

можливістю перетину сигналів від різних ONT, кожен ONT має окремий графік передачі даних, який враховує поправки на затримку, пов'язані з віддаленістю ONT від центрального вузла OLT. Це завдання вирішує MAC-протокол TDMA.

Сегмент IPTV підключається до мережі передачі даних через IPTV-шлюз, так званий IPTV-головний вузол. Абоненти підключаються через сервери контролю доступу IP-CAS з використанням інтерфейсів 1000BASE-LX, Gigabit Ethernet, протоколів TCP/IP і протоколів маршрутизації OSPF зі швидкістю до 2 Гбіт/с. Підмережі IPTV - це послуги потокового відео на основі протоколів RTSP, RTP, RTCP і IGMP.

RTSP (Real-Time Streaming Protocol) - це протокол, який забезпечує контрольовану передачу відеопотоків через Інтернет. При цьому приймач може одночасно обробляти перший пакет даних, декодувати другий і приймати третій.

Протоколи цієї ж групи, RTP (Real-Time Transport Protocol), ідентифікують і компенсують втрачені пакети, а також гарантують безпеку.

Протокол RTCP (Real-Time Control Protocol) працює спільно з RTP: RTCP ідентифікує вхідні та вихідні пакети, визначає відправників і відстежує перевантаження мережі. Для підключення до IP-мережі та роботи в режимі багатоадресної розсилки використовується стандартний протокол IGMP (Internet Group Membership Protocol).

Для трансляції телевізійних програм і даних через IP-мережі в багатоадресному та одноадресному режимах використовуються головні системи IPTV, які містять:

- комплексні пристрої прийому та адаптації телевізійних сигналів;
- підсистеми стиснення MPEG-2/MPEG-4;
- приймачі-декодери супутникових сигналів IRD;
- кодер-стрімер для сигналів наземного телебачення;
- підсистему генерації даних EPG;
- підсистему моніторингу.

Джерелами контенту, що використовуються системою, є:

- супутникові програми стандарту DVB-S/S2;

- програми ефірного телебачення;
- телевізійні канали у IP-форматі.

Для формування IP потоків програм використовується таке обладнання:

- відеопроцесори MPEG-2/MPEG-4 з ASI входом, до 256 програм, функція перемикавання бітрейтів та вставки реклами;
- відеоплатформа (головна станція IPTV) до 16 транскодерів з ASI-входом або 8 кодерів MPEG-2/MPEG-4 з перемиканням бітрейтів на 256 програм.

Відеопроцесор апаратно інтегрований у відеоплатформу головної станції IPTV, яка має можливість керувати всім обладнанням через IP-мережу за допомогою WEB-інтерфейсу.

Для реалізації IP-телефонії в мережі встановлена IP-АТС. SIP-телефони, які є абонентськими термінальними пристроями, підключаються до станційного обладнання через локальну мережу. Протокол SIP в мережі контролює встановлення з'єднання. Після встановлення з'єднання між абонентами аудіосигнал передається за допомогою протоколів RTP і UDP. Адресний простір виділяється DHCP-сервером. Окремий адресний пул зарезервований для телефонів. IP-АТС, крім функції обміну викликами, виконує також функції переадресації викликів у зовнішню мережу відповідно до прав абонента. IP-АТС підключена до мережі ТМЗК по цифровому потоку для здійснення дзвінків.

Локальна мережа в цілому працює за протоколом TCP/IP. У локальній мережі житлового комплексу адреси між мережевим розподіляються автоматично за протоколом DHCP з прив'язкою до MAC-адрес цих пристроїв.

Спільний доступ до внутрішніх ресурсів і завантаження файлів з серверів здійснюється за допомогою протоколу FTP (File Transfer Protocol); FTP дозволяє користувачам підключатися до FTP-сервера, переглядати вміст каталогів і завантажувати файли з сервера або на нього.

Протоколи SMTP і POP використовуються для надсилання та отримання електронної пошти.

Мережа відеоспостереження є ієрархічною. Кожен котедж обладнаний камерою відеоспостереження. Інформація з камер передається на реєстратор котеджу. Доступ до архіву має лише власник котеджу, і для його перегляду можна підключатися з локальної мережі або Інтернет. Для цього кожному відеореєстратору присвоюється зовнішня IP-адреса за допомогою сервісу NAT.

Білінг і контроль доступу до послуг IP-телефонії та мереж передачі даних здійснюється IP-АТС і маршрутизатором. Для білінгу використовують RadiusServer, тому немає необхідності в окремому сервері аутентифікації та білінгу. Внутрішній маршрутизатор з'єднаний з OLT трьома лініями 802.3Base-LX, які логічно об'єднані в один канал зі швидкістю 3 Гбіт/с за протоколом 1000.3ad. Всі користувачі мережі та термінальні пристрої об'єднані у віртуальні VLAN для кожної групи обладнання з використанням протоколу 802.3q.

Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи описано основні архітектурні рішення, технології та протоколи побудови мережі. Фізична топологія мережевих з'єднань - дерево, а технологія, що використовується транспортного сегменту GPON FTTH, що має логічну топологію "зірка". Локальна мережа котеджу побудована за технологією 100Base-TX зі швидкістю 100 Мбіт/с. Ядро реалізовано за допомогою маршрутизаторів, містить серверне обладнання для надання послуг в мережі. З'єднання на рівні ядра побудовані зіркою, технологія 1000 Base-LX, а з'єднання між OLT і маршрутизаторами здійснюється за протоколом 802.3ad з використанням агрегації трьох портів 1000 Base-LX. Протоколи управління TCP/IP використовуються для регулювання взаємодії між елементами мережевої структури: TCP/IP, DHCP, OSPF, FTP, HTTP, POP, SMTP, 802.3q, 802.3ad, H.264, SIP, RTP, RTSP, RTCP, IGMP.

На основі обраних протоколів, технологій та топологічних рішень були створені структурно-функціональні схеми мережі.

3 АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Обладнання GPON

Виходячи з проектних рішень попереднього розділу, транспортний сегмент мережі що будується має бути реалізований за технологією GPON. Відповідно до обраної технології має бути обрано обладнання, що виконує функції ONT та OLT. Базові вимоги до обладнання такі:

- OLT - тип роз'єму оптичного інтерфейсу - SC, кількість і тип SNI - 3x1000 Base-LX SC, максимальна кількість вузлів ONT - 64;
- ONT - тип оптичного інтерфейсу - SC, кількість і тип UNI - 1x100 Base-TX.

У таблиці 3.1 наведено порівняльну характеристику деяких продуктів.

Таблиця 3.1 – Порівняння устаткування GPON

1	DPN-6608	LTP-8X	FG-GPON-OLT
2	3	4	
Склад інтерфейсів	4 комбо-порта 1G mini-GBIC (SFP), 2 комбо-порта 10G mini-GBIC (SFP+), 2 порта 10/100/1000BASE-T	2 порта 10GBase-X (SFP+), 4 комбінованих порта 10/100/1000 Base-T /10/100/1000 Base-X (SFP), 4 порта 10/100/1000Base-T	2 порта 10GBase-X (SFP+), 8 комбінованих портів 10/100/1000 Base-T /10/100/1000 Base-X (SFP)
Порти GPON OLT Downlink	8 OLT-портів SFP з розніманнями SC, повна сумісність з ITU-984.2 , кожен OLT-порт - 64 ONT, швидкість до 2,54/1,25 Гбіт/с, кабель: одномодовий волоконно-оптичний, довжина хвилі (ONT->OLT): 1310 нм, довжина хвилі (OLT->ONT): 1490 нм	8 OLT-портів SFP з розніманнями SC, повна сумісність з ITU-984.2 , кожен OLT-порт - 64 ONT, швидкість до 2,54/1,25 Гбіт/с, кабель: одномодовий волоконно-оптичний, довжина хвилі (ONT->OLT): 1310 нм, довжина хвилі (OLT->ONT): 1490 нм	4 основних OLT-портів SFP з розніманнями SC та 4 резервних, повна сумісність з ITU-984.2 , кожен OLT-порт - 128 ONT, швидкість до 2,54/1,25 Гбіт/с, кабель: одномодовий, довжина хвилі (ONT->OLT): 1310 нм, довжина хвилі (OLT->ONT): 1490 нм
Резервування системи	ні	ні	повне 1+1
QoS	кількість черг на порт: 8, підтримка 802.1p, обмеження швидкості вхідного трафіка на порту, Strict Priority и WRR	кількість черг на порт: 8, підтримка 802.1p, обмеження швидкості вхідного трафіка на порту, Strict Priority и WRR	кількість черг на порт: 16, підтримка 802.1p, обмеження швидкості вхідного трафіка на порту, Strict Priority и WRR

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Стандарти	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet, IEEE 802.3U 100BASE-T Fast Ethernet, IEEE 802.3AB 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3Z Fiber Gigabit Ethernet, ANSI/IEEE 802.3 автовизначення швидкості, IEEE 802.3X контроль потоків даних, IEEE 802.3AD об'єднання каналів LACP, IEEE 802.1P пріорітезація трафіка, IEEE 802.1Q віртуальні локальні мережі VLAN, IEEE 802.1AD Provider Bridges (QinQ), IEEE 802.1V, IEEE 802.3AC, IEEE 802.1D осто́ве дере́во STP, IEEE 802.1W швидке осто́ве дере́во RSTP, IEEE 802.1S множина остових деревев MSTP, IEEE 802.1X аутентифікація користувачів	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet, IEEE 802.3U 100BASE-T Fast Ethernet, IEEE 802.3AB 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3Z Fiber Gigabit Ethernet, ANSI/IEEE 802.3 автовизначення швидкості, IEEE 802.3X контроль потоків даних, IEEE 802.3AD об'єднання каналів LACP, IEEE 802.1P пріорітезація трафіка, IEEE 802.1Q віртуальні локальні мережі VLAN, IEEE 802.1AD Provider Bridges (QinQ), IEEE 802.1V, IEEE 802.3AC, IEEE 802.1D осто́ве дере́во STP, IEEE 802.1W швидке осто́ве дере́во RSTP, IEEE 802.1S множина остових деревев MSTP, IEEE 802.1X аутентифікація користувачів	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet, IEEE 802.3U 100BASE-T Fast Ethernet, IEEE 802.3AB 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3Z Fiber Gigabit Ethernet, ANSI/IEEE 802.3 автовизначення швидкості, IEEE 802.3X контроль потоків даних, IEEE 802.3AD об'єднання каналів LACP, IEEE 802.1P пріорітезація трафіка, IEEE 802.1Q віртуальні локальні мережі VLAN, IEEE 802.1AD Provider Bridges (QinQ), IEEE 802.1V, IEEE 802.3AC, IEEE 802.1D осто́ве дере́во STP, IEEE 802.1W швидке осто́ве дере́во RSTP, IEEE 802.1S множина остових деревев MSTP, IEEE 802.1X аутентифікація користувачів

Для реалізації центрального вузла обрали обладнання FG-GPON-OLT. Цей вибір був обумовлений наявністю повного резервування, що, безумовно, є перевагою перед конкурентами.

Станційна секція FG-GPON-OLT включає до двох плат управління, до двох плат комутації висхідних ліній (для виділення часових інтервалів для потоків від абонентського обладнання до OLT) і до десяти лінійних плат з інтерфейсом GPON. Шасі включає плати з можливістю гарячої заміни, резервні плати управління і комутації в конфігурації "ведучий-ведений" (1+1), а також інтегровану систему моніторингу стану оптоволокна (Integrated Fibre Management). Пристрій має два входи живлення, два входи для каналів синхронізації BITS/SSU (Building Integrated Timing Systems/Sync Supply Units, розширена версія режиму зовнішньої синхронізації), змінне примусове повітряне охолодження зі змінними повітряними фільтрами. Дві шини даних Ethernet 10

Гбіт/с (10GBE) і дві шини керування Ethernet 1 Гбіт/с (GBE) розташовані на задній панелі шасі.

Плата OLT-SWITCH-CARD має подвійні резервні висхідні порти 28 Гбіт/с (2 x 10 Гбіт/с, 8 x 1 Гбіт/с) на різних платах і шину 10 Гбіт/с, підключену до кожної плати лінійного інтерфейсу. Плати оснащені матрицею, здатною обробляти до 16 000 агрегованих адрес і 4094 VLAN. Плата підтримує:

- протокол подвійного тегування VLAN і протокол управління агрегацією каналів IEEE 802.3ad через висхідні канали Ethernet;
- протокол RSTP (IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol), IGMP snooping, режим IVL (Independent VLAN Learning) для VLAN, вісім черг пріоритетів на порт, теги DSCP і 802.1p для різних пріоритетів трафіку і синхронну роботу в мережі для TDM;
- пропускну здатність 200 Гбіт/с і може обробляти пакети будь-якого розміру та обсягу трафіку.

FG-GPON-OLT-CONTROL-CARD має подвійну резервну схему живлення, подвійні резервні виходи шини керування, два порти 10/100BaseT (RJ-45), порт USB 2.0, світлодіодну індикацію стану інших карт шасі на передній панелі, а також можливості програмного забезпечення та конфігурації. 2 ГБ внутрішньої пам'яті для зберігання файлів. Управління платою здійснюється локально через порт USB і віддалено через порт 10/100BaseT за протоколом SNMP з сервера EMS. Крім того, команди надсилаються на FG-GPON-OLT-CONTROL-CARD через висхідний порт OLT-Switch-CARD і внутрішню шину управління системою GBE.

Плата OLT-LINE-CARD відповідає всім вимогам Рекомендації ITU-T G.984. Вона має чотири порти GPON з подвійним резервуванням (чотири основних і чотири резервних порти, що забезпечують фізичне резервування оптоволоконних ліній). До кожного порту можна підключити до 128 абонентів. Плата підтримує швидкість низхідної/висхідної передачі даних 2,488/1,244 Гбіт/с і оснащена фізичним роз'ємом SC. Кожна карта підключена до трактів передачі даних 2x10 Гбіт/с і трактів управління 2x1 Гбіт/с (обидва з резервуванням) і має

комутатор рівня 2 (L2) з підтримкою інтелектуального QoS і багатоадресної розсилки. Підтримуються 8000 сукупних адрес і 4096 таблиць VLAN, всі типи T-CONT (контейнерів трафіку), 4095 ідентифікаторів черги для кожного порту GPON і 256 BW MAP (карта смуги пропускання).

В таблиці 3.2 наведено склад вузла ONT.

Таблиця 3.2 – Склад ONT

Плата	Кількість	Опис
FG- GPON-OLT	1	Шасі
OLT-SWITCH- CARD	1	Плата комутації
FG-GPON-OLT-CONTROL-CARD	1	Плата керування
OLT-LINE- CARD	1	Лінійна плата

Абонентське обладнання для систем GPON може бути будь-якою комбінацією традиційних інтерфейсів ONT, таких як FE/GE, FXS і Wi-Fi, а також підтримувати кабельне телебачення (CATV). FG-GPON-ONT-4FE+2FXS і FG-GPON-ONU-24FE+24FXS - найпопулярніші моделі з інтерфейсами FE/FXS серед телекомунікаційних операторів. Цей пристрій використовується в мережі - FG-GPON-ONU-24FE+24FXS може займати 1U 19-дюймової стійки або монтуватися на стіну. Пристрій має 24 порти Ethernet 10/100BaseT PoE, 24 аналогових 2-провідних порти голосового зв'язку (роз'єм RJ-21) і підтримує VoIP з використанням SIP (роз'єм Telco-50). Пристрій включає в себе комутатор 2-го рівня, який підтримує 1024 MAC-адреси і 512 VLAN.

Також для реалізації оптичного сегменту необхідно використання розгалужувачів. Розгалужувачі серії FG-GPON-SPLITTER можуть забезпечити 1x2, 1x4, 1x8, 1x16, 1x16, 1x32 і 1x64 пасивні оптичні мережеві структури. Резервні оптичні кабельні мережі доступні в моделях 2x4, 2x8, 2x16, 2x32 і 2x64. Серія FG-GPON-SPLITTER пропонує широкий асортимент моделей з великою кількістю каналів. Всі моделі мають низькі поляризаційні втрати (PDL), міцний металевий корпус з фіксуючими петлями і можливість настінного і стійкового монтажу. У мережі використовуються розгалужувачі 1x2 та 1x4. У таблиці 3.3

наведено перелік обладнання, що входить до складу абонентської частини мережі GPON.

Таблиця 3.3 - Обладнання в абонентській частині мережі GPON

Тип	Кількість	Опис
FG-CPON-ONU-24FE+24FXS	58	ONT абонентський термінал
FG-GPON- SPLITTER 1x2	46	Оптичний сплітер 1x2
FG-GPON- SPLITTER 1x4	3	Оптичний сплітер 1x4

3.2 Обладнання Ethernet

Активне обладнання Ethernet необхідно для реалізації можливості надання IP-послуг кінцевим користувачам з використанням транспортного GPON сегменту:

- маршрутизатор;
- обладнання IP-телефонії;
- обладнання IPTV + VoD;
- устаткування сервісу;

Щодо маршрутизаторів, то їх буде два типи: внутрішній та зовнішній маршрутизатори зони DMZ. До внутрішнього маршрутизатора є такі вимоги:

- порти 1000 Base-LX – 6 тип рознімання SC;
- порти 100 Base-TX – 1 тип рознімання RJ-45;
- підтримка технології VLAN, агрегації портів, керування трафіком IP-телефонії та відео додатків, протоколу маршрутизації OSPF, DHCP, ACL.

До зовнішнього маршрутизатора DMZ висуваються наступні вимоги:

- порти 1000 Base-LX – 2 тип рознімання SC;
- підтримка технології VLAN, агрегації портів, керування трафіком IP-телефонії та відео додатків, протоколу маршрутизації OSPF, DHCP, ACL Radius-сервера.

Обладнання Cisco є безумовним лідером на ринку активного мережевого обладнання з точки зору безпеки, гнучкості конфігурації та співвідношення ціна/якість. Відповідно до поставлених вимог порівнювалися різні моделі обладнання Dlink та Cisco. Результати порівняння наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Порівняння маршрутизаторів

Параметр	1801	2691	D-Link DIR 800
10/100 FE WAN порти	4	4	1
GE Ethernet порти	2	4	0
LAN порти	8 портовий комутатор 10/100	4 портовий комутатор 10/100	4 портовий комутатор 10/100
Слоти розширення	ні	4	0
Функцій маршрутизації	Статична динамічна	Статична динамічна	Статична
Можливість організації сервісу IP-АТС	Ні	Так	Ні
Керування правами доступу	так	Так	Так
Підтримка віртуальних мереж	так	Так	Ні
Динамічний розподіл адресного простору	Так	Так	так
ПолітикаQoS	так	так	Так
Продуктивність, Гбіт/с	16	16	4
Продуктивність, <u>млн.пак/с</u>	4.2	5.7	1.2

Це порівняння показує, що маршрутизатори серії 2691 мають кращі характеристики і можуть використовуватися в мережах. Рішення пов'язане з підтримкою протоколів IP-телефонії, можливістю організації IP-АТС, наявністю необхідної кількості фіксованих портів і слотів розширення. В якості зовнішнього маршрутизатора використовується базова серія Cisco 2691 і ця ж модель використовується для налаштування маршрутизатора Router_DMZ_In в комплекті з інтерфейсною картою. Перевагою вибору саме цього маршрутизатора є можливість використання його у якості IP-АТС, і для того щоб реалізувати цю можливість необхідно додати відповідну ліцензію на ПЗ та кілька додаткових інтерфейсних плат. Отже остаточно комплектація внутрішнього маршрутизатора ядра Cisco 2691 така:

- програмне забезпечення Cisco Call Manager – 512;
- VWIC3-1MFT-T1/E1 - 3 плати для підключення до ТМЗК по каналу E1;

- SFP-GE-L - модуль 1000 Base-LX.

Кінцеве термінальне обладнання IP-телефонії – телефони, і до них при виборі висунуто такі вимоги:

- інтерфейс 100 Base-TX RoE;
- протокол IP-телефонії SIP.

У таблиці 3.5 наведено основні характеристики абонентських пристроїв IP-телефонії, що обрані для проведення порівняння.

Таблиця 3.5 - Технічні характеристики Cisco SB SPA504G

Параметр	Cisco SB SPA502G	Cisco SB SPA301G2	D-Link 8374
Кількість ліній	1	1	1
Кількість портів для підключення пристроїв Ethernet	1	Відсутні	Відсутні
Трубка	дротова	Дротова	Дротова
РК-дісплей	так	ні	ні
Протоколи IP-телефонії	SIP v2 (RFC 3261, 3262, 3263, 3264) SPCP	SIP v2 (RFC 3261, 3262, 3263, 3264) SPCP	SIP v2 (RFC 3261, 3262, 3263, 3264) SPCP
Порти	1xRJ-45 10/100BASE-T, 1xRJ-45 10/100BASE-T PoE	1xRJ-45 10/100BASE-T PoE	1xRJ-45 10/100BASE-T PoE
Кодеки	G.711 (A-law and μ -law), G.726 (16/24/32/40 Кбіт/с), G.729 A, G.722	G.711 (A-law and μ -law), G.726 (16/24/32/40 Кбіт/с), G.729 A, G.722	G.711 (A-law and μ -law), G.726 (16/24/32/40 Кбіт/с), G.729 A, G.722
Можливість підключення гарнітури	так	так	так

Для організації сегменту телефонії, мережі що проєктується будемо використовувати продукцію компанії Cisco для того щоб прибрати мультивендорність у використовуваному обладнанні, і це дасть змогу максимально покращити якість та розширити спектр послуг, що будуть надаватись. Для застосування обираємо 113 IP-телефонів Cisco SB SPA502G і 279 IP-телефонів Cisco SB SPA301G2. Cisco SB SPA502G з РК-дисплеєм будуть використані для АПК та інфраструктурних об'єктів загального користування, бо їх можна використовуватися не тільки як абонентський термінал, атакож має

функції телеконференції та додаткові сервісні функції. Cisco SB SPA301G2 буде використаний для встановлення в котеджах.

Наступний крок – організація мережі IPTV. До обладнання, що входить в цю групу для забезпечення якісних послуг ставляться такі вимоги:

- можливість прийому відеоконтенту в різних цифрових форматах (ASI, IP, ATM, SDI) та з різних джерел;
- повна гнучкість в обробці відеопотоку (підтримка транскодування, перекодування, багатоадресної та одноадресної адресації трафіку);
- можливість надання послуг через різні фізичні транспортні мережі (мідні, оптоволоконні (Ethernet), ATM, коаксіальний кабель, супутникові мережі);
- кодування MPEG-2 та MPEG4;
- перекодування з MPEG-2 в MPEG4;
- підтримка систем умовного доступу DVB CAS та/або IP CAS.
- підтримка основних IPTV станцій:
- автоматичне резервування (1+1);
- гнучке розширення та масштабування функцій і сервісів;
- просте та інтуїтивно зрозуміле управління.

Розглянемо обладнання для систем IPTV від наступних виробників: Harmonic, TanDBerg television, Thomson Grass Valley.

Компанія Harmonic випускає широкий спектр високоякісних енкодерів, що працюють за стандартом стиснення H.264, і важливою особливістю є наявність IP (Ethernet) виходу з інкапсульованим транспортним потоком MPEG. Це дозволяє економити дорогі цифрові відеокомутатори при створенні конфігурацій з комутацією і резервуванням сигналів. Багатоканальні кодеки можуть працювати як з постійним бітрейтом (CBR), так і зі змінним бітрейтом (VBR). Для операторів існує серія шлюзів BNG 6100/6200. BNG 6100 є універсальним шлюзом між цифровими мережами Gigabit Ethernet і мережами доступу до цифрового кабельного телебачення DVB-C. Шлюз BNG включає в себе

мультиплексори, мікшери, QAM модулятори і перетворювачі і є недорогим рішенням для основної платформи нових провайдерів цифрового телебачення.

Продукти Thomson Grass Valley призначені для великих проектів цифрового телебачення (до цієї групи входять кодери, продукти групи NetXX і вузький спектр спеціалізованого обладнання, багато з яких не включають аналогове: наприклад, "приймачі для DVB-S2 і H.264 HD", "цифрові вставні монітори DPI", "EPG-сервери", "QoS-монітори" і т.д.). Продукція призначена для платформ мобільного телебачення (DVB-H) і проектів IPTV операторського класу: У випадку DVB-H Thomson пропонує все: від кодерів до передавачів і приставок до рішення для IPTV є аналогічно повним.

Наразі компанія TANDBERG TV випускає кілька сімейств IRD, включаючи TT1280, призначених для обробки високоякісних сигналів для мереж DVB-S2, DVB-S QPSK і DVB-DSNG. Вона також виробляє платформу Mediaplex-20 – повністю модульну систему з більш широким спектром функцій, включаючи кодування MPEG2/MPEG4, перекодування MPEG-2 в MPEG-4 AVC і перемикання режимів VBR на CBR, як того вимагають провайдери IPTV. І як наслідок, телевізійне обладнання TANDBERG відноситься до числа найбільш перспективних і гнучких на ринку.

У світлі вищесказаного, та спираючись на проведені розрахунки, кількість абонентів та обраний спосіб організації мережі, дана платформа є найбільш придатною для організації мережі IPTV в житловому котеджному комплексі.

MediaPlex 20 позиціонується як станція, що забезпечує операторам телебачення професійної мовної якості в IP-мережах будь-якого розміру. Станція реалізує послуги цифрового відео, відео за запитом та багато інших сервісів. Оператори можуть використовувати станцію для технологічного переходу до IP-телебачення високої чіткості на основі сучасних форматів стиснення цифрового відеопотоку. Окрім базового набору функцій, MediaPlex 20 пропонує:

- попередню обробку відео (корекцію таких параметрів зображення, як яскравість, контрастність, насиченість, колірний баланс і видалення шуму).

- кодування відеопрограм у форматах MPEG2 та MPEG4/H.264;
- транскодування з MPEG2 в MPEG4/H.264;
- демультимплексування (ремультимплексування/демультимплексування);
- тегування QoS;
- створення оригінального MPEG потоку через IP. Щоб надати можливість відправляти і отримувати контент, який взаємодіє з різними транспортними мережами, без необхідності використання спеціалізованих транспортних конвертерів.

Специфікація інтерфейсів наступна:

- дуплексний інтерфейс ATM OC-3c/STM1 для оптоволокна MM і SM;
- двонаправлений інтерфейс ATM DS-3/E-3;
- інтерфейс ASI;
- GigabitEthernet (8 портів);
- 1x0/100 Ethernet;
- композитний відео, S-video і цифровий SDI входи для кодування вхідного відео в транспортні потоки MPEG;
- до 48 кодерів MPEG2 і/або MPEG4;
- до 48 транскодерів MPEG4;
- до 64 входів та/або виходів ASI, включаючи до 1000 вхідних та/або вихідних потоків;
- передача до 144 потоків.

Ключовою перевагою перед іншими головними станціями IPTV є те, що MediaPlex 20 підтримує дублювання потоку, дозволяючи передавати один і той же програмний контент одночасно у вихідних форматах ATM, ASI і GigabitEthernet, з різною швидкістю передачі на різних виходах.

Станції мають високу надійність. Все обладнання повністю резервується. Всі модулі, включаючи блоки живлення та вентилятори, можуть бути замінені в гарячому режимі.

Система відеоспостереження житлового комплексу поділяється на два рівні. Перший рівень - це система відеоспостереження, призначена для інфраструктури містечка, другий рівень - окрема система для котеджів. Спираючись на проведені раніше розрахунки і визначені технології організації, дана підсистема мультисервісної мережі житлового комплексу буде реалізована на засадах функціонування IP. Виходячи з цього, маємо ось такі вимоги:

- тип підключення до мережі 100 Base-TX PoE;
- тип кодеку H.264;
- вбудований детектор руху;
- інфрачервоне підсвічування.

В табл. 3.6 проведемо порівняння найбільш популярних продуктів DG842MF-SIR - Netvision, TP-LINK TL-SC3171, D-Link DCS-7110, спираючись на основні технічні характеристики камери.

Таблиця 3.6 - Технічні характеристики IP-камер

Характеристика	DG842MF-SIR – Netvision	TP-LINK TL-SC3171	D-Link DCS-7110
Матриця	1/3" 1.3 Megapixel Progressive Scan WDR CMOS	CMOS, 1/4-дюйма	1/4", CMOS
Розподіл	1.3M(1280×960) / 720P(1280×720) / D1(704×576/704×480) @25/30fps	640x480, 320x240, 160x120 / 30 (NTSC) / 25 (PAL) кадрів/с	1280x800 при 30 к/с 1280x720 при 30 к/с 640x480 при 30 к/с 320x240 при 30 к/с 176x144 при 30 к/с
Кодек	H.264/JPEG	MJPEG, MPEG-4	MJPEG, MPEG-4
Мінімальний рівень освітлення	Color: 0.5 Lux@ (F1.2, AGC ON), B/W: 0 Lux@ (F1.2, IR ON)	Color: 0.5 Lux@ (F1.2, AGC ON), B/W: 0 Lux@ (F1.2, IR ON)	Color: 0.5 Lux@ (F1.2, AGC ON), B/W: 0 Lux@ (F1.2, IR ON)
Дальність дії ІЧ	42 ІЧ-діода; 30m	32 ІЧ-діода; 20m	18 ІЧ-діода; 12m
Мережні функції	TCP / IP, UDP, RTP, RTSP, RTCP, HTTP, DNS, DDNS, DHCP, FTP, NTP, PPPOE, SMTP, UPNP	TCP / IP, UDP, RTP, RTSP, RTCP, HTTP, DNS, DDNS, DHCP, FTP, NTP, PPPOE, SMTP, UPNP	TCP / IP, UDP, RTP, RTSP, RTCP, HTTP, DNS, DDNS, DHCP, FTP, NTP, PPPOE, SMTP, UPNP
Ethernet	RJ-45 (10/100Base-T) PoE	10/100BASE-TX Ethernet, Wi-Fi	10/100BASE-TX

Найкращим обладнанням з точки зору характеристик є DG842MF-SIR - Netvision. Вибір ось саме цього продукту пов'язаний з тим що є підтримка кодеків, велика кількість діодів ІЧ-підсвітки та беззаперечною підтримкою технології PoE.

Наступним важливим елементом є відеореєстратор, бо нього підключаються камери і там по суті є сховище відеорахіву. Слід зауважити, що ці пристрої мають бути встановлені в котеджах окремо в кожному, і для загальної системи відеоспостереження на території житлового комплексу «Модікон». Вимоги до даного класу пристроїв такі:

- кількість камер 5/52;
- підключення до мережі 100 Base-TX;
- кодек H.264;
- частота кадрів 25 к/с.

В табл. 3.7 проведемо порівняння варіантів обладнання відеореєстрації, що можна використати для забезпечення потреб мережі.

Таблиця 3.7 - Технічні характеристики відеореєстраторів

Характеристика	AK-9828V	ECO 1080	DVR E4083
Тип компресії	H.264	H.264	H.264
Розподіл	800*600, 1024*768, 1280*1024, 1440*900	720*576, 720*288, 360*288	360*240
Жорсткий диск	2x4T6, SATA	2x2T6, SATA	1x1T6, SATA
Мережний інтерфейс	RJ-45(10/100M)	RJ-45(10/100M)	RJ-45(10/100M)
Мережні функції	TCP/IP, PPPoE, DHCP, DDNS, NTP, UPNP, Email, FTP, перегляд в режим онлайн та перегляд архівів	TCP/IP, PPPoE, DHCP, DDNS, NTP, UPNP, Email, FTP, перегляд в режим онлайн та перегляд архівів	TCP/IP, PPPoE, DHCP, DDNS, NTP, UPNP, Email, FTP, перегляд в режим онлайн та перегляд архівів
Загальна кадрова швидкість у системі	200 к/с	200 к/с	200 к/с

AK-9828V був обраний за співвідношенням ціни та якості. Даний пристрій може випускатись у конфігурації 8 або 32 канали. Відповідно 8-канальний буде застосовано для котеджів, а 32-канальний цифровий відеореєстратор AK-9832C

(2 одиниці) використовується для зберігання та віддаленого відображення відеоконтенту інфраструктури житлового комплексу. Обладнання має такі ж характеристики, як і АК-9828V, але відрізняється тим, що загальна кількість кадрів в системі становить 800 і є чотири інтерфейси SATA.

Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS використовується для підключення відеокамер в інфраструктурному обладнанні. Саме цей пристрій, FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, використовується в мережах, може займати 1U в 19-дюймовій стійці або монтуватися на стіну. Пристрій має 24 порти Ethernet 10/100BaseT PoE, 24 аналогові 2-провідні порти голосового зв'язку (роз'єм RJ-21) і підтримує VoIP за протоколом SIP (роз'єм Telco-50). Пристрій оснащений комутатором 2-го рівня, який підтримує 1024 MAC-адреси і 512 VLAN.

3.3 Обладнання та реалізація СКС

Структурована кабельна система житлового комплексу включає в себе наступні елементи:

- волоконно-оптичні кабелі;
- монтажні коробки для оптоволоконних кабелів;
- кабелі на основі витії пари;
- патч-корди та патч-панелі для витії пари;
- шафи для телекомунікаційного обладнання.

У відповідності до чинних вимог щодо структурованої кабельної системи, для побудови мережі має використовуватися продукція одного вендора. На телекомунікаційному ринку України представлена продукція компаній Ok-Net, AMP, Molex, R&M, NetConnect, QTECH та багато інших. Всі ці виробники у своєму асортименті мають всі перелічені вище необхідні компоненти, але є відмінність, і вона полягає у наявній ціновій політиці та можливості залучення до монтажних робіт сертифікованого системного інтегратора, який зможе надати відповідну сертифікацію та гарантію на СКС. Якщо вивчати досвід успішних

інтеграцій, а також звернути увагу на співвідношення ціна/якість, то продукція Molex є найкращою. Взагалі, компанія позиціонується як виробник СКС вище середнього рівня.

Для основних ліній зв'язку буде використано оптоволокну Neomax Optix LX, з технічними характеристиками, що відповідають специфікації ANSI/TIA/EIA-568-A-5.

Для встановлення розгалужувачів та з'єднувачів беремо кросові коробки Forsite ODB. Також потрібен з'єднувальний кабель MLX FO:SCFCu50-2.5 - дуплексний кабель SC-SC/UPC, 2,5 м довжиною.

Виту пару обираємо MLX.39-504-5E-305, і вона в котеджах буде розключена на комутаційній панелі MLX.U:24-110-1 з використанням MLX.:U:1-RJ45-C5. Для з'єднувального кабелю – патч-кордів, застосуємо кабель MLX.TP:PU:A-MCU 80005.

Активне обладнання в центральній серверній буде встановлено в MLX.RAA-00127 - підлогова шафа Molex 42U, 800x1000 мм MODBOX III, а в котеджі буде використовуватися MLX.00074-RAA - настінна шафа MODBOX II 6U.

Як вже зазначали трохи раніше, проектувана мережа включає повномасштабну підсистему СКС – горизонтальну, вертикальну та магістральну. Підсистема СКС в межах житлового комплексу буде представлена на двох рівнях:

- місцева, тобто магістральна підсистема кампусу;
- підсистема котеджного будиночка.

Підсистема кампусу містить у своєму складі серверну кімнату, ядро мережі та магістральну оптоволоконну підсистему. Топологія з'єднань та схема підсистеми кампусу відповідає топології мережі та структурній схемі, показаній у Додатку Б, рис. Б.1. Кроси Forsite ODB встановлюються на перетинах ліній зв'язку і оснащуються розгалужувачами FG-GPON-Splitter 1x2 або FG-GPON-Splitter 1x4; схема підключення кросів з розгалужувачами 1x2 і 1x4 наведена на рисунку 3.1, де показана схема підключення кросу з розгалужувачами 1x2 і 1x4.

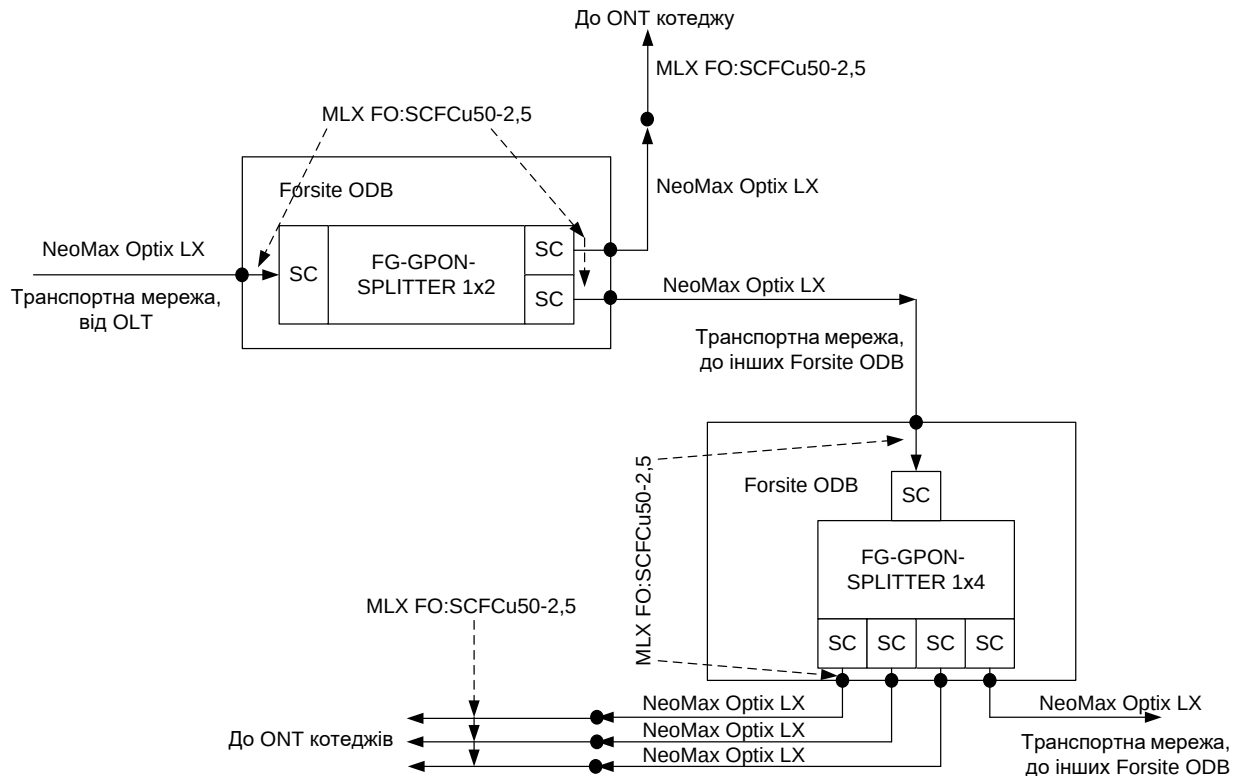


Рисунок 3.1 – Схема розключення Forsite ODB

Згідно з наведеною вище схемою, розгалужувач 1x2 призначений для приєднання до мережі одного будинку, а розгалужувач 1x4 - для підключення за трьома напрямками. На вході Forsite ODB перехід від кабелю NeoMax Optix LX до комутаційного кабелю MLX FO: SCFCu50-2.5 виконаний за допомогою зварювання. На виході з Forsite ODB перехід від комутаційного кабелю MLX FO:SCFCu50-2.5 до кабелю NeoMax Optix LX також виконується за допомогою зварюванням.

Активне обладнання ядра мережі розміщено в комунікаційній шафі MLX.RAA-00127. Схема розміщення обладнання показана на рис. 3.2.

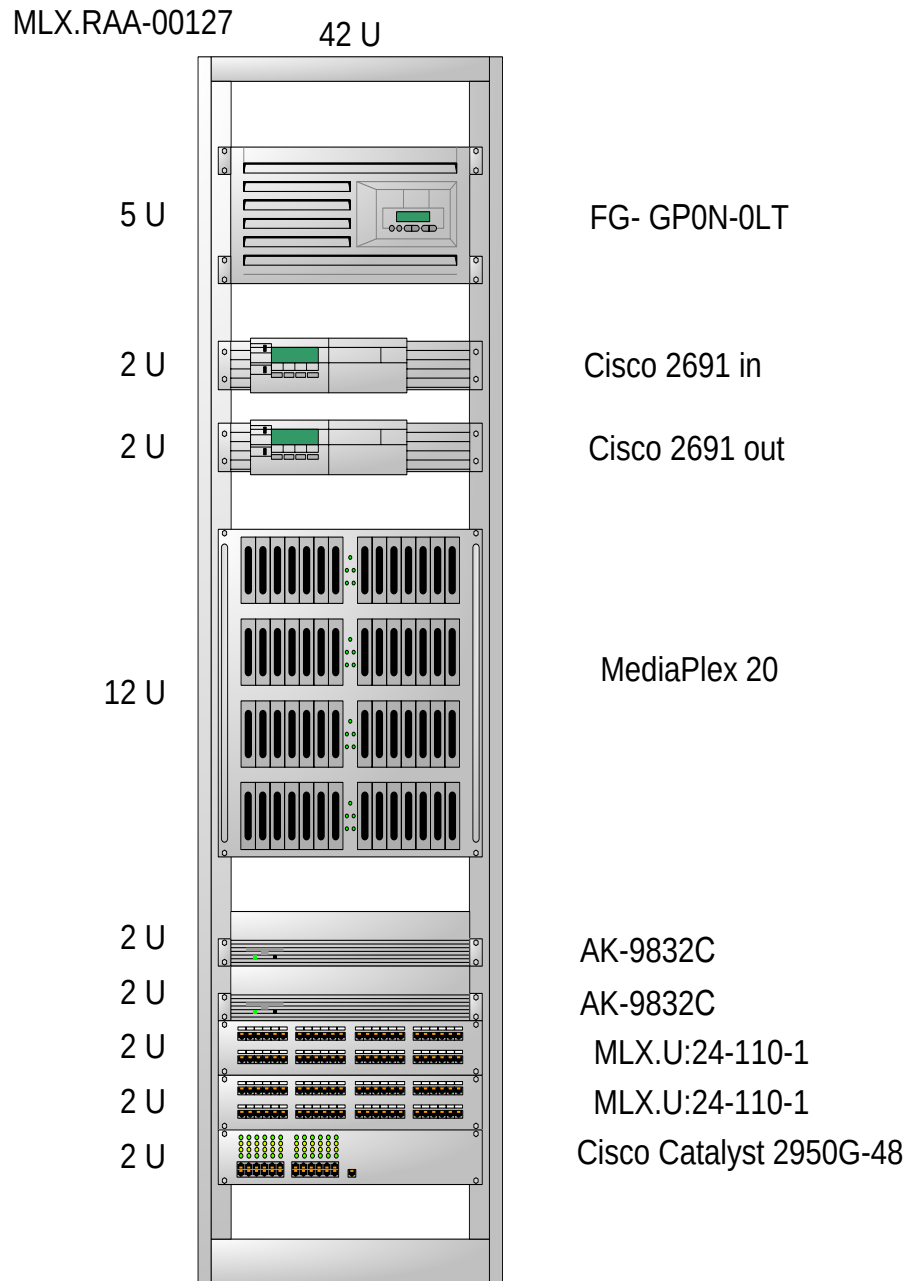


Рисунок 3.2 – Схема розміщення устаткування в шафі MLX.RAA-00127

Для того щоб процес комутації шнурів устаткування, що розміщено в центральній шафі MLX.RAA-00127 був максимально комфортний розроблено кабельний журнал (табл. 3.8)

Таблиця 3.8 – Кабельний журнал шафи MLX.RAA-00127

Пристрій	Порт	Патч-корд №	Напрямок	Тип патч-корду/кабелю
FG- GPON-OLT	OLT-LINE-CARD №1	1	Транспортна мережа GPON	NeoMax Optix LX
	OLT-SWITCH-CARD 1SC GE	2	Маршрутизатор Cisco 2691 in	MLX FO:SCFCu50-2,5
	OLT-SWITCH-CARD 2SC GE	3	Маршрутизатор Cisco 2691 in	MLX FO:SCFCu50-2,5
Cisco 2691 in	GE 1 SC	2	Плата комутації OLT-SWITCH-CARD 1SC GE	MLX FO:SCFCu50-2,5
	GE 2 SC	3	Плата комутації OLT-SWITCH-CARD 2SC GE	MLX FO:SCFCu50-2,5
	GE 3 SC	4	Маршрутизатор Cisco 2691 out	MLX FO:SCFCu50-2,5
	GE 4 SC	5	IPTV та VoD сервер	MLX FO:SCFCu50-2,5
	GE 5 SC	6	Комутатор Cisco Catalyst 2950G-48	MLX FO:SCFCu50-2,5
	E1 1	7	Зовнішнє підключення до ТМЗК	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	E1 2	8	Зовнішнє підключення до ТМЗК	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	E1 3	9	Зовнішнє підключення до ТМЗК	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
Cisco 2691 out	GE 1 SC	4	Маршрутизатор Cisco 2691 in	MLX FO:SCFCu50-2,5
	GE 2 SC	10	Зовнішній канал Інтернет	MLX FO:SCFCu50-2,5
MediaPlex 20	GE 1 SC	5	Маршрутизатор Cisco 2691 in	MLX FO:SCFCu50-2,5
AK-9832C №1	FE 1	11	Комутатор Cisco Catalyst 2950G-48	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
AK-9832C №2	FE 1	12	Комутатор Cisco Catalyst 2950G-48	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
Cisco Catalyst 2950G-48	FE 1	11	Сервер системи відеоспотереження AK-9832C №1	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	FE 2	12	Сервер системи відеоспотереження AK-9832C №2	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	FE 3-FE 48	13-58	Порти 1-24 ПП MLX.U:24-110-1 №1 та 1-22 ПП MLX.U:24-110-1 №2	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	GE 1 SC	6	Cisco 2691 in	MLX FO:SCFCu50-2,5
MLX.U:24-110-1 №1	RJ-45 1- RJ-45 24	13-36	Порти FE 3-26 комутатора Cisco Catalyst 2950G-48	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1 №2	RJ-45 1- RJ-45 22	37-58	Порти FE 27-48 комутатора Cisco Catalyst 2950G-48	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1 №1	зворотній бік 1-24 UTP	59-82	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспотереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305
MLX.U:24-110-1 №2	зворотній бік 1-22 UTP	83-104	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспотереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305

Схема СКС приватних будинків вказана на рис. Б.2-Б.6, що представлені у додатку Б. Вузли зв'язку та відповідно комутаційні шафи у всіх типах котеджних будинків розташовані на першому поверсі. Кабельна розводка системи СКС здійснюється мідним кабелем MLX.39-504-5E-305, який термінується на комутаційній панелі MLX.U:24-110-1 з одного боку та комунікаційними розетками MLX.U:1-RJ45-C5. Кабель прокладається горизонтально під стелею, і від стелі вертикально до підлоги, де вже і підключається до розетки на висоті 300 мм над підлогою. Між поверхами кабель прокладається у вертикальних інженерних каналах.

Комунікаційна шафа MLX.00074-RAA встановлюється на першому поверсі будівлі, як описано вище, і структура розташування обладнання всередині шафи однакова в кожній будівлі, бо це пов'язано з однаковим набором активних і пасивних пристроїв. Типове розташування обладнання в MLX.00074-RAA показано на рис. 3.3.

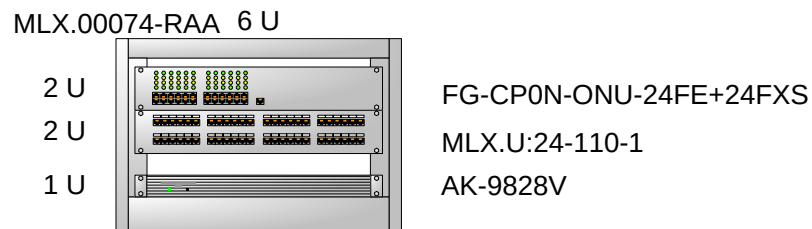


Рисунок 3.3 – Схема розміщення устаткування в шафі MLX.00074-RAA

Організація та розміщення обладнання в телекомунікаційній навісній шафі MLX.00074-RAA нескладне, проте для кожного типу такої шафи необхідно створити кабельний журнал. У таблицях 3.9 - 3.13 наведено кабельні журнали для кожного типу котеджу.

Таблиця 3.9 – Кабельний журнал котеджу «Арія»

Пристрій	Порт	№ ПК	Напрямок	Тип патч-корду/кабелю
FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS	1 SC	1	Транспортна мережа FG-GPON- SPLITTER	MLX FO:SCFCu50-2,5
	1 FE	2	Відеореєстратор АК-9828V	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	2 FE-18 FE	3-19	Порти 1-17 ПП MLX.U:24-110-1	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
АК-9828V	1 FE	2	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порт 1 FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	1 RJ-45-17 RJ-45	3-19	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порти 2FE-18FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	зворотній бік 1-5 UTP	20-24	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспотереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 6-9 UTP	25-28	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№1.1-1.4 на першому поверху	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 10-17 UTP	29-36	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№2.1-2.8 на другому поверху	MLX.39-504-5E-305

Таблиця 3.10 – Кабельний журнал котеджу «Віктор»

Пристрій	Порт	№ ПК	Напрямок	Тип патч-корду/кабелю
FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS	1 SC	1	Транспортна мережа FG-GPON- SPLITTER	MLX FO:SCFCu50-2,5
	1 FE	2	Відеореєстратор АК-9828V	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	2 FE-20 FE	3-21	Порти 1-19 ПП MLX.U:24-110-1	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
АК-9828V	1 FE	2	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порт 1 FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	1 RJ-45-19 RJ-45	3-21	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порти 2FE-20FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	зворотній бік 1-5 UTP	21-26	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспотереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 6-11 UTP	27-32	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№1.1-1.6 на першому поверху	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 12-19 UTP	33-39	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№2.1-2.7 на другому поверху	MLX.39-504-5E-305

Таблиця 3.11 – Кабельний журнал котеджу «Орхідея»

Пристрій	Порт	№ ПК	Напрямок	Тип патч-корду/кабелю
FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS	1 SC	1	Транспортна мережа FG-GPON- SPLITTER	MLX FO:SCFCu50-2,5
	1 FE	2	Відеореєстратор АК-9828V	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	2 FE-18 FE	3-19	Порти 1-17 ПП MLX.U:24-110-1	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
АК-9828V	1 FE	2	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порт 1 FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	1 RJ-45-17 RJ-45	3-19	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порти 2FE-18FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	зворотній бік 1-5 UTP	20-24	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспотереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 6-9 UTP	25-28	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№1.1-1.4 на першому поверху	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 10-17 UTP	29-36	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№2.1-2.8 на другому поверху	MLX.39-504-5E-305

Таблиця 3.12 – Кабельний журнал котеджу «Секвоя»

Пристрій	Порт	№ ПК	Напрямок	Тип патч-корду/кабелю
FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS	1 SC	1	Транспортна мережа FG-GPON- SPLITTER	MLX FO:SCFCu50-2,5
	1 FE	2	Відеореєстратор АК-9828V	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	2 FE-20 FE	3-21	Порти 1-19 ПП MLX.U:24-110-1	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
АК-9828V	1 FE	2	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порт 1 FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	1 RJ-45-19 RJ-45	3-21	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порти 2FE-20FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	зворотній бік 1-5 UTP	21-26	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспотереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 6-11 UTP	27-32	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№1.1-1.6 на першому поверху	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 12-19 UTP	33-39	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№2.1-2.7 на другому поверху	MLX.39-504-5E-305

Таблиця 3.13 – Кабельний журнал котеджу «Степний Орел»

Пристрій	Порт	№ ПК	Напрямок	Тип патч-корду/кабелю
FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS	1 SC	1	Транспортна мережа FG-GPON- SPLITTER	MLX FO:SCFCu50-2,5
	1 FE	2	Відеореєстратор АК-9828V	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
	2 FE-23 FE	3-24	Порти 1-22 ПП MLX.U:24-110-1	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
АК-9828V	1 FE	2	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порт 1 FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	1 RJ-45-22 RJ-45	3-24	Комутатор FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS, порти 2FE-23FE	MLX.TP:PU:A-MCU 80005
MLX.U:24-110-1	зворотній бік 1-5 UTP	25-29	Кабель, що йде до відеокамер системи відеоспостереження DG842MF-SIR - Netvision	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 6-12 UTP	30-36	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№1.1-1.7 на першому поверху	MLX.39-504-5E-305
	зворотній бік 13-22 UTP	37-46	Кабель, що йде до розеток MLX.:U:1-RJ45-C5 №№2.1-2.10 на другому поверху	MLX.39-504-5E-305

Як бачимо, всі компоненти були використані при реалізації мережі. У таблиці Г.1 Додатку Г наведені характеристики повна специфікація обраного обладнання для мережі житлового комплексу «Модікон».

Щодо особливих вимог по монтажу СКС та телекомунікаційного обладнання, варто зазначити, що комунікаційна шафа може бути розміщена в приміщенні, де температура коливається від 18 до 22 градусів нижче нуля, а відносна вологість - від 50 до 85%. Ці параметри мікроклімату повинні бути постійними незалежно від пори року.

Висновки за розділом 3

У третьому розділі кваліфікаційної випускної роботи було визначено моделі та марки обладнання, необхідного для реалізації мережі, та розроблено повну специфікацію. Було розроблено схему кабельної інфраструктури СКС для житлового комплексу та кожного котеджу, схему розміщення обладнання в

телекомунікаційних шафах та реєстр кабелів для кожної шафи в кожному котеджі. Всі ці матеріали наведені як в тексті роботи так і у відповідних додатках.

Щодо вибраного обладнання, то для реалізації мережі необхідний ось саме такий перелік:

- шасі OLT-комутатора – FG- GP0N-0LT;
- плата комутації – OLT-SWITCH- CARD;
- плата керування – FG-GP0N-0LT-C0NTR0L-CARD;
- лінійна плата – OLT-LINE- CARD;
- ONT абонентський термінал - FG-CP0N-ONU-24FE+24FXS;
- оптичний сплітер 1x2 та 1x4 – FG-GPON- SPLITTER 1x2, FG-GPON-SPLITTER 1x4;
- маршрутизатор ядра – Cisco 2691;
- плата E1 для маршрутизатора – VWIC3-1MFT-T1 / E1;
- оптичний модуль – SFP-GE-L;
- IP-телефони – Cisco SB SPA502G, Cisco SB SPA301G2;
- IPTV/VoD сервер – MediaPlex 20;
- IP-відеокамера – DG842MF-SIR – Netvision;
- цифрові відеореєстратори – AK-9832C, AK-9828V;
- кабель оптичний – NeoMax Optix LX;
- крос бокс – Forsite ODB;
- оптичний патч-корд – MLX FO:SCFCu50-2,5;
- кабель кручена пара – MLX.39-504-5E-305;
- патч-паєнль мідна – MLX.U:24-110-1;
- термінальна розетка – MLX.:U:1-RJ45-C5;
- патч-корд мідний – MLX.TP:PU:A-MCU 80005;
- шафи телекомунікаційні на 42 та 6 юнітів – MLX.RAA-00127, MLX.00074-RAA.

4 IP-ПРОЕКТУВАННЯ

4.1 Розподіл адресного простору та логічна конфігурація мережі

Проектована мережа житлового комплексу «Модікон» є багаторівневою. Вона побудована на базі класичної трирівневої ієрархічної моделі що містить рівень ядра, розподілу та доступу. Рівень ядра складається з двох маршрутизаторів, до яких підключаються зовнішні канали, серверні пристрої IP-телефонії, VoD та IPTV. Оскільки програмна конфігурація CME в Cisco IOS для модельного середовища може бути реалізована не повністю, може бути використаний окремий сервер IP-телефонії. Рівень розподілу базується на централізованому комутаторі (GPON ONT), а рівень доступу - на комутаторі GPON OLT. Користувацьке обладнання включає ПК, IP-телефони, телевізори та IP-відеокамери для систем відеоспостереження. Абоненти розподілені за технологією віртуальних локальних мереж – VLAN. У табл. 4.1 наведено розподіл IP-адрес.

Таблиця 4.1 - Розподіл адресного простору

Назва пристроїв	Кількість	Мережа	Маска
Робочі станції	118	10.0.0.0	24
IP-телевізори	240	10.0.1.0	24
IP-телефони	392	10.0.2.0	23
IP-камери та сервера відеоспостереження VNS	310	10.0.4.0	23

IP-адреси між користувачами і весь адресний простір в мережі розподілятиметься автоматично за допомогою служби динамічного розподілу адрес – DHCP. Слід зазначити, що для кожної групи обладнання виділяється окремий VLAN, і відповідно окремий DHCP-пул.

У табл. 4.2 показано розподіл адресного простору між фізичними та логічними портами активного мережевого обладнання.

Таблиця 4.2 - Розподіл IP-адрес між інтерфейсами

Пристрій	Порт	IP-адрес	Маска
Router0	Fa0/0	10.10.10.2	255.255.255.252
	Fa0/1	5.5.5.1	255.255.255.0
Router1	Fa0/0	10.10.10.1	255.255.255.252
	VLAN101	10.0.0.1	255.255.255.0
	VLAN102	10.0.2.1	255.255.254.0
	VLAN103	10.0.1.1	255.255.255.0
	VLAN201	10.0.4.1	255.255.254.0
PBX	Fa0/0	10.0.2.2	255.255.254.0
IPTV	Fa0/0	10.0.1.2	255.255.255.0
VoD	Fa0/0	10.0.1.3	255.255.255.0
VNS 1-VNS 53	Fa0/0	10.0.4.2-4.54	255.255.254.0

На рис. Д.1 у Додатку Д показано спрощену схему розподілу IP-адресного простору серед кінцевих термінальних пристроїв та каналотворюючого устаткування.

4.2 Моделювання роботи мережі

Для моделювання роботи IP-сегменту мереж житлового комплексу «Модікон» будемо використовувати пропрієтарне середовище моделювання від компанії Cisco – програмний пакет Packet Tracer версії 8.2. Схему імітаційної моделі мережі показано на рис. 4.1. Нажаль, ця схема не є повною, що пов'язано з необхідністю показати стабільність роботи мережі, а при збільшенні її розмірів в модельному середовищі може банально не вистачити ресурсів персонального комп'ютера для якісної і надійної роботи. Наведена модель є цілком достатньою для того, щоб показати необхідну конфігурацію, перевірити коректність і в подальшому масштабувати налаштування на реальне обладнання реальної мережі.

Модель частини мережі представлена центральним вузлом, розподільчим вузлом та двома вузлами доступу.

Основні елементи моделі такі:

- прикордонний маршрутизатор Router0;
- головний маршрутизатор Router1 з комутатором на борту для приєднання рівня розподілу і серверів;
- розподільчий комутатор Switch0;
- комутатори доступу Switch1 та Switch3;
- відеокамери системи відеоспостереження представлені у вигляді PC1, PC3, PC5, PC7;
- персональні абонентські комп'ютери - PC0, PC2, PC4, PC6
- IP-телефони - IPphone0-IPphone3
- IPTV представлені у вигляді ноутбуків Laptop0-Laptop3 для полегшення процесу налаштування;
- мережеві сервери та комплекти серверів для систем відеоспостереження.

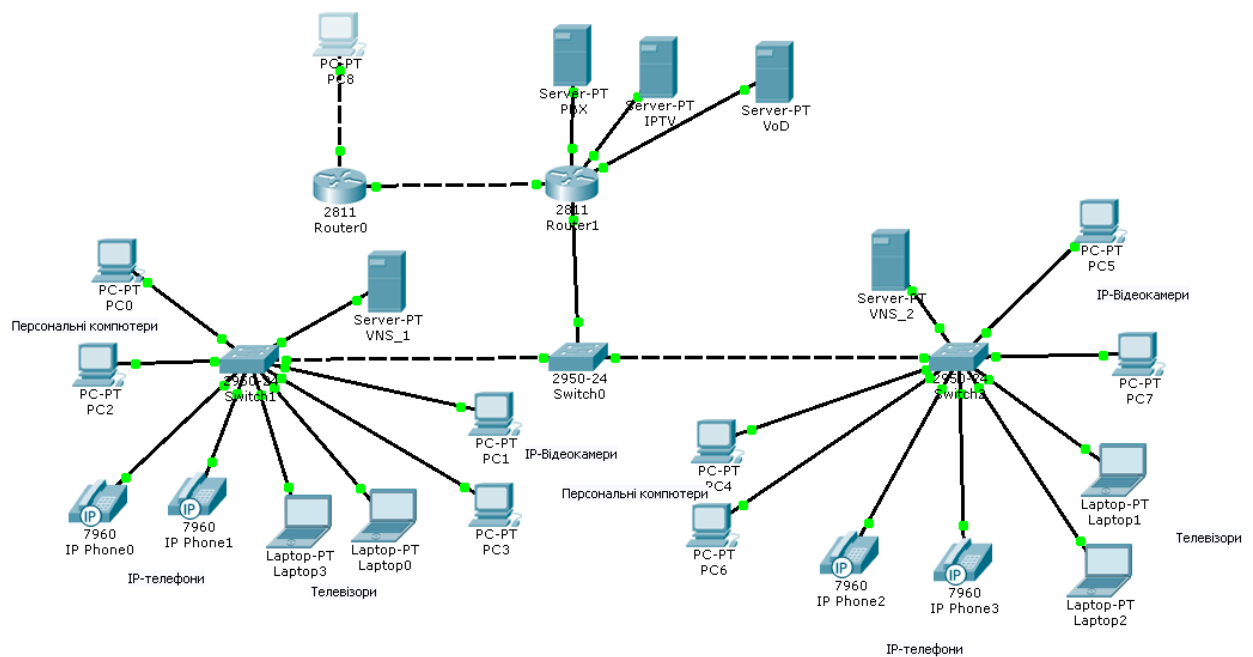


Рисунок 4.1 – Модель мережі

Для цієї моделі потрібно будемо налаштовувати такі:

- список доступу до роутера – ACL;

- служба NAT для забезпечення доступу до Інтернету на маршрутизаторі;
- служба DHCP;
- VLAN для різних груп користувачів.

Налаштовувати системи почнімо з самого нижнього рівня - комутатора доступу. На комутаторі доступу потрібно створити VLAN для групи активних пристроїв і перевести порт UpLink в стан trunk. Приклад конфігурації для комутатора Switch1 наведено нижче:

```
//входимо в режим конфігурування
Switch1>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
//створюємо віртуальну під мережу для робочих станцій
Switch1(config)#vlan 101
Switch1(config-vlan)#name PC
Switch1(config-vlan)#exit
//створюємо віртуальну під мережу для IP-телефонів
Switch1(config)#vlan 102
Switch1(config-vlan)#name TEL
Switch1(config-vlan)#exit
//створюємо віртуальну підмережу для IP-телевізорів
Switch1(config)#vlan 103
Switch1(config-vlan)#name TV
Switch1(config-vlan)#exit
//створюємо віртуальну підмережу для системи відеоспостереження котеджу
Switch1(config)#vlan 201
Switch1(config-vlan)#name VN
Switch1(config-vlan)#exit
//конфігуруємо інтерфейс в режимі trunk
Switch1(config)#interface FastEthernet0/1
Switch1(config-if)#switchport mode trunk
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to up
Switch1(config-if)#exit
//призначаємо фізичні інтерфейси до віртуальних підмереж
Switch1(config)#interface FastEthernet0/3
Switch1(config-if)#switchport access vlan 101
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/4
Switch1(config-if)#switchport access vlan 101
Switch1(config-if)#exit
```

```

Switch1(config)#interface FastEthernet0/5
Switch1(config-if)#switchport access vlan 102
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/6
Switch1(config-if)#switchport access vlan 102
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/7
Switch1(config-if)#switchport access vlan 103
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/8
Switch1(config-if)#switchport access vlan 103
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/2
Switch1(config-if)#switchport access vlan 201
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/9
Switch1(config-if)#switchport access vlan 201
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/10
Switch1(config-if)#switchport access vlan 201
Switch1(config-if)#ex
Switch1(config)#

```

Такі ж налаштування виконується для комутатора доступу Switch3.

Далі варто налаштувати комутатор розподілу Switch0. На цьому пристрої потрібно створити всі анонсовані віртуальні підмережі VLAN, а також перевести порти, спрямовані до ядра і комутаторів доступ в стан trunk:

```

Switch0#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch0(config)#vlan 101
Switch0(config-vlan)#name PC
Switch0(config-vlan)#exit
Switch0(config)#vlan 102
Switch0(config-vlan)#name TEL
Switch0(config-vlan)#exit
Switch0(config)#vlan 201
Switch0(config-vlan)#name VN
Switch0(config-vlan)#exit
Switch0(config)#interface FastEthernet0/1
Switch0(config-if)#switchport mode trunk
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to up
Switch0(config-if)#exit

```

```
Switch0(config-if)#exit
Switch0(config)#interface FastEthernet0/2
Switch0(config-if)#switchport mode trunk
Switch0(config-if)#exit
Switch0(config)#interface FastEthernet0/3
Switch0(config-if)#switchport mode trunk
```

Після налаштування розподільчого комутатора необхідно встановити відповідні параметри для Router1. Так само як і в попередньому випадку, на роутері оголошуються ті самі віртуальні мережі VLAN, налаштовуються серверна служба динамічного розподілу адрес DHCP, списки доступу ACL та службу трансляції мережних адрес NAT для реалізації можливості виходу до мережі Інтернет та зовнішніх підключень авторизованих користувачів до внутрішньомережних сервісів на відповідних серверах.

Почнімо налаштування з віртуальних мереж та режиму роботи портів:

```
Router1#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.
Router1(vlan)#vlan 101 name PC
VLAN 101 modified:
    Name: PC
Router1(vlan)#vlan 102 name TEL
VLAN 102 modified:
    Name: TEL
Router1(vlan)#vlan 103 name TV
VLAN 103 modified:
    Name: TV
Router1(vlan)#vlan 201 name VN
VLAN 201 modified:
    Name: VN
Router1(vlan)#
Router1(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting...
Router1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router1(config)#interface FastEthernet0/3/3
Router1(config-if)#switchport mode trunk
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3/3,
changed state to down
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/3/3,
changed state to up
```

```

Router1(config-if)#exit
Router1(config)#interface FastEthernet0/3/0
Router1(config-if)#switchport access vlan 102
Router1(config-if)#exit
Router1(config)#interface FastEthernet0/3/1
Router1(config-if)#switchport access vlan 103
Router1(config-if)#exit
Router1(config)#interface FastEthernet0/3/2
Router1(config-if)#switchport access vlan 103

```

Проведемо налаштування інтерфейсу в сторону Router0:

```

Router1(config)#interface FastEthernet0/0
Router1(config-if)#no shutdown
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed
state to up
Router1(config-if)#ip address 10.10.10.1 255.255.255.252

```

Створимо віртуальні інтерфейси на маршрутизаторі та надамо IP-адреси відповідно до VLAN:

```

Router1(config-if)#int vlan 101
Router1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan101, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan101, changed state
to up
Router1(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#int vlan 102
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan102, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan102, changed state
to up
Router1(config-if)#ip address 10.0.1.1 255.255.255.0
Router1(config-if)#int vlan 103
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan103, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan103, changed state
to up
Router1(config-if)#ip address 10.0.2.1 255.255.254.0
Router1(config-if)#int vlan 201
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan201, changed state to up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan201, changed state
to up
Router1(config-if)#ip address 10.0.4.1 255.255.254.0

```

У суворій відповідності до схеми розподілу IP-адрес налаштуємо службу DHCP з необхідними виключеннями зарезервованих адрес з загального пулу для кожного VLAN.

```

Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.0.1 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.1.1 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.1.2 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.1.3 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.2.1 255.255.254.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.2.2 255.255.254.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.4.1 255.255.254.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.4.2 255.255.254.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.4.3 255.255.254.0
Router1(config)#ip dhcp pool 101
Router1(dhcp-config)#network 10.0.0.0 255.255.255.0
Router1(dhcp-config)#default-router 10.0.0.1
Router1(dhcp-config)#ip dhcp pool 102
Router1(dhcp-config)#network 10.0.1.0 255.255.255.0
Router1(dhcp-config)#default-router 10.0.1.1
Router1(dhcp-config)#ip dhcp pool 103
Router1(dhcp-config)#network 10.0.2.0 255.255.254.0
Router1(dhcp-config)#default-router 10.0.2.1
Router1(dhcp-config)#ip dhcp pool 201
Router1(dhcp-config)#network 10.0.4.0 255.255.254.0
Router1(dhcp-config)#default-router 10.0.4.1
Router1(dhcp-config)#ex

```

Передостаннім кроком у налаштуванні є створення списку доступу, який буде регламентувати можливість користування тими чи іншими сервісами. Вимоги до ACL викладені у табл. 4.3.

Таблиця 4.3 –Списки доступу

Послуга	VLAN101	VLAN102	VLAN103	VLAN201
Інтернет	+	-	-	-
ІР-телефонія	-	+	-	-
Відео за запитом та ІР-телебачення	-	-	+	-
Відеоспостереження	+	-	-	+

Налаштування ACL будуть виглядати наступним чином:

```

Router1(config)#ip access-list standard 1
Router1(config-std-nacl)#deny 10.0.2.0 0.0.1.255
Router1(config-std-nacl)#deny 10.0.1.0 0.0.0.255
Router1(config-std-nacl)#deny 10.0.4.0 0.0.1.255
Router1(config-std-nacl)#permit any
Router1(config-std-nacl)#ex
Router1(config)#int fa0/0
Router1(config-if)#ip access-group 1 out

```


Для доступу до Інтернет і фільтрації зовнішнього трафіку, список доступу маршрутизатора до мережевого сервера також встановлюється і для інтерфейсів VLAN. Заключним кроком є налаштування NAT, де також необхідно вказати внутрішні та зовнішні діапазони трансляції, і видати відповідні дозволи на з використанням ACL:

```
DMZ(config)#int f0/1
DMZ(config-if)#ip nat outside
DMZ(config-if)#int f0/0
DMZ(config-if)#ip nat inside
DMZ(config)#ip nat inside source static 10.0.0.0 5.5.5.0
```

Перевірку налаштувань виконано за допомогою команд ping та traceroute.

Висновки за розділом 4

У заключному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено імітаційну модель сегменту мережі житлового комплексу компанії «Модікон», що проектується. Був виконаний такий перелік налаштувань:

- списки доступу ACL;
- динамічна служба NAT для доступу до мережі Інтернет;
- служба статичного NAT для доступу до відеосерверів із зовнішніх мереж;
- динамічний розподіл адресного простору, DHCP;
- віртуальні підмережі для груп користувацького обладнання, VLAN.

Розроблений план розподілу адресного простору і визначені основні групи користувачів, а також права та правила обміну трафіком виходячи з раніше розробленої моделі інформаційної взаємодії. Перевірка проведених налаштувань відбувалась за допомогою команди ping та traceroute. Отримані результати свідчать про коректність прийнятих рішень, стійкість і можливість

масштабування налаштувань на мережу реального розміру. Конфігурація була виконана відповідно до розробленого адресного простору та призначень VLAN.

ВИСНОВКИ

Об'єктом проектування в випускній кваліфікаційній роботі є комплексна телекомунікаційна мультисервісна мережа житлового комплексу «Модікон».

Актуальність роботи лежить в галузі підвищення рівня комфорту в житловому комплексі, бо завдячуючі реалізованій мережі співробітники, орендарі та жителі матимуть змогу користуватись послугами широкосмугового доступу до мережі Інтернет, IP-телебачення, відеоспостереження та внутрішнього стаціонарного телефонного зв'язку.

Мета випускної кваліфікаційної роботи – надання високоякісних інфокомунікаційних послуг в житловому комплексі «Модікон» за рахунок створеної телекомунікаційної інфраструктури.

В першому розділі проведено аналіз об'єкту та предмету проектування у відповідності до поставленої мети та задач. Кількість котеджів в комплексі – 53, і ще певна кількість інфраструктурних об'єктів. Сумарна кількість портів мережі для підключення устаткування – 1178. Всі порти були розподілені на кілька груп, яким надаються відповідні послуги. Спираючись на розподіл і характеристик послуг був розрахований трафік мережі:

- загальна величина навантаження на мережу – 2260,64 Мбіт/с;
- зовнішній канал Інтернет – 597,56 Мбіт/с;
- максимальне навантаження на мережу 1 котеджу – 46,11 Мбіт/с.
- IPTV+VoD – становить 1144,28 Мбіт/с;
- загальна кількість каналів до ТМЗК – 71 (3 потоки ISDN PRI).

Проведені розрахунку та отримані результати необхідні для подальшого вибору технологій побудови мережі та обладнання.

У другому розділі кваліфікаційної роботи описано основні архітектурні рішення, технології та протоколи побудови мережі. Фізична топологія мережевих з'єднань - дерево, а технологія, що використовується транспортного сегменту GPON FTTH, що має логічну топологію "зірка". Локальна мережа котеджу побудована за технологією 100Base-TX зі швидкістю 100 Мбіт/с. Ядро

реалізовано за допомогою маршрутизаторів, містить серверне обладнання для надання послуг в мережі. З'єднання на рівні ядра побудовані зіркою, технологія 1000 Base-LX, а з'єднання між OLT і маршрутизаторами здійснюється за протоколом 802.3ad з використанням агрегації трьох портів 1000 Base-LX. Протоколи управління TCP/IP використовуються для регулювання взаємодії між елементами мережевої структури: TCP/IP, DHCP, OSPF, FTP, HTTP, POP, SMTP, 802.3q, 802.3ad, H.264, SIP, RTP, RTSP, RTCP, IGMP.

На основі обраних протоколів, технологій та топологічних рішень були створені структурно-функціональні схеми мережі.

У третьому розділі кваліфікаційної випускної роботи було визначено моделі та марки обладнання, необхідного для реалізації мережі, та розроблено повну специфікацію. Було розроблено схему кабельної інфраструктури СКС для житлового комплексу та кожного котеджу, схему розміщення обладнання в телекомунікаційних шафах та реєстр кабелів для кожної шафи в кожному котеджі. Всі ці матеріали наведені як в тексті роботи так і у відповідних додатках.

У заключному розділі кваліфікаційної роботи було розроблено імітаційну модель сегменту мережі житлового комплексу компанії «Модікон», що проєктується. Були налаштовані комутатори та маршрутизатори трирівневої ієрархічної моделі, а саме проведено налаштування ACL, NAT, DHCP та VLAN.

Розроблений план розподілу адресного простору і визначені основні групи користувачів, а також права та правила обміну трафіком виходячи з раніше розробленої моделі інформаційної взаємодії. Перевірка проведених налаштувань відбувалась за допомогою команди ping та traceroute. Отримані результати свідчать про коректність прийнятих рішень, стійкість і можливість масштабування налаштувань на мережу реального розміру. Конфігурація була виконана відповідно до розробленого адресного простору та призначень VLAN.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до курсового проекту за курсом "Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж" для студентів очної форми навчання по спеціальності 7.091402 "Телекомунікаційні системи та мережі" / Укл.: доц. Дегтяренко І.В., ас. Ступак Г.В., ас. Прядко Л.О. - Донецьк: ДонНТУ, 2007.- 58 с.
2. Проектирование и расчет структурированных кабельных систем и их компонентов / А.Б.Семенов – М.,2003 – 416 с
3. Гладышевский М.А. Волоконно-оптическая связь: Экономические перспективы использования WDM-технологии // Lightwave Russian Edition. 2004 , № 2 , С. 14-19 .
4. Буров, Є. В. Телекомунікаційні мережі : підручник [Текст] / Є. В. Буров. – Львів : Магнолія, 2006, 2007. – 260 с.
5. Вишняков, В. М. Сучасні технології побудови комп'ютерних мереж : навч. посіб. [Текст] / В. М. Вишняков. – К. : КНУБА, 2004. – 128 с
6. ДСТУ Б А.2.4-40:2009. СПДБ. Телекомунікації. Проводові засоби зв'язку. Умовні графічні зображення на схемах та планах [Текст]. – [Чинний від 2010-01-01]. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 74 с.
7. . ДСТУ 3008-95. Документація у сфері науки та техніки. Структура і правила оформлення. – К.: Держстандарт України, 1995. – 38 с.
8. . Жуков, І. А. Інтернет мережі і технології : навч. посіб. для вузів [Текст] / І. А. Жуков, В. О. Гуменюк, І. Є. Альтман. – К. : НАУ, 2004. – 276 с.
9. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. [Електронний ресурс] : затв. наказом Держгірпромнагляду від 26 березня 2010 р. № 65. – Режим доступу : URL : http://www.leonorm.com/P/NL_DOC/UA/201001/Nak65.htm. – Загол. з екрану.
10. Промышленные средства связи Ethernet [Электронный ресурс] : руководство по выбору кабеля. – Режим доступа : URL : <http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/1585->

br001_ru-p.pdf – Загл. с экрана.

11. Сучасні технології побудови комп'ютерних мереж : навч. посіб. [Текст]. – К. : КНУБА, 2004. – 128 с

12. Телекомунікаційні системи та мережі [Електронний ресурс] : електрон. підруч. : в 4 т. – Х. : Компанія СМІТ, 2011. – Т. 1.

13. RIPE Network Coordination Centre [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL : <http://www.ripe.net/>. – Загл. с экрана.

14. RS3412xs - Продукты - Сетевые продукты хранения (NAS) Synology Inc.: – [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL : <http://www.synology.com/ruru/products/overview/RS3412xs> – Загл. с экрана

ДОДАТОК А – Охорона праці

А.1 Аналіз умов праці відділу технічної підтримки.

Відділ технічної підтримки розташований у будівлі. Площа приміщення відділу технічної підтримки складає 50 м². Відділ технічної підтримки – сервісна структура, яка займається вирішенням технічних питань роботи мережі, проблем користувачів мережі з комп'ютерним обладнанням (як апаратним так і програмним забезпеченням) та оргтехнікою.

До основних видів діяльності відділу належать: забезпечення безперебійної роботи мережі; налагодження та підтримка мережевого обладнання; підтримка системного програмного забезпечення; забезпечення інформаційної безпеки мережі, контроль доступу, захист від віртуальних атак; підтримка та консультування користувачів мережі з приводу правил експлуатації мережі;

Діяльність працівників відділу наряду пов'язана з роботою на комп'ютерному обладнанні (ноутбук або стаціонарний комп'ютер) та користуванням мобільними телефонами. До основних шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пов'язаних з роботою на персональному комп'ютері відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы», НПАОП 0.00–1.28-10 «Правила охорони праці при експлуатації ОМ» належать: напруга зорових органів та пов'язане з нею перевтомлення; значне навантаження на кисті рук та пальці; тривале знаходження в сидячій позі, що викликає застійні явища в організмі; випромінювання різного виду (рентгенівське, електромагнітне, інфрачервоне, статистичні поля); механічні шуми, пов'язані з роботою кулера, дискового приводу, оргтехніки; іонізація повітря; виділення в повітря робочого приміщення різних хімічних речовин (озон, триметилфосфат, біфеніли).

Мобільний телефон є також джерелом електромагнітного випромінювання, на яке організм певним чином реагує. Наукові дослідження підтверджують

негативний вплив таких пристроїв на мозок. Але вплив мобільного апарату на організм користувача і досі не є достатньо вивченим.

До психологічно шкідливих факторів, які впливають на людину при роботі з комп'ютером, можна віднести розумову напругу та нервово-емоційне перевантаження, які виникають внаслідок підвищеної концентрації уваги.

Усі ці фактори негативно впливають на здоров'я працівників відділу технічної підтримки та сприяють виникненню професійних захворювань: комп'ютерний зоровий синдром; радіохвильова хвороба; синдром висихання рогівки ока; кистьовий тунельний синдром; захворювання шкіри; захворювання кишкового тракту; серцево-судинні захворювання.

Негативними наслідками регулярного використання мобільного телефону є ослаблення пам'яті, часті головні болі, зниження уваги, напруга в барабанних перетинках, порушення сну, дратівливість та ін.

А.2 Заходи щодо поліпшення умов праці

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища на працівників відділу технічної підтримки будуть вжити заходи щодо поліпшення їх умов праці. Розміщення робочих місць з ПК у підвальних приміщеннях та на цокольних поверхах заборонено. Кімната, у якій розташоване робоче місце з ПК має природне освітлення, яке здійснюється через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північний схід. Віконні прорізи такого приміщення обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки). Також приміщення обладнане системою опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією для забезпечення оптимальних показників мікроклімату. Загальний контур заземлення будівлі виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК. Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з ПК застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий

пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. У приміщеннях, де розташовано монітори, потрібно виконувати заходи щодо боротьби зі статичним полем. Був використаний спосіб відповідно до рекомендацій, а саме підтримка відносної вологості повітря на рівні 50-60%, заземлення усіх приладів, а також використання для підлоги антистатичного ліноліму.

Площа на одне робоче місце з ПК відповідно до ГОСТ 12.2.032-78, ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» становить не менше ніж $6,0 \text{ м}^2$, а об'єм не менше ніж $20,0 \text{ м}^3$. Відстань від робочого місця з ПК до стіни з вікном становить не менше ніж 1,5 м; від інших стін – на відстані 1 м, а відстань між столами – 1,5 м.

Для зменшення шкідливого впливу негативних факторів виробничого середовища робоче місце з ПК відповідає наступним гігієнічним вимогам: екран та клавіатура розташовувані на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм; висота робочої поверхні робочого столу є 800 мм; робочий стіл має простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм, на рівні простягнутої ноги - ніж 650 мм.

Для зменшення негативного впливу мобільного апарату необхідно: скоротити до мінімуму час розмови по телефону; обирати мобільний телефон з мінімальним значенням SAR (Specific Absorbtion Rate) – одиниця виміру питомої величини поглинання випромінювання організмом людини. Максимальне значення SAR у Європі складає 2 Вт/кг .

Розташування робочих місць з ПК у відділі технічної підтримки згідно з ГОСТ зображено на рис. А.1.

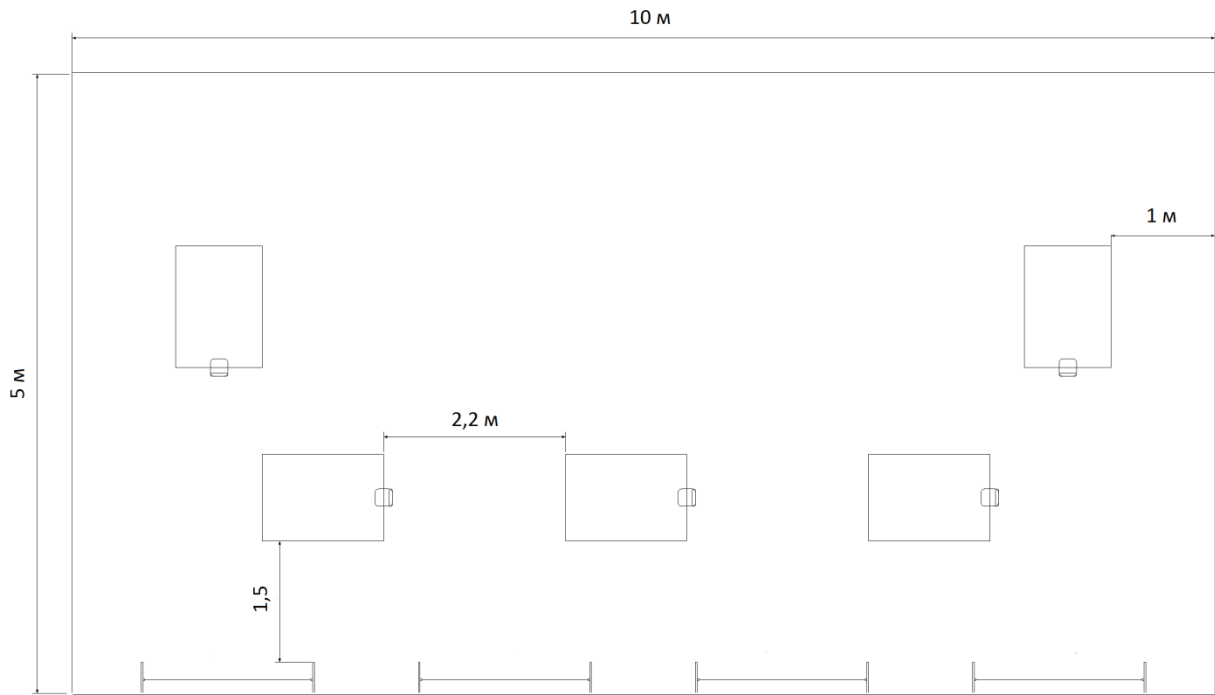


Рисунок А.1 - Облаштованість робочих місць із ПК відділу технічної підтримки

А.2.1 Мікроклімат робочого місця

У приміщенні відділу технічної підтримки є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідний умови його вентилявання.

Повітрообмін по теплу визначаємо за формулою:

$$L = \frac{Q_{над}}{c \times p(t_v - t_n)}, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (\text{А.1})$$

де $Q_{над}$ - надлишкове виділення тепла в робочому приміщенні, ккал/год.;

c - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг°C);

p - обсягова вага повітря (1,226 кг/ м³);

t_v - температура витяжного повітря (30°C);

t_n - температура приточного повітря (20°C).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за формулою:

$$Q_{над} = Q_{уст} + Q_{пер} + Q_{осв} + Q_{ср}, \quad (\text{А.2})$$

де $Q_{уст}$ - виділення тепла від устаткування;

$Q_{пер}$ - виділення тепла робітниками;

$Q_{осв}$ - надходження тепла від електричного освітлення;

$Q_{ср}$ - надходження тепла від сонячної радіації через вікна.

Визначимо виділення тепла від устаткування за формулою:

$$Q_{уст} = P \times K_a \times K_б \times 860, \quad (A.3)$$

$$\text{Де } P = (x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4), \quad (A.4)$$

Де x_1, x_2, x_3, x_4 - кількість системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно;

k_1, k_2, k_3, k_4 - їх потужність

P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

$K_б$ - коефіцієнт одночасної роботи (1,0).

$$Q_{уст} = [(x_1 \cdot k_1) + (x_2 \cdot k_2) + (x_3 \cdot k_3) + (x_4 \cdot k_4)] \cdot K_a \cdot K_б \cdot 860 \text{ ккал/год}$$

Розрахуємо:

$$Q_{уст} = ((5 \cdot 0,5) + (5 \cdot 0,1) + (3 \cdot 0,6) + (1 \cdot 10)) \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 12092 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{пер} = n \times g \quad (A.5)$$

де n - кількість працюючих;

g - кількість тепла, що виділяє один працівник за годину (100 ккал/год.)

Розрахуємо:

$$Q_{пер} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення за формулою:

$$Q_{осв} = E_m \cdot g_l \cdot S, \quad (A.6)$$

де E_m - нормована освітленість, для цієї зорової роботи приймаємо рівною 400 лк;

g_1 - питоме тепловиділення на 1 м² підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп - 0,05 ккал/год.).

S - площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{осв} = 400 \cdot 0,05 \cdot 50 = 1000 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна за формулою:

$$Q_{cp} = F \cdot g_2 \cdot K_{осл}, \quad (A.7)$$

де F - площа віконних прорізів (м²).

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м² віконного прорізу (65 ккал/год.).

$K_{осл}$ - коефіцієнт ослаблення, приймаємо - 0,4.

Розрахуємо:

$$Q_{cp} = 8 \cdot 65 \cdot 0,4 = 208 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{над} = 12092 + 500 + 1000 + 208 = 13800 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = 13800 / (0,237 \cdot 1,226) \cdot (30 - 20) = 4749,42 \text{ м}^3/\text{год}$$

Існуюча в наявності система кондиціонування і вентилявання має продуктивність 5000 м³/год, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року повинна складати 21-23 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря повинна складати 22-24 градусів Цельсія, рухливість повітря 0,2 метра за секунду, вологість 40-60 %. Вище зазначені норми цілком відповідають фактичним даним приміщення відділу технічної підтримки.

А.2.2 Розрахунок заземлення загального контуру заземлення будівлі, який повинен бути виведений через розетку на кожне робоче місце з ПК.

Для захисту від пробією напруги на ПК необхідно зробити розрахунок захисного заземлення, припустиме заземлення для устаткування з напругою до 1000 В не повинне перевищувати 4 Ом.

Визначимо розрахунковий опір ґрунту за формулою:

$$R_{\text{роз}} = R_{\text{зм}} \cdot \varphi,$$

де $R_{\text{зм}}$ - опір ґрунту, $R_{\text{зм}} = 100$ Ом;

φ - кліматичний коефіцієнт, $\varphi = 1,5$

$$R_{\text{роз}} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом.}$$

Визначимо опір одного заземлювача за формулою:

$$R_0 = \frac{R_{\text{роз}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot H + l}{4 \cdot H - l} \right),$$

де l - довжина заземлювача, $l = 3$ м;

d - діаметр заземлювача, $d = 0,12$ м;

H - відстань від поверхні до середини заземлювача, $H = 1,5$ м.

$$R_0 = (150 / 2 \cdot 3,14 \cdot 3) \cdot (\ln (6 / 0,12) + 1/2 \cdot \ln (7/5)) = 32,39 \text{ Ом.}$$

Визначимо кількість паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n = R_0 / R_{\text{дод}} \cdot \eta,$$

де η - коефіцієнт використання групового заземлювача, $\eta = 0,5$.

$$n = 32,39 / 4 \cdot 0,55 = 15.$$

Визначимо довжину горизонтальної сполучної смуги за формулою:

$$l_1 = a \cdot (n - 1),$$

де a - відстань між заземлювачами, $a = 4-7$ м.

$$l_1 = 6 \cdot (15 - 1) = 84 \text{ м.}$$

Визначимо опір сполучної смуги за формулою:

$$R_{\text{см}} = (R_{\text{роз}} / 2 \cdot \pi \cdot l_1) \cdot \ln \frac{l_1^2}{d_1 \cdot h} \text{ Ом.}$$

$$R_{cm} = (150 / (2 * 3,14 * 84)) * \ln(7056 / (0,06 * 0,8)) = 3,26 \text{ Ом.}$$

Де d_1 - товщина смуги (0,06 м);

η_{cm} - коефіцієнт використання смуги (0,8);

Підставимо отримані значення й результуючий опір заземлюючого пристрою:

$$R = \frac{R_0 \cdot R_{cm}}{R_0 \cdot \eta_{cm} + R_{cm} \cdot n \cdot \eta},$$

де η_{cm} - коефіцієнт використання смуги, $\eta_{cm} = 0,8$.

$$R = (32,39 * 3,26) / ((32,39 * 0,8) + (3,93 * 15 * 0,8)) = 1,45 \text{ Ом.}$$

Опір 1,45 Ом цілком припустимо.

А.3 Пожежна безпека

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони. У приміщенні відділу основні міри для забезпечення пожежної безпеки визначає Інструкція про заходи пожежної безпеки для службових приміщень. Вона є обов'язковою для виконання всіма співробітниками. В інструкції про засоби пожежної безпеки для службових приміщень забороняється:

- улаштовувати тимчасові електромережі, застосовувати саморобні плавкі вставки в запобіжниках, прокладати електричні проводи безпосередньо по пальній основі, експлуатувати світильники зі знятими ковпаками (розсіювачами), використовувати саморобні подовжувачі, що не відповідають вимогам Правил пристрою електроустановок;

- пристосовувати вимикачі, штепсельні розетки для підвішування одягу й інших предметів, обгортати електролампи і світильники, заклеювати ділянки електромережі пальною тканиною, папером;

- використовувати побутові електрокип'ятильники, чайники без непальних підставок, залишати без нагляду включеними в електромережу кондиціонери, комп'ютери, рахункові і друкарські машинки і т.п.;
- захищати підступи до засобів пожежогасіння, використовувати пожежні крани, рукави і пожежний інвентар не по призначенню;
- зберігати документи, різні матеріали, предмети й інвентар у шафах (нішах) інженерних комунікацій;
- палити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непального матеріалу), проводити зварювальні й інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

Первинні засоби пожежогасіння (зокрема вогнегасники) призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їхнього розвитку силами персоналу об'єкта до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони. Визначення видів та кількості вогнегасників слід проводити з врахуванням фізико-хімічних та пожежонебезпечних властивостей горючих речовин, площ і категорії виробничих приміщень за вибухопожежною небезпекою, а також класу можливої пожежі.

В даному випадку виробниче приміщення, де розташовані комп'ютери займає площу 50 м². Категорія приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою – В, оскільки в ньому знаходяться тверді горючі матеріали (папір, меблі, тощо). Клас можливої пожежі – А. Згідно з даними це приміщення, з огляду на мінімальне псування комп'ютерної техніки під час гасіння пожежі бажано оснастити двома вуглекислотними вогнегасниками типу ВВ – 5.

А.4 Безпека при надзвичайних ситуаціях

Об'єктом розгляду на предмет визначення надзвичайних небезпек та їх наслідків є електрообладнання. Однією із вірогідних загроз може бути раптове виникнення пожежу внаслідок короткого замикання в електромережах або розрядів статистичної електрики, що може привести до пошкодження і руйнування будівлі, устаткування, комунікацій, виділення токсичних продуктів горіння.

Тому розроблено оперативний план гасіння пожежі, який визначає порядок дії персоналу при пожежі, порядок її гасіння в електроустановках, взаємодію з власним складом пожежних підрозділів, а також застосування схем и засобів пожежогасіння з урахуванням заходів безпеки.

Корпус обладнаний мережею протипожежного водозабезпечення, установками виявлення та гасіння пожеж відповідно вимогам нормативно-технічних документів. Кожний працівник повинен чітко знати та виконувати вимоги ППБ та протиаварійний режим на об'єкті, уміти користуватися наявними вогнегасниками, іншими первинними засобами пожежогасіння і знати місце їхнього перебування.

Меблі й устаткування розташовані таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держатися вільними, нічим не зашарашовані. Засоби протипожежного захисту в приміщеннях тримаються у справному стані.

У випадку виявлення пожежі слід: негайно повідомити державну пожежну охорону за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, своє прізвище; повідомити про пожежу керівництву, а в нічний час черговому охоронцю; у разі можливості почати гасіння пожежі наявними засобами, організувати зустріч пожежних підрозділів.

При виникненні пожежі у початковій стадії його розвитку випромінюється тепло, накопичуються токсичні продукти згоряння, імовірні руйнування будівельних споруд. Тому слід як можна швидше провести евакуацію людей із палаючої будівлі. Показником ефективності евакуації є час, протягом якого працівники можуть при потребі залишити окремі приміщення і будівлю в цілому. Безпека евакуації досягається тоді, коли час евакуації не перевищує час настання критичної фази розвитку пожежі, тобто часу від початку пожежі до досягнення граничних для людини впливів факторів пожежі (критичних температур, ступені задимлення, зниження концентрації кисню и т.п.). Число евакуаційних виходів у будівлі - два. Вони розташовувані розосереджено. Мінімальна відстань l між найбільш віддаленими один від одного евакуаційними виходами із приміщення визначається за формулою:

$$l=1,5\sqrt{P}$$

де P – периметр приміщення, м.

$$l=1,5\sqrt{30} = 5,47 \text{ м}$$

Двері на шляхах евакуації відкриваються у напрямку виходу із будівлі (приміщення). У кожному приміщенні на видному місці є вивішений план евакуації при пожежі. При пожежі обов'язково необхідно враховувати небезпечні чинники і механізм їх дії на людину. При виникненні пожежі, після виклику пожежної охорони, необхідно попередити про це усіх, хто знаходиться поруч, після чого евакуюватися самому і по можливості допомогти евакуюватися іншим, особливо особам літнього віку і дітям, попереджаючи при цьому виникнення паніки. З метою обмеження циркуляції повітря, яке здатне збільшувати швидкість горіння, покидаючи приміщення, закрийте за собою усі двері, якщо це можливо. Якщо пожежа виникла в приміщенні над вами і безпосередньої загрози для вас не спостерігається, то бажано виконати заходи по зниженню можливих втрат від води яку проливають при гасінні пожежі. Для цього необхідно відключити всі електроприводи та прикрити їх поліетиленовою плівкою. Значно гірше, якщо пожежа виникла в приміщенні

під вами – потрібно оцінити обстановку і якщо є впевненість, що ще не має сильної задимленості з високою температурою, потрібно негайно покинути приміщення, рухаючись до виходу по коридорам і сходовим кліткам. Користуватися ліфтом категорично забороняється, за винятком ліфтів, які спеціально призначені для транспортування пожежної охорони. Шахта ліфта є шляхом для поширення диму і отруйних продуктів горіння, до того ж при пожежі ліфт часто відключають і можна опинитися в пастці при пожежі.

Якщо людина знаходиться в приміщенні де немає пожежі, но відрізана вогнем, димом, високою температурою від головних шляхів евакуації, то в першу чергу необхідно заважити доступу диму и продуктів горіння в це приміщення. Для чого необхідно негайно закрити усі щілини у дверях та під ними змоченими водою ганчірками, рушниками, робочими халатами та інш.

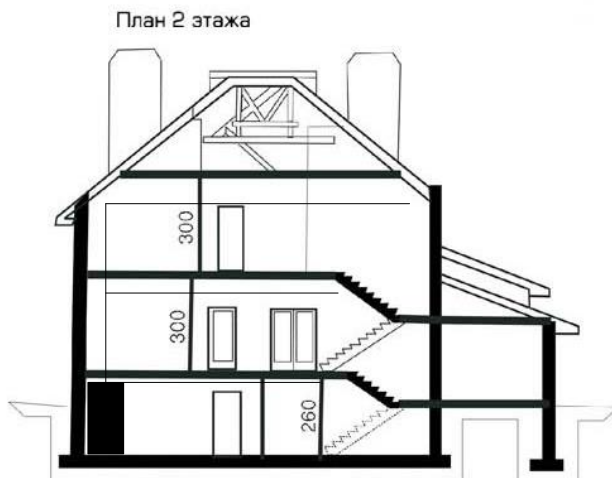
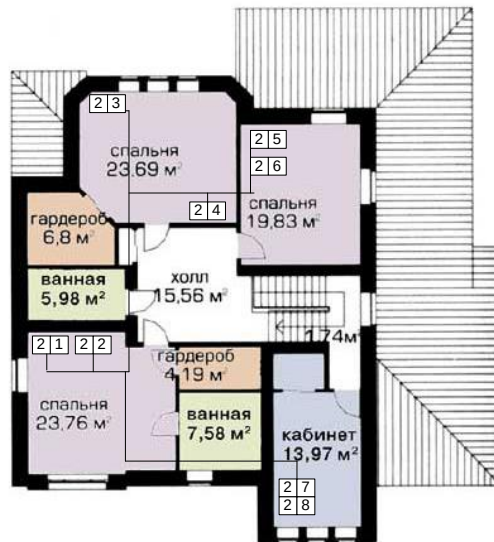
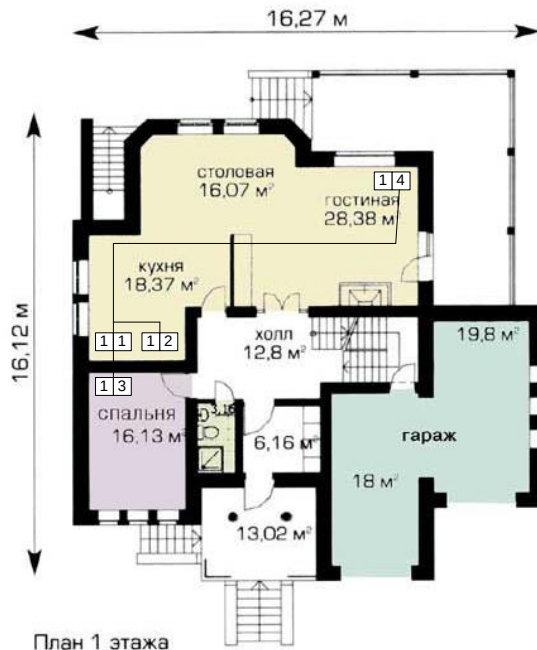
Якщо приміщення все ж заповнено димом, необхідно підповзти до вікна, закрити при цьому рот та ніс змоченою тканиною, яка грає роль фільтру та в певної мірі захищає від продуктів горіння.

Рухатись у задимленій зоні поповзом або максимально пригнувшись, необхідно тому що більшість нагрітих газоподібних отруйних речовин та дим збираються у верхній зоні приміщення, окрім цього, в приміщенні при горінні температура на рівні очей людини у 6 разів вище за температуру на рівні полу, до того ж внизу завжди зберігається більша концентрація кисню. Коли ви опинились біля вікна трохи відкрийте його та дихайте через щілину, очікуючи прибуття пожежників. При їх прибутті негайно звернути на себе увагу. Ніколи не можна стрибати через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-г поверху при пожежі смертельний).

ДОДАТОК Б – Генеральний план житлового комплексу, види котеджів



Рисунок Б.1 – Генеральний план житлового комплексу



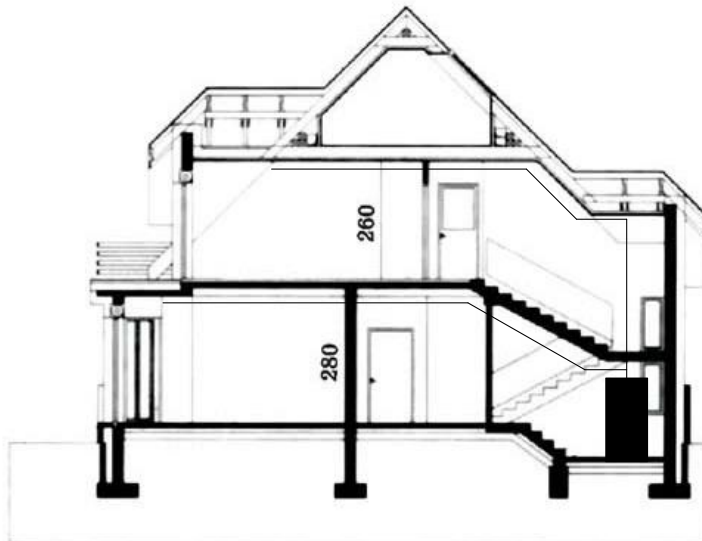
1.1 Розетка MLX.:U:1-RJ45-C5
встановлена на першому поверху

2.1 Розетка MLX.:U:1-RJ45-C5
встановлена на другому поверху

— Кабель MLX.
39-504-5E-305

■ Комутаційна
шафа

Рисунок Б.2 – План котеджу «Арія»



- 1 1 Розетка MLX.:U:1-RJ45-C5
втсановлена на першому поверху
- 2 1 Розетка MLX.:U:1-RJ45-C5
втсановлена на другому поверху
- Кабель MLX.
39-504-5E-305
- Комутаційна
шафа

Рисунок Б.3 – План котеджу «Віктор»

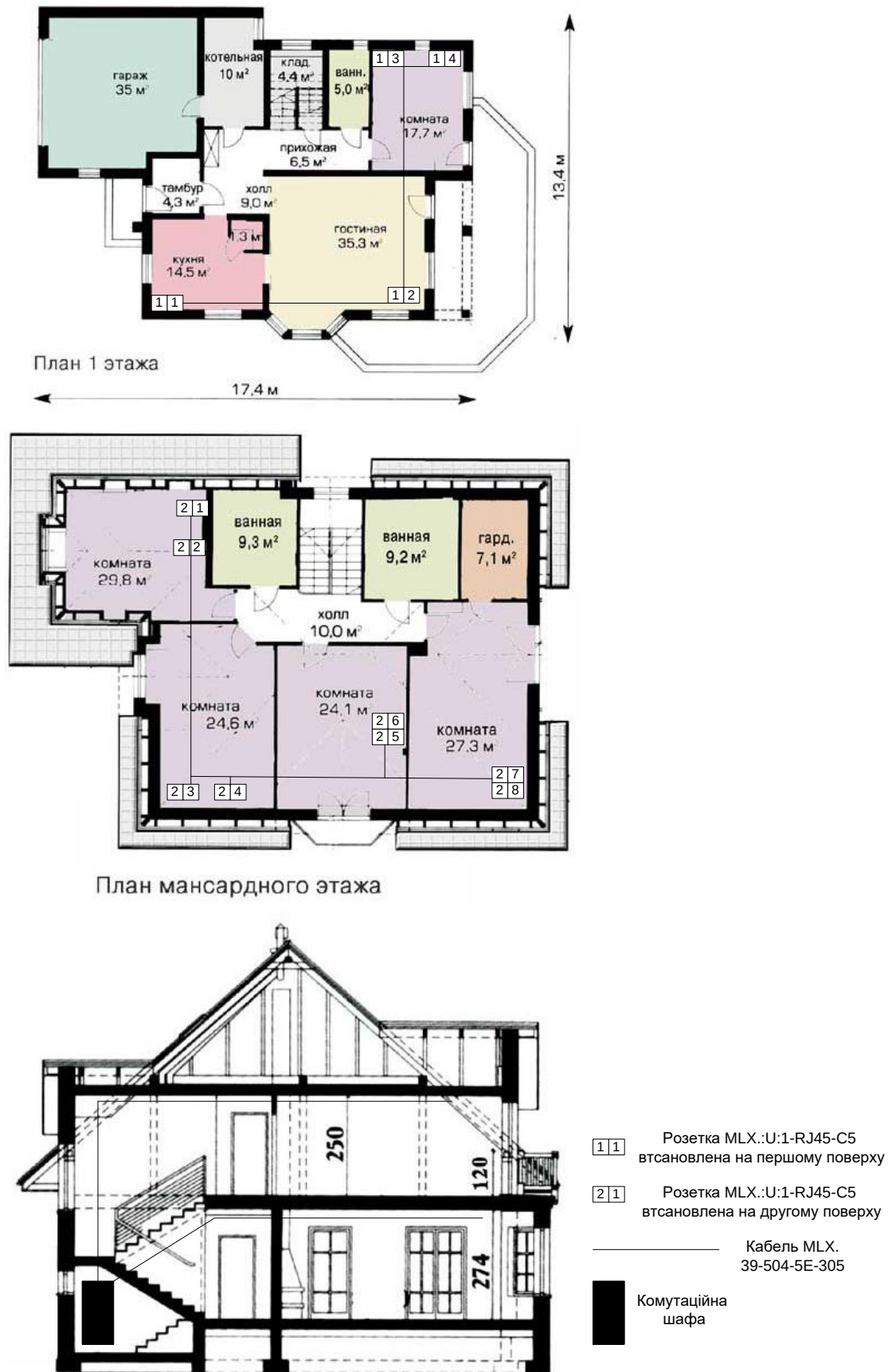
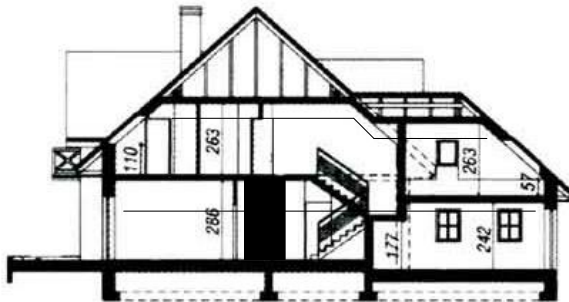
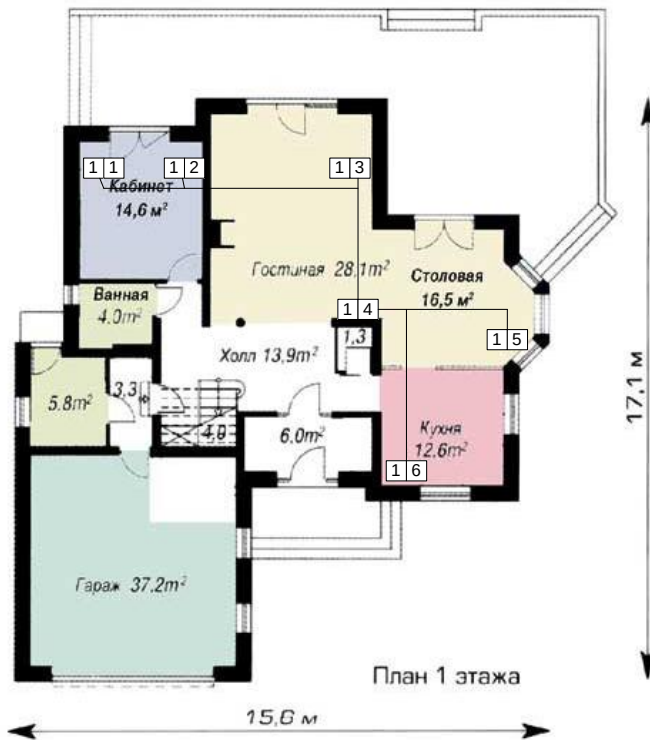


Рисунок Б.4 – План котеджу «Орхідея»



1.1 Розетка MLX.:U:1-RJ45-C5
втсановлена на першому поверху

2.1 Розетка MLX.:U:1-RJ45-C5
втсановлена на другому поверху

Кабель MLX.
39-504-5E-305

Комутаційна
шафа

Рисунок Б.5 – План котеджу «Секвоя»

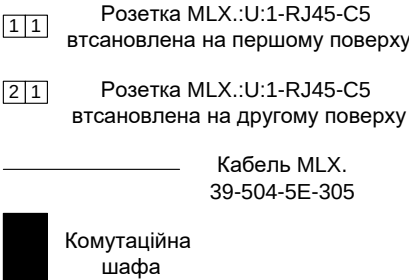
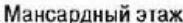


Рисунок Б.6 – План котеджу «Степний Орел»

ДОДАТОК В – Структурна та функціональна схеми

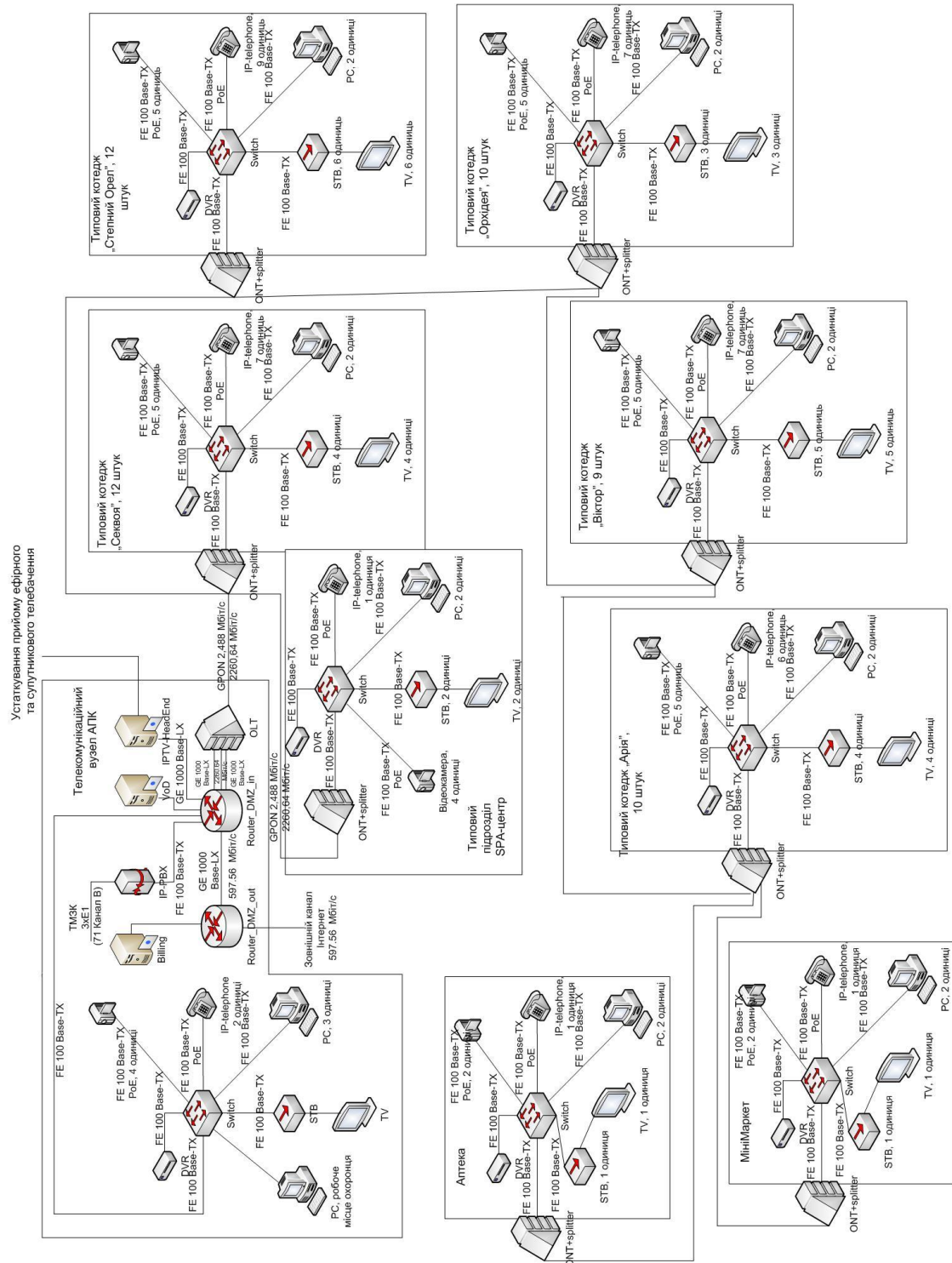


Рисунок В.1 – Узагальнена структурна схема



Рисунок В.2 – Структурна схема мережі розподілу

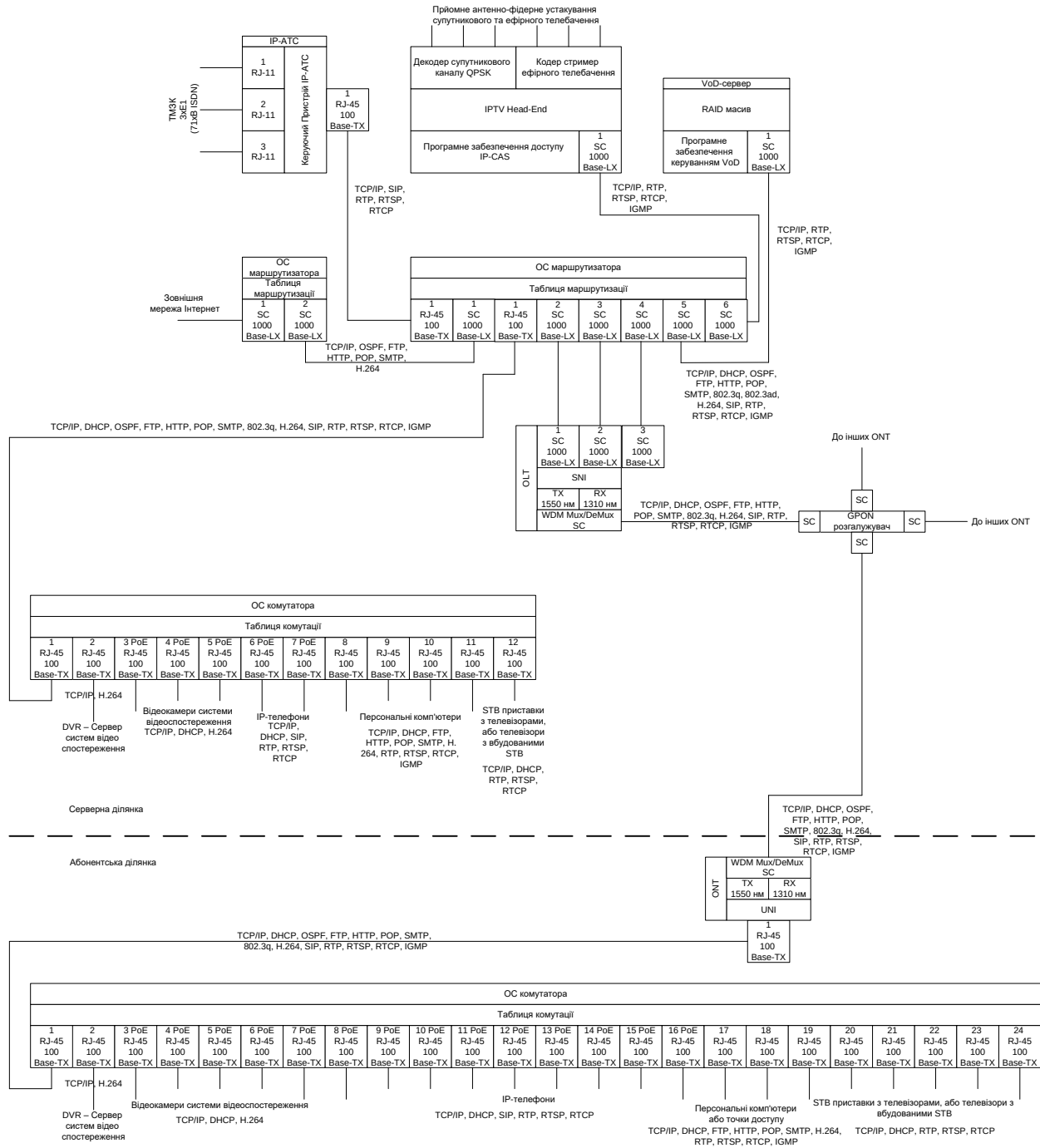


Рисунок В.3 – Функціональна схема

ДОДАТОК Г – Специфікація

Таблиця Г.1 – Специфікація обраного устаткування

Плата	Кількість	Опис
FG- GPON-OLT	1	Шасі
OLT-SWITCH- CARD	1	Плата комутації
FG-GPON-OLT-CONTROL-CARD	1	Плата керування
OLT-LINE- CARD	1	Лінійна плата
FG-CPON-ONU-24FE+24FXS	58	ONT абонентський термінал
FG-GPON- SPLITTER 1x2	46	Оптичний сплітер 1x2
FG-GPON- SPLITTER 1x4	3	Оптичний сплітер 1x4
Cisco 2691	2	Маршрутизатор ядра
VWIC3-1MFT-T1 / E1	3	Плата E1
-SFP-GE-L	1	Модуль 1000 Base-LX
Cisco SB SPA502G	113	IP-телефон
Cisco SB SPA301G2	279	IP-телефон
MediaPlex 20	1	IP-TV/VoD сервер
DG842MF-SIR - Netvision	310	IP-відеокамера
AK-9828V	53	DVR 8 канальний
AK-9832C	2	DVR 32 канальний
NeoMax Optix LX	8 км	Кабель оптичний
Forsite ODB	49	Крос бокс
MLX FO:SCFCu50-2,5	65	Оптичний патч-корд
MLX.39-504-5E-305	92 км	Кабель кручена пара
MLX.U:24-110-1	60	Патч-панель мідна
MLX.:U:1-RJ45-C5	722	Термінальна розетка
MLX.TP:PU:A-MCU 80005	991	Патч-корд мідний
MLX.RAA-00127	1	Шафа 42 юніти
MLX.00074-RAA	58	Шафа 6 юнітів

ДОДАТОК Д – Спрощена схема розподілу адресного простору

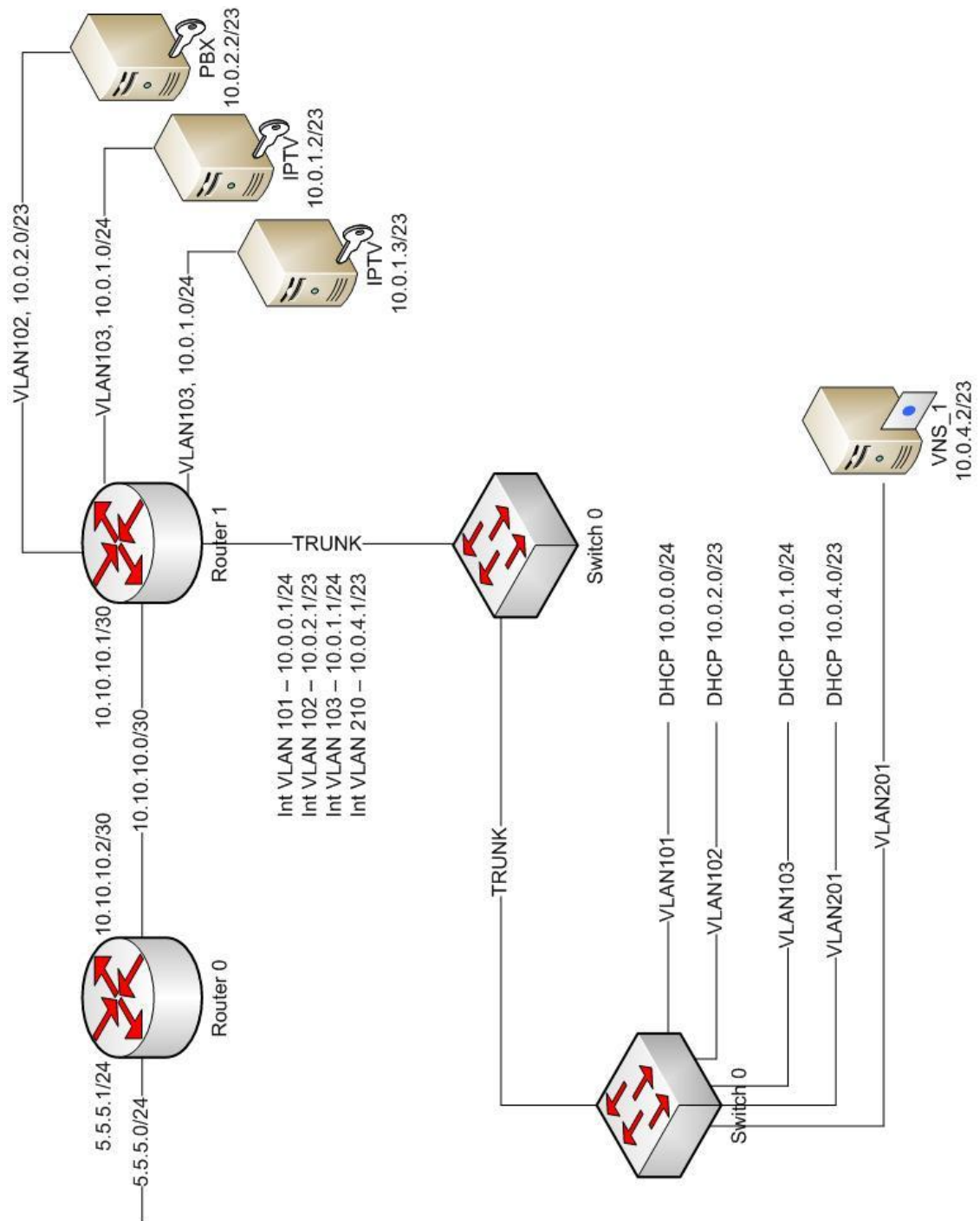


Рисунок Д.1 – Спрощена схема розподілу адресного простору