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»
Завідувач кафедри автоматики та телекомунікацій
_____ Іван ЛАКТІОНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)
«___» _____ 2022 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Розробка телекомунікаційної мережі житлового комплексу»

Виконав студент 4 курсу, групи ТКР–18
(шифр групи)

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)

Кисельова Світлана Анатоліївна
(Прізвище, Ім'я та По-батькові) (підпис)

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

Рецензент доц. каф. ЕТ, к.т.н. _____ Ганна ШЕЇНА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ім'я) (підпис)

Нормоконтроль:

_____ ас. Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Луцьк – 2022 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 житлового комплексу»

Спецчастина:_____

Виконавець, студент
гр. ТКР–18 _____ Світлана Кисельова
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник _____ Гліб СТУПАК
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Консультанти: _____ Іван ЛАКТІОНОВ
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Гліб СТУПАК
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ Валерій ПОЦЕПАЄВ
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтроль _____ Дар'я ЖУКОВСЬКА
(підпис, дата, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Луцьк – 2022

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
Завідувач кафедри АТ
Іван ЛАКТІОНОВ
«____» _____2022 року

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

Кисельова Світлана Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема проекту (роботи) Розробка телекомунікаційної мережі житлового комплексу
керівник проекту (роботи) ст. викл. Ступак Гліб Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від 06.05.2022 року № 180
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): аналіз принципів побудови телекомунікаційних мереж та інфокомунікаційних систем і інфраструктур; моделювання інфокомунікаційної системи; розробка структури телекомунікаційної інфраструктури; вибір технологій та протоколів телекомунікаційної системи; вибір мережевого обладнання.

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

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	ст. викл. Ступак Г.В.		
2	зав. каф. АТ, д.т.н., доц. Лактіонов І.С.		
3	к.т.н., доц. каф. АТ, доц. Поцепаєв В.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз об’єкту проектування	19.05.2022	
2	Вибір ключових технологій, розробка схемотехнічних рішенньь	25.05.2022	
3	Апаратний синтез, підбір активного та пасивного устаткування	30.05.2022	
4	IP-проектування	10.06.2022	
5	Додаток А – Охорона праці та безпека під час надзвичайних ситуаціях на підприємстві	13.06.2022	

Студент _____ **Світлана Кисельова**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Гліб СТУПАК**
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада, Ім’я та ПРІЗВИЩЕ	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Кисельова Світлана Анатоліївна. Розробка телекомунікаційної мережі житлового комплексу / Кваліфікаційна випускна бакалаврська робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – ДВНЗ «ДонНТУ», Покровськ, 2022.

Пояснювальна записка: 82 стор., 10 рис., 15 табл., 15 посилань.

Розбудова сучасної телекомунікаційної та інфокомунікаційної структури житлових сьогодні є одним з ключових завдань, успішне виконання якого дозволяє значно підвищити не тільки рівень комфорту для мешканців, а також забезпечити належний рівень безпеки та проникнення сучасних технологій таких як IoT та розумний будинок в життя, що також дозволяє підвищити рівень енергоефективності та енергоменеджменту.

В роботі були розроблені схеми з організації мережі (топологічна, структурна, функціональна), розраховані параметри навантаження та висунуті вимоги з охорони праці. Фізична топологія зв’язків в мережі дерево, технологія побудови транспортного сегменту GPON FTTB, яка має логічну топологію зірка. Мережа доступу побудована за технологією 100 Base-TX. Організація з’єднань на рівні ядра – зірка, технологія – 1000 Base-SX.

Мета проекту – впровадження сучасних технологій для надання високоякісних послуг.

Мережа, що проектується, надає послуги телефонії в рамках житлового масиву з виходом до ТМЗК, Інтернет, високоякісного цифрового телебачення.

Метод проектування – техніко-економічний, методи теорії телетрафіка, економічної теорії та комп’ютерне моделювання.

Сфера застосування – невеликі територіально розподілені мережі з багатоповерховою забудовою, невеликі мікрорайони та селища

Ключові слова: ТЕЛЕФОНІЯ, ІНТЕРНЕТ, ТЕЛЕБАЧЕННЯ, ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯ, КРИТЕРІЙ, СХЕМА, ТЕХНОЛОГІЯ, ІНТЕРНЕТ, ТОПОЛОГІЯ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

VAD – voice activity detection;

VoD – Video- on-Demand;

ТМЗК – телефонна мережа загального користування;

СЛ – сполучна лінія;

IP – internet protocol;

VoIP – Voice over IP;

QoS – quality of service;

ГНН – година найбільшого навантаження;

DNS – domain name service;

СКС – структурована кабельна система;

FTTX – Fiber To The X - оптика до точки X;

PON – passive optical network;

AON – all optical network;

WDM – wave digital multiplexing;

OSI – Open System Interconnection.

ВСТУП

Стимулювати формування ринку телекомунікаційної інфраструктури в Україні для того, щоб поставити перед сучасними операторами зв'язку особливі завдання, спрямовані на прискорення реалізації важливого соціально-економічного завдання – інформатизації населеного пункту та населених пунктів в іншому масштабі, входження до глобальної інформаційної інфраструктури. Галузь телекомунікацій постійно прогресує, потребує постійного розвитку та інвестицій.

Як об’єкт проектування у кваліфікаційній роботі представлений житловий комплекс «Ювілейний». При низькому рівні розвитку телекомунікаційної інфраструктури, а також через те, що водночас встановлене фізично застаріле обладнання, завдання полягає в тому, щоб спроектувати мережу з новими технологіями та обладнанням, які тепер будуть встановлюватися в цифровому вигляді і які були б в змозі надавати як більш класичні послуги телефонії, підключення до глобальної мережі Інтернету та сучасні послуги IP-телебачення.

Мета роботи – впровадження сучасних інформаційних технологій для надання послуг з високим показником якості.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- розрахувати кількість абонентських пристроїв;
- виділити послуги, що будуть надаватися в проектованій мережі;
- обрати технології та протоколи організації мережі;
- розробити структурну та функціональну схеми.

Об’єкт – ЖК «Ювілейний».

Предмет – мережа сучасних інформаційних технологій.

Щоб забезпечити якісну та стабільну роботу мережі, то вона повинна мати надійні кабельні з’єднання, багаторівневу безвідмовну топологію, правильно підібрані місця розташування обладнання. У даній кваліфікаційній

роботі опрацьовуються всі аспекти для створення якісної, сучасної мережі в кварталі, які на даний момент мають практичну реалізацію та підтвердження правильності технічних рішень у багатьох містах світу.

Структура та обсяг роботи. Випускна кваліфікаційна робота містить 82 машинописних сторінок, складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліка використаних джерел, що складається з 15 найменувань, 10 рисунків, 15 таблиць, 3 додатки.

1 АНАЛІЗ ОБ’ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Характеристика та опис об’єкту

Як об’єкт при проектуванні телекомунікаційної мережі виступає житловий комплекс «Ювілейний». Адміністративна карта кварталу наведена на рисунку Б.1 в додатку Б. Сам квартал обмежений наступними вулицями:

- Комунальна;
- Корольова;
- Шевченко;
- Гагаріна.

Кількість будинків в кварталі становить 91, загальна кількість квартирного фонду – 1399 квартир, кількість осіб – приблизно 5000 осіб.

В проектованій телекомунікаційній мережі наявні три типи послуг:

- доступ до Інтернет;
- IP-телебачення з сервісом VoD;
- телефонія.

Довжина кварталу – 2 км, а ширина – 800 м.

Кількісний фонд квартир за кожним будинком наведений в таблиці Б.1, додатку Б.

1.2 Послуги мережі та інформаційна модель

Послуги в проектованій мережі надаватимуться за протоколом IP.

Рис. 1.1 демонструє інформаційну модель мережі.

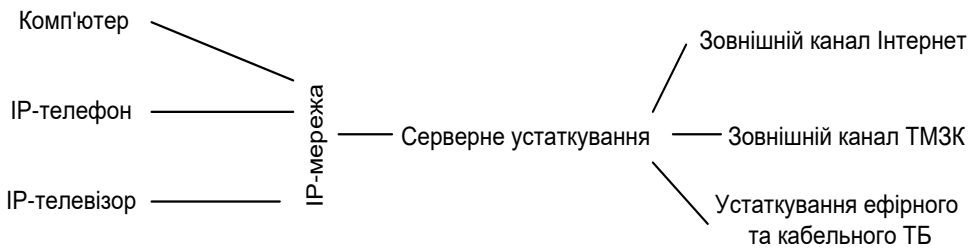

Рисунок 1.1 – Інформаційна модель мережі

Відповідно до інформаційної моделі всі абонентські пристрої об’єднані в одну IP-мережу із серверним обладнанням. Взаємодія комп'ютерів, IP-телефонів та IP-телевізорів із зовнішніми мережами здійснюється через серверне обладнання, до серверного обладнання підключені відповідні зовнішні канали.

В мережі наявні два основних типи користувачів за послугами та абонентським обладнанням:

– стандартний - телефонія та Інтернет;

– перфект (ідеальний) – наявні всі послуги проектованої мережі.

Як висновок, інформаційна модель матиме вигляд (рис. 1.2).

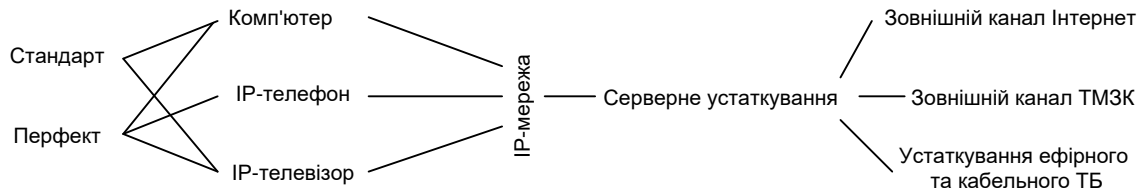

Рисунок 1.2 – Інформаційна модель та відповідні тарифні плани

На основі розроблених тарифних планів отримано розподіл абонентів за тарифними планами для кожного будинку за умови підключення всіх квартир до мережі. Результати розподілу показані в таблиці Б.2 Додатку Б.

В результаті аналізу, можна зробити висновок, що загальна кількість користувачів тарифного плану «стандарт» - 756 абонентів, тарифного плану «перфект» - 643 абоненти.

В таблиці 1.1 приведено характеристики послуг, що надаються в проектованій мережі за розробленими тарифними планами.

Таблиця 1.1 – Характеристики послуг проектованої мережі

Послуга	Кодек	Швидкість, Мбіт/с	Пачеч-ність	Тривалість звязку, с	Частота викликів в ГНН
Доступ до Інтернет		20,48	5	10	50
IP-телефонія, ТМЗК	G.711	0,0856	1	180	3
IP-телебачення з сервісом VoD	MPEG-4	8,192	1	1200	2

1.3 Визначення навантаження в мережі

Основне завдання, яке вирішується в цьому підрозділі – це розрахунок трафіку для проектованої мережі.

Для розрахунку треба скористатись топологією мережі, абонентським складом, послугами, що надаються мережею та розподіл абонентів щодо вузлів. Розрахунок буде проводитися з урахуванням наступних обмежень:

- не визначена топологічна особливість мережі;
- не визначено структурну схему мережі;
- не визначено спосіб надання послуги IPTV.

Вузлами мережі в межах об’єкта проектування є індивідуальні будинки, тому розрахунок навантаження буде проводитися окремо для будинку.

Значення трафіку знайдемо окремо для кожної послуги на кожному окремому вузлі проектованої мережі за формулою (1.1) [1]:

$$\gamma_i^{(k)} = B_{ср}^{(k)} \cdot N_{абі}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{викл_i}^{(k)}, \quad (1.1)$$

де k – номер мережної послуги;

i – номер вузла;

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

$B_{ср}^{(k)}$ – швидкість передачі даних (у бітах або пакетах у секунду) – середня пропускна здатність каналу зв'язку, якої досить для якісної передачі трафіка *k-ї* послуги;

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

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

$f_{викл_i}^{(k)}$ – середня кількість викликів у годину найбільшого навантаження для користувачів *і-го* вузла, які використають *k-у* послугу.

Характерні параметри послуг, що надаються в мережі, наведені в таблиці 1.1.

Виходячи з розрахунку, загальне навантаження, створене одним користувачем тарифного плану «стандарт», становить 0,583 Мбіт/с, користувачем тарифного плану «перфект (ідеальний)» – 6,053 Мбіт/с.

Результати розрахунків по кожному будинку окремо за відповідними тарифними планами зведені в таблицю 1.4.

Параметри послуг, що надаються в мережі приведені в таблиці 1.1.

Виходячи з проведеного розрахунку, загальне навантаження, що створюється одним користувачем тарифного плану «стандарт» становить 0,583 Мбіт/с, користувачем тарифного плану «перфект» - 6,053 Мбіт/с.

Результати розрахунків по кожному будинку окремо за відповідними тарифними планами зведемо в таблицю Б.3 Додатку Б. Загальне навантаження по всьому житловому комплексу приведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.4 – Загальне навантаження на мережу

ЖК	Інтернет, Мбіт/с	IP-телефонія, Мбіт/с	IPTV+VoD, Мбіт/с	Всього на ЖК
Всього	797,43	18,187	3517,21	4332,827

Згідно з таблицею, загальне навантаження на мережне обладнання в цілому становить понад 4 Гбіт/с. Зовнішній канал до Інтернету повинен бути не менше 797,43 Мбіт/с, навантаження на обладнання IP-телефонії - 18,187 Мбіт/с, IPTV - 3517,21 Мбіт/с.

Для повноцінного функціонування мережі необхідно розрахувати навантаження на телефонний комутатор і визначити кількість необхідних з'єднувальних ліній у напрямку ТМЗК. Даний розрахунок проводиться за формулою (1.2):

$$Y = N \cdot T \cdot F/3600 \quad (1.2)$$

де N – кількість абонентів;

T – тривалість виклику;

F – частота викликів в ГНН для послуги телефонія.

Кількість абонентів всієї телефонної мережі становить 643 абоненти. Додавши це значення у формулу (1.2) знайдемо:

$$Y = N \cdot T \cdot \frac{F}{3600} = 643 \cdot 180 \cdot \frac{3}{3600} = 96{,}45 \text{ Ерл}$$

Для норми втрат 0,005 та навантаження в 96,45 Ерл, кількість зовнішніх каналів згідно з таблицею Кендла-Башаріна становитиме 117 лінії. Кількість потоків ISDN – 4xISDN PRI .

Для коефіцієнта втрат 0,005 і навантаження 96,45 Ерл кількість зовнішніх каналів відповідно до таблиці Кендалла-Башаріна становитиме 117 рядків. Кількість потоків ISDN - 4xISDN PRI.

Висновки до розділу 1

Метою даного дипломного проекту є забезпечення мешканців житлового комплексу «Ювілейний» одним каналом широкосмугового доступу, високошвидкісного доступу до Інтернету, IP-телефонії та IPTV. Кількість будинків – 91, кількість квартир ЖК – 1399.

У першому розділі роботи була побудована інформаційна модель, приведені характеристики проектованої мережі, розраховані параметри трафіку для мережі, як окремо для кожного вузла, так і в цілому.

Загальне навантаження на мережне обладнання в цілому становить понад 4 Гбіт/с. Зовнішній канал до Інтернету повинен бути не менше 797,43 Мбіт/с, навантаження на обладнання IP-телефонії - 18,187 Мбіт/с, IPTV - 3517,21 Мбіт/с.

Навантаження по телефонній мережі 96.45 Earl. Для коефіцієнта втрат 0,005 і навантаження 96,45 Ерл кількість зовнішніх каналів відповідно до таблиці Кендалла-Башаріна становитиме 117, а ISDN - 4xISDN PRI.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РІВНІВ МЕРЕЖІ ТА НЕОБХІДНИХ ПРОТОКОЛІВ НАДАННЯ ПОСЛУГ

2.1 Організація 1го та 2го рівня

Зазвичай мережі будуються відповідно до класичної трирівневої ієрархічної моделі – ядро, розподіл, доступ. Така ж модель буде реалізована в проектованій мережі. Для кожного з рівнів ієрархії необхідно переглянути існуючі рішення щодо технології побудови фізичного та канального рівнів моделі мережі OSI.

Сьогодні в якості середовища поширення сигналу для каналів зв’язку використовуються як кабельні, так і радіоканали. На рис. 2.1 показані основні характеристики каналів зв'язку та їх основні характеристики.

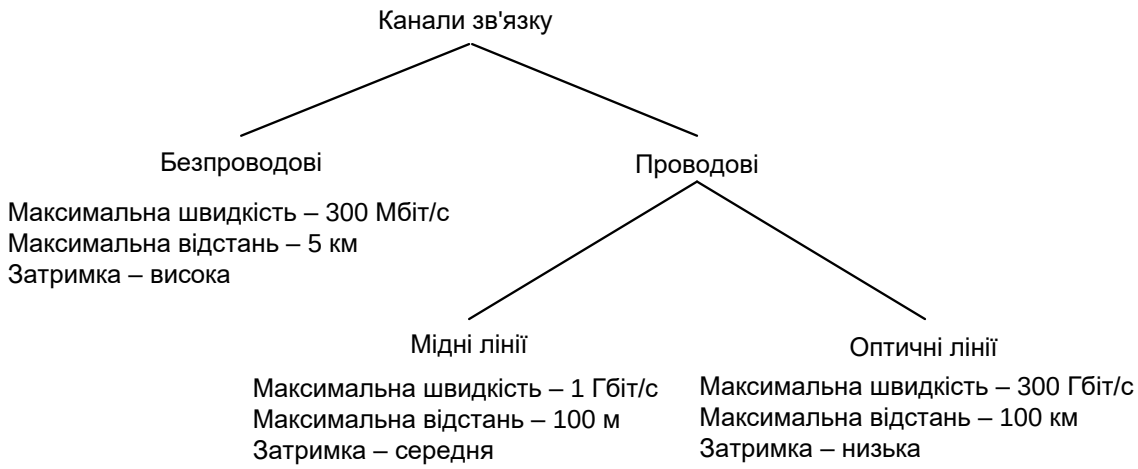

Рисунок 2.1 – Характеристики класичних каналів зв’язку

Виходячи з основних характеристик середовищ поширення сигналу, у табл. 2.1 порівнюються типи каналів зв’язку для визначення найоптимальнішого.

Таблиця 2.1 – Аналіз типів середовища передачі даних

	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 служби	20 років	50 років	10 років
Простота реалізації та розгортання	складна	складна	проста
Основні мережні технології	Ethernet	Ethernet, SDH	Wi-Fi, WiMax

За порівняльними характеристиками найкращими за пропускною здатністю, дальністю зв'язку та надійністю є волоконно-оптична технологія.

По трирівневій ієрархічній моделі, для проектування ядра треба вибрати оптичні канали передачі. Даний вибір пов'язаний з передачею великого об'єму трафіку та захищеністю з'єднання мережних компонентів ядра.

Розподіл об'єднує будинки, які підключені до мережі. Канали рівня розподілу також повинні мінімізувати вплив зовнішнього середовища на середовище транспортування трафіку. Тому на цьому рівні також необхідно використовувати оптичні канали передачі.

Щодо рівня доступу, то він розташований внизу ієрархічної моделі. Завдяки доступові відбувається підключення абонентів. Через низькі вимоги до пропускної здатності, мінімальний вплив на мережу зовнішніх факторів і невеликі відстані, як середовище можна використовувати мідні кабелі. Також щоб підвищити показники якості є можливість встановити точки доступу в самому будинку, щоб організувати підключення до мережі мобільних пристроїв.

Далі буде розглянуто варіанти організації мережі на рівні ядра, розподілу та доступу окремо.

2.1.1 Проектування рівня ядра

При проектуванні треба брати до уваги основні факторами при виборі технології організації сегментів мережі, а саме:

- довжина ділянки кабелю;
- пропускна здатність;
- витрати на організацію побудови мережі.

З огляду на всі раніше проведені розрахунки, особливості та обмеження доцільно використовувати одну з технологій сімейства Gigabit Ethernet для побудови мережі на рівні ядра. В таблиці 2.2 наведено основні характеристики стандартів, що використовуються оптичним середовищем передачі.

Таблиця 2.2 – Основні характеристики стандартів Gigabit Ethernet

Стандарт	Тип середовища	Відстань, км
1000BASE-SX	Багатомодове волокно	0,55
1000BASE-LX	Одномодове волокно	5
1000BASE-SX	Багатомодове волокно використовується довжина хвилі 850 нм	0,55
1000BASE-LH	Одномодове або Багатомодове волокно використовується довжина хвилі 1310 nm	10
1000BASE-ZX	Одномодове волокно на довжині хвилі 1550 nm	70
1000BASE-LX10	Одномодове волокно використовується довжина хвилі 1310 nm	10
1000BASE-BX10	Одномодове волокно, по single-strand fiber: 1490 nm прямий канал 1310 nm зворотний канал	10

Виходячи з характеристик стандартів, для побудови мережі базового рівня доцільно використовувати технологію 1000 Base-SX, а також вибір даної технології пов’язаний з рівнем фінансових витрат, значною швидкістю та протяжністю.

2.1.2 Проектування рівня розподілу

Застосування технології PON для забезпечення широкосмугового підключення в доступі мережа до будинків, багатоквартирних одиниць і малих підприємств зазвичай називається волокна до-х. Ця програма отримала позначення FTTx. Тут x — буква, яка вказує, наскільки близько кінцева точка волокна підходить до фактичного користувача. Сама концепція FTTx показана на рис. 2.2.

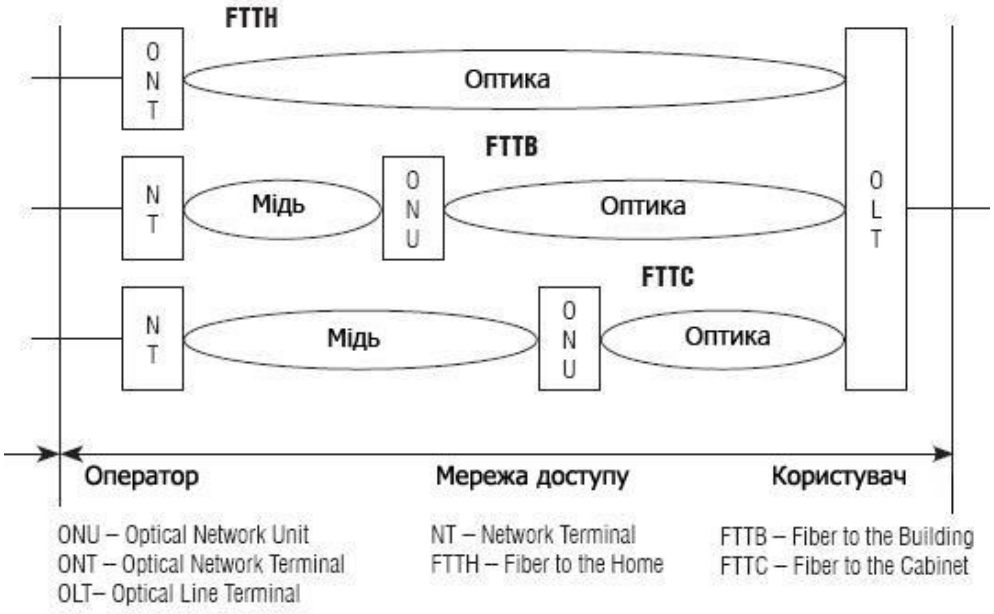

Рисунок 2.2 – Концепція FTTx

Відповідно до рис. 2.2 та Рекомендації ITU-T G.984.1. оптична лінія закінчується на терміналі оптичної лінії абонента (OLT), зазвичай розташованому в кімнаті оператора, а пристрої оптичної мережі (ONU) і мережеві термінали (ONT) проектують в межах місцезнаходження користувачів мережі [2].

Серед абревіатур, які використовуються в концепції FTTx є такі:

- FTTB, волокно для бізнесу, відноситься до розгортання оптичного волокна з комутатора центрального офісу безпосередньо на підприємстві.
- FTTC, «волокно до бордюру», описує прокладку волоконно-оптичних кабелів від обладнання центрального офісу до комунікаційного комутатора, розташованого в межах 1000 футів (близько 300 м) від будинку або підприємства. Коаксіальний кабель, вита пара мідних дротів (наприклад, для DSL) або будь-яке інше середовище передачі використовується для підключення обладнання на узбіччі до клієнтів у будівлі.
- FTTH, волокно до дому, відноситься до розгортання оптичного волокна від комутатора центрального офісу безпосередньо в будинку. Різниця між FTTB і FTTH полягає в тому, що зазвичай підприємства потребують більшої пропускної здатності протягом більшої частини дня, ніж домашні користувачі. В результаті постачальник мережевих послуг може отримати більше доходів від мереж FTTB і таким чином відшкодувати витрати на встановлення швидше, ніж для мереж FTTH.
- FTTN, «волокно до околиць», відноситься до архітектури PON, в якій волоконно-оптичні кабелі проходять на відстані до 3000 футів (близько 1 км) від будинків і підприємств, які обслуговуються мережею.
- FTTO, оптоволокно до офісу, аналогічно FTTB, оскільки забезпечується оптичний шлях до приміщень бізнес-клієнта.
- FTTP, волокно-до-приміщення, став переважаючим терміном, який охоплює різні концепції FTTx. Таким чином, архітектури FTTP включають реалізації FTTB і FTTH. Мережа FTTP може використовувати технологію BPON, EPON або GPON.

– • FTTU, «волокно для користувача» – це термін, який використовується Alcatel для опису своїх продуктів для додатків FTTB та FTTH [3].

Вищесказане та концепцію FTTx можна відобразити за допомогою рис. 2.3.

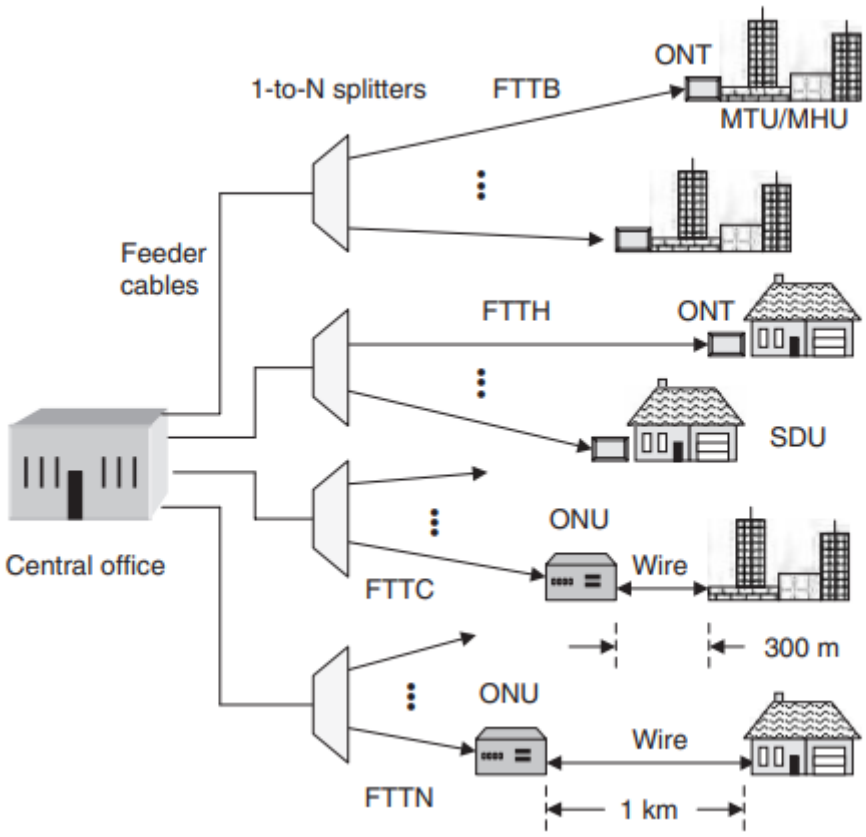

Рисунок 2.3 - Варіанти побудови мереж FTTx

Для реалізації проектованої мережі було обрано концепцію «Домашня оптика» (FTTB), яку пропонується використовувати з оптичною мережею AON або PON.

Вибір саме концепції FTTB передбачає, що волоконно-оптичний кабель закінчується всередині будівлі, де підключається клієнт. Точніше, волоконно-оптичний кабель закінчується на APL (точка кінцевої технології лінії) або точка передачі будинку або поблизу неї. APL зазвичай розташовується в підвалі

будівлі. Усередині будівлі наявні мідні кабелі використовуються для підключення до абонентської лінії (ТА) в квартирах. Там встановлюється IAD (Integrated Access Device), до якого підключаються кінцеві пристрої.

Архітектура FTTB в основному використовується в міських районах. Можливе об'єднання висотних будинків, багатоквартирних будинків або житлових комплексів, що складаються з багатьох індивідуальних житлових одиниць. Кабельний розгалужувач або комутаційний центр зазвичай знаходиться прямо перед будинком. Звідти в будівлю має сенс прокласти волоконно-оптичний кабель.

Всередині будівлі окремі житлові одиниці забезпечуються Інтернетом через наявну мідну кабельну мережу [4].

Активна оптична система використовує комутаційне обладнання з електричним живленням, таке як маршрутизатор або агрегатор комутаторів, щоб керувати розподілом сигналів і сигналами напрямку для конкретних клієнтів. Цей перемикач направляє вхідні та вихідні сигнали в потрібне місце, відкриваючи та закриваючи різними способами. У такій системі клієнт може мати спеціальне волокно, що проходить до його будинку. Залежність AON від технології Ethernet полегшує взаємодію між постачальниками. Абоненти можуть вибрати апаратне забезпечення, яке забезпечує відповідну швидкість передачі даних і збільшується в міру зростання потреб без реструктуризації мережі. Однак для AON потрібен щонайменше один агрегатор комутаторів на кожні 48 абонентів. Оскільки для неї потрібне живлення, активна оптична мережа за своєю суттю менш надійна, ніж пасивна оптична мережа [5].

Оптична мережа (PON) — це високошвидкісна, економічно ефективна технологія оптичного зв'язку для надання послуг широкосмугового доступу до мережі. Оптичні розподільні мережі PON використовують одне волокно для проходження більшої відстані від терміналу оптичної лінії оператора зв'язку (OLT) до спільноти користувачів широкосмугового зв'язку. Потім розгалужувач використовується для забезпечення кількох волокон, які

обслуговують блок оптичних мереж (ONU) до окремого будинку або підприємства.

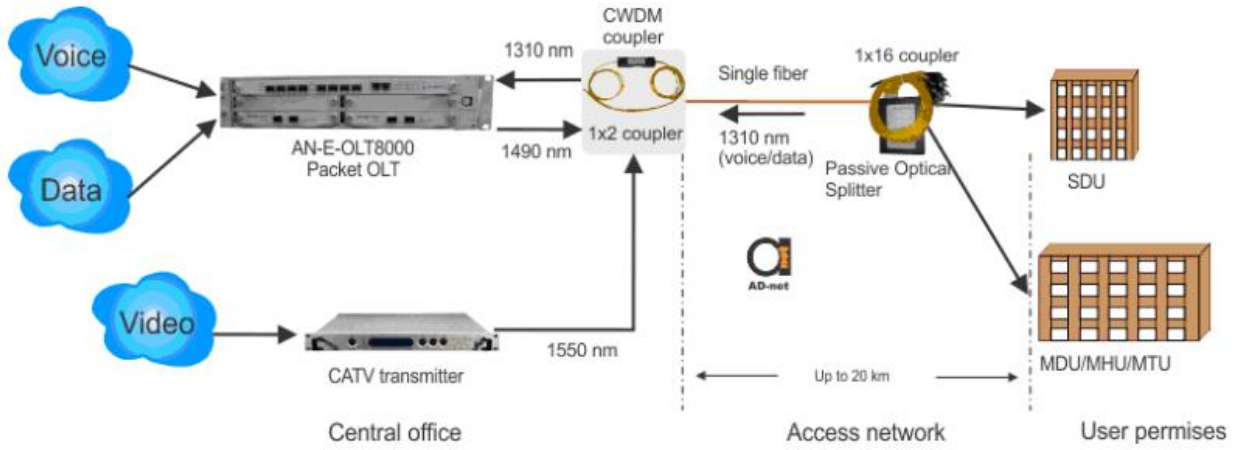

Рисунок 2.4 – Типова топологія мережі PON

Системи PON, як правило, використовуються для розгортання високошвидкісного волокна в домашніх широкосмугових послугах.

Системи PON також можуть використовуватися для невеликих оптичних мереж для дому/офісного волокнаі як масштабована/рентабельна заміна мідної локальної мережі у великих офісах та мережах кампуса пасивної оптичної локальної мережі (POL).

Порівняння основних концепцій PON показано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Порівняння PON

Характеристики	APON (BPON)	EPON	GPON
Стандарт	TU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Швидкість передачі прямий/зворотній потік, Мбіт/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/155,622,1244 2488/622,1244, 2488
Базовий протокол	ATM	Ethernet	SDH
Максимальна кількість абонентський пристроїв на волокно	32	16	64(128)
Додатки	будь які	IP	будь які
Корекція помилок FEC	так	ні	так
Довжина хвиль прямого/зворотнього потоку, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310)	1550/1310 (1480/1310)
IP-фрагментація	так	ні	так
Максимальна довжина, км	20	20	60
Загасання		26 дБ	22 дБ
Динамічний розподіл смуги	так	так	так
Захист даних	шифрування відкритими ключами	ні	шифрування відкритими ключами
Резервування	так	ні	так

GPON - це гігабітна пасивна оптична мережа або називається гігабітною пасивною оптичною мережею. EPON і GPON застосовують різні стандарти. Можна сказати, що GPON є більш просунутою точкою, яка може передавати більшу пропускну здатність і може залучити більше користувачів, ніж EPON. Хоча GPON має переваги у високій швидкості та безлічі послуг порівняно з EPON, технологія GPON є складнішою, а вартість вища, ніж у EPON. Тому на даний момент EPON і GPON є технологіями з більшою кількістю додатків для широкосмугового доступу PON. Яку технологію вибрати, залежить більше від вартості доступу до оптоволоконного кабелю та вимог до обслуговування. GPON більше підійде для клієнтів із високою пропускною здатністю, кількома послугами, вимогами до QoS та безпеки та технологією ATM як основною. Майбутній розвиток – це більш висока пропускна здатність. Наприклад, 10 G

EPON/10 G GPON розроблено за технологією EPON/GPON, і пропускна здатність буде ще вищою [7]. В табл. 2.4 приведена порівняльна характеристика EPON/GPON.

Таблиця 2.4 – Порівняльна характеристика EPON/GPON

	GPON	EPON
Standard	ITU-T G.984	ITU G.983
Protocol	GPON encapsulated Mode(GEM) supports: Ethernet TDM ATM	ATM
Speed	2.5 Gbps Downstream 1.2 Gbps upstream	1.25 Gbps Symmetric
Maximum Split ratio	64 users	64 users

Оскільки попит на потужність мережевих провайдерів продовжує зростати, універсальність мережі доступу також має бути розширена, щоб задовольнити цей зростаючий попит. Перевага технології PON полягає в тому, що вона може зменшити зайнятість магістральних волоконно-оптичних ресурсів і заощадити інвестиції; структура мережі є гнучкою, а можливості розширення є сильними; інтенсивність відмов пасивних оптичних пристроїв низька, і на неї нелегко впливати зовнішнє середовище [7].

2.1.3 Технології організації рівня доступу

Стандарт Ethernet це основа сучасного підключення рівня доступу. В основі цього стандарту мережі лежить локальна мережа (LAN). LAN – це група комп’ютерів або пристроїв, які мають загальний режим зв’язку, будь то лінія зв’язку або безпроводова лінія, яка підключена до головного сервера. Засіб комунікації, який вони спільно використовують, може бути пов’язаний з національною транспортною системою (комп’ютери чи вузли). Ці канали

зв’язку використовуються для надсилання та отримання пакетів інформації (. Ethernet є найбільш часто використовуваною технологією локальної мережі. Вона потребує технічних характеристик обладнання для підключення; кількість дозволених з’єднань, пороги продуктивності та загальну структуру, яка регулює передачу даних.

Стандарт Ethernet розроблений Інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE). Він відомий як стандарт Ethernet 802.3. Мережне обладнання та протоколи взаємодіють ефективніше, якщо ці стандарти дотримуються [8].

Існують різні стандарти, розроблені IEEE, які регулюють різні аспекти Ethernet. Ми розглянемо наступні стандарти (табл. 2.5):

Таблиця 2.5 – Реалізації стандартів Ethernet

Реалізація	Fast Ethernet	Gigabit Ethernet	10 Gigabit Ethernet
Швидкість передачі,	100 Мб/с	1000 Мб/с	10 Гб/с
Середовище передачі	кручена пара, кабель оптичний	кручена пара, кабель оптичний	кручена пара, кабель оптичний
Варіанти реалізації	100BASE-TX 100BASE-SX 100BASE-FX	1000Base-X, 1000Base- LX 1000Base-T	10GBASE-T 10GBASE-LX4 10GBASE-LR

Одним з основних стандартів технології Ethernet є система множинного доступу/виявлення колізій (CSMA/CD). Ethernet зазвичай дозволяє кожному вузлу мережі передавати пакети даних у будь-який час без будь-якої системи очікування. Це створює високу ймовірність зіткнень даних.

Колізії виникають, коли два або більше вузлів ініціюють передачу даних по одному каналу одночасно. Коли це відбувається, говорять про зіткнення пакетів. Для ефективного управління цими конфліктами Ethernet використовується протокол CSMA/CD. Таким чином, CSMA/CD визначає, як повинні реагувати пристрої, які беруть участь у зіткненні. Ці визначення визначають, скільки часу пристрій має чекати, щоб продовжити передачу

даних. У разі повторних зіткнень пристрої можуть чекати вдвічі довше, перш ніж повторно передавати.

У CSMA є різні режими доступу:

- 1-Постійний – пристрій чекає, поки канал буде неактивним, а потім передає дані. Часто використовується системами CSMA/CD, такими як Ethernet
- P-Persistent – пристрій чекає, поки канал буде неактивним, а потім успішно передає дані з імовірністю P. Якщо передача не вдається з імовірністю (1-P), пристрій чекає, поки канал знову буде простою, і повторно передає. Це використовується в системах CSMA/CA (множинний доступ/уникнення зіткнень із визначенням оператора), як-от Wi-Fi.
- O-Persistent - який розробляє чергу передачі, яка називається замовленням передачі для кожного пристрою або вузла. Коли канал неактивний, вузол або пристрій, наступний на черзі, передає дані.

Стандарт: IEEE 802.3u

IEEE 802.3u відомий як стандарт Fast Ethernet. Це стандарт, який регулює кабельні мережі Ethernet. Він був створений для забезпечення високих швидкостей передачі в кабелях. Стандарт підтримує швидкість від 10 Мбіт/с до 100 Мбіт/с, забезпечуючи високу пропускну здатність для надійного виявлення та виправлення помилок, мультимедіа та перегляду.

Існує три типи Fast Ethernet, як показано в таблиці 2.6:

Таблиця 2.6 – Типи Fast Ethernet

Standard	Media Type	Cabling Distance	Transfer Speed
100 Base - TX	Category 5 UTP cables	100 meters	100Mbps
100 Base - FX	Multi-mode (two strands 62.5/125) Optical Fiber	412 meters - 2000 meters (Half-Duplex/full-duplex)	100Mbps
100 Base - T	3 UTP cables	100 meters	10Mbps

Отже, після аналізу вирішено, що в мережі буде використана технологія Fast Ethernet 100 Base-TX зі швидкістю 100 Мбіт/с з використанням кабелю 5 UTP. Максимальна довжина відрізку кабелю для підключення пристроїв за технологічним стандартом становить 100 метрів, що достатньо для організації підключення кінцевих користувачів до розподільчого рівня.

2.2 Вибір способу побудови мережі IP-телефонії

Протокол Інтернет-телефонії також називається Voice Over IP. Це інтерактивна аудіо/відео програма в режимі реального часу. Відповідно до назви Інтернет-телефонія, він використовує Інтернет як телефонну мережу з додатковими функціями. Для зв'язку між двома сторонами він використовує Інтернет з комутацією пакетів.

Існують два різних типи протоколів, які дозволяють Інтернет-телефонію.

1. H.323: по суті, H.323 може бути стандартом, встановленим ITU, який дозволяє телефонам загальної телефонної мережі спілкуватися з комп'ютерами, підключеними до Інтернету. Архітектура H.323 показана на рис. 2.5:

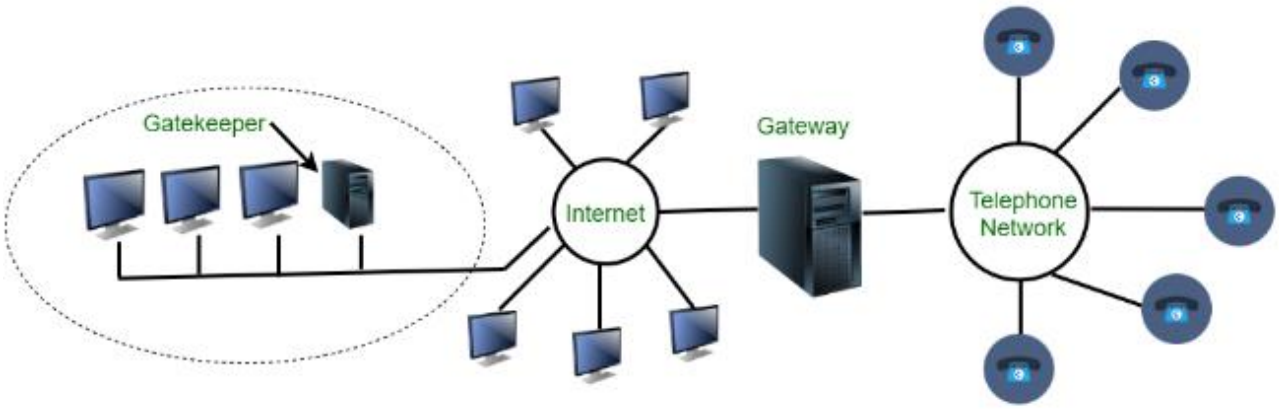

Рисунок 2.5 – Архітектурна модель H.323

У центрі розміщений шлюз, який з'єднує Інтернет з телефонною мережею. Шлюз перекладає повідомлення з одного протоколу в інший. Він

розмовляє протоколом H.323 на сайті Інтернету та PSTN, тобто протоколом загальнодоступної комутованої телефонної мережі на стороні телефону. Він виконує роль комп’ютера і телефону. У локальній мережі може бути наглядач, який контролює термінали під її юрисдикцією, що називається зоною.

Для підтримки аудіо- або відеозв'язку H.323 використовує ряд протоколів. Різні протоколи приведені нижче.

Стек протоколів H.323:

G.711 або G.723.1 – ці протоколи використовуються для стиснення.

H.245 – при цьому допускається використання кількох протоколів стиснення, H.245 дозволяє терміналам узгоджувати, який протокол використовувати для стиснення. H.245 також узгоджує швидкість передачі даних.

RTCP – використовується для керування каналами RTP.

Q.931 – цей протокол необхідний для встановлення та розблокування з’єднань, надання сигналів набору номера, звуків дзвінка.

H.225 – цей протокол дозволяє терміналам спілкуватися з наглядачами. Цей протокол також керує каналом PC-to-gatekeeper, який називається каналом RAS. Цей канал дозволяє терміналам приєднуватися до зони та залишати її, запитувати та повертати пропускну здатність і надавати оновлення статусу.

RTP – використовується для фактичної передачі даних [9].

SIP означає протокол ініціації сеансу. Протокол ініціації сеансу – це широко використовуваний протокол телефонії, який встановлює голосовий або аудіо-медійний сеанс по телефону.

2. SIP є основою будь-якого телефонного дзвінка за допомогою голосового протоколу (VoIP), включаючи голосові дзвінки, дзвінки відеоконференцій, мобільні дзвінки та обмін повідомленнями. SIP-телефонія працює в парі з VoIP-телефонією, спочатку встановлює сеанс, а потім керує сигналізацією для підтримки пакетів даних, що передаються через Інтернет. SIP також відповідає за припинення сеансу зв'язку.

Інтернет-протокол – це, по суті, набір правил, які визначають, як пристрої взаємодіють один з одним. SIP співпрацює з VoIP, який, що дещо заплутано, насправді не є протоколом сам по собі. VoIP є основним терміном для передачі голосових даних, які мають пріоритет передавання за допомогою Інтернет-протоколу.

Важливо знати, що під час передачі голосових даних між підключеними пристроями жодні протоколи не використовуються окремо. Багато різних протоколів працюють в тандемі, утворюючи «стек протоколів». Коли справа доходить до IP-телефонії, поряд із SIP діє багато різних протоколів. Сюди входять протокол опису сеансу (SDP), транспортний протокол реального часу (RTP), протокол керування RTP (RTCP), протокол керування передачею (TCP) і протокол дейтаграм користувача (UDP), усі вони працюють разом для підтримки передачі голосу. пакети даних через Інтернет-з'єднання [10].

В таблиці 2.7 наведена порівняльна характеристика H.323 та SIP.

Таблиця 2.7 – Порівняння протоколів

	SIP	H.323
додаткові послуги	однаковий набір	
персональна мобільність користувачів	високий рівень	посередній рівень
підтримка попередніх версій	в повному обсязі	частково
масштабованість мережі	так	
час встановлення з'єднання	одна транзакція	декілька транзакцій
складність протоколу	низька, мала кількість запитів, використовуються текстові повідомлення	висока, велика кількість запитів, двійковий формат повідомлень

На основі порівняння мережа використовуватиме протокол SIP, який є більш гнучким, простим у використанні, забезпечує більшу мобільність та сумісність обладнання та має широкий вибір абонентських терміналів.

2.3 Вибір способу побудови мережі IP-телебачення (IPTV+VoD)

Телебачення за протоколом Інтернету (IP-TV) — це доставка телевізійного вмісту через мережі Інтернет-протоколу (IP). Це контрастує з доставкою через традиційні формати ефірного, супутникового та кабельного телебачення. На відміну від завантажених медіа, IPTV пропонує можливість безперервної потокової передачі вихідних медіа. В результаті клієнтський медіаплеєр може почати відтворення контенту (наприклад, телеканал) майже відразу. Це відомо як потокове медіа.

Незважаючи на те, що IPTV використовує Інтернет-протокол, воно не обмежується телевізійним потоком з Інтернету (Інтернет-телебачення). IPTV широко розгорнуто в абонентських телекомунікаційних мережах з високошвидкісними каналами доступу до приміщень кінцевих користувачів через телеприставки або інше обладнання для клієнтів. IPTV також використовується для доставки медіа в корпоративних і приватних мережах.

Головний вузол IPTV: де телевізійні канали в прямому ефірі та джерела AV кодуються, шифруються та передаються у вигляді потоків багатоадресної IP-адреси.

Платформа Video on Demand (VOD): де зберігаються відеоактиви на вимогу та обслуговуються як одноадресні IP-потоки, коли користувач робить запит. Платформа VOD іноді може бути розташована разом із головною станцією IPTV та вважатися її частиною.

Інтерактивний портал дозволяє користувачеві переміщатися між різними послугами IPTV, такими як каталог VOD. Мережа доставки – це мережа з комутацією пакетів, яка передає IP-пакети (одноадресні та багатоадресні).

Кінцеві точки – це обладнання користувача, яке може запитувати, декодувати та доставляти потоки IPTV для відображення користувачеві. Це може включати комп’ютери та мобільні пристрої, а також телеприставки.

Шлюз домашнього телебачення – це частина обладнання в будинку користувача IPTV, яка припиняє канал доступу з мережі доставки.

Приставка користувача – це частина кінцевого обладнання, яке декодує та розшифровує телевізійні та VOD-потоки для відображення на екрані телевізора [11].

2.4 Огляд базових протоколів проектування мережі

Загалом проектована мережа функціонує і керується великою кількістю протоколів і технологій. Протоколи Ethernet, TCP / IP, SDH є переважними для функціонування мережі.

У таблиці 2.8 показано протоколи для прикладного рівня та їх призначення.

Таблиця 2.8 – Протоколи прикладного рівня та їх призначення

Протокол	Призначення
SMTP	протокол передачі електронної пошти
POP3	протокол прийому електронної пошти
FTP	протокол файлового обміну
HTTP	гіпертекстовий протокол
SIP	сигнальний протокол IP-телефонії
RTP	протокол передачі медіа трафіку в режимі реального часу
XML	протокол розмітки

Транспортний рівень є другим рівнем стеку протоколів і знаходиться безпосередньо під рівнем прикладної програми. На транспортному рівні використовуються два протоколи: протокол керування передачею (TCP) і протокол дейтаграм користувача (UDP).

Транспортний рівень приймає "повідомлення" від прикладного рівня як дані програми. Його не хвилює, чи є ці дані частиною процесу налаштування, фактичних даних, які потрібно передати, чи іншим керуючим повідомленням. Він просто розглядає дані як блок даних, який потрібно транспортувати на транспортний рівень одержувача.

Дані програми часто дуже великі, і їх необхідно розділити на фрагменти, які називаються сегментами, щоб їх можна було транспортувати на рівні Інтернету. Ця сегментація здійснюється на транспортному рівні; розмір сегментів задається максимальним розміром сегмента (MSS). Сегменти TCP часто називають TCP-пакетами. Кожен сегмент має заголовок (дані, необхідні для транспортування) і корисне навантаження (фактичні дані).

Транспортний рівень може забезпечити як надійну, так і ненадійну службу доставки. Через принцип наскрізного дизайну Інтернету неможливо гарантувати, що дані не будуть «втрачені» і, таким чином, ніколи не прибудуть до місця призначення. Спосіб вирішення цієї проблеми залежить від того, чи використовується надійний чи ненадійний метод доставки.

Протокол керування передачею (TCP).

Для багатьох інтернет-програм, таких як перегляд веб-сторінок і передача файлів, потрібні повні дані. Для деяких видів діяльності, як-от онлайн-банкінг, немає місця для помилок. TCP гарантує, що жоден із даних не буде втрачено.

Це робиться шляхом відстеження кожного згенерованого сегмента та призначення порядкових номерів. На одержувачі TCP веде запис вхідних порядкових номерів і підтверджує кожен сегмент. Якщо відправник не отримує підтвердження, сегмент повторно надсилається. Порядкові номери додаються до заголовка сегмента.

Затримки та додатковий час обробки, викликані очікуванням повторної передачі, означають, що TCP не можна використовувати в програмах реального часу.

Протокол дейтаграм користувача (UDP).

Якщо швидкість передачі даних є найважливішим критерієм, і програма може прийняти деяку втрату даних, то можна використовувати UDP, «ненадійний» протокол. Прикладами послуг, які використовують UDP, є програми реального часу, такі як "FaceTime" і "Skype", а також служби потокової передачі мультимедіа. Втрата деяких даних може призвести до

пробілу в аудіопотоку або до пропуску кадру у відеопослідовності, але це прийнятні втрати, якщо їх порівняти з високою швидкістю передачі даних [12].

Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи були визначені основні технології та типи протоколів, які будуть використовуватися при розвитку мережі. При проектуванні вирішено використати трирівневу модель: ядро – розподіл – доступ. Саме ядро використає технологію 1000 Base-SX, розподіл — GPON FTTB, доступ — 100 Base-TX. Протокол телефонії обрано SIP, для телебачення – IPTV + VoD режимі багатоадресної передачі.

3 ПРОЕКТУВАННЯ СТРУКТУРНОЇ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ МЕРЕЖІ

3.1 Топологічні особливості мережі

Існує кілька різних типів топології мережі. Кожен тип розроблений для власної унікальної мети — не існує «єдиного розміру для всіх». Пошук правильного макета для мереж ваших клієнтів залежить від загального розміру кожної мережі та ваших конкретних цілей. Деякі з найпоширеніших типів включають зірку, шину, кільце, дерево, сітку та гібрид. Нижче розглянуто більш докладно кожен тип.

Топологія зірка є найпоширенішою. У цій структурі кожен вузол незалежно підключається до центрального концентратора за допомогою фізичного кабелю, створюючи таким чином форму зірки. Усі дані повинні пройти через центральний вузол, перш ніж вони досягнуть місця призначення. Оскільки два суміжні вузли не з’єднані, якщо один з них вийде вниз, інші залишаться працювати. Однак, якщо центральний вузол вийде з ладу, вийдуть з ладу всі сусідні вузли в мережі.

Топологія шини, також відома як лінія або магістраль, з’єднує всі пристрої за допомогою одного кабелю, що проходить в одному напрямку. Всі дані в мережі також проходять через цей кабель в одному напрямку. Через обмежену кількість обладнання, необхідного для побудови цієї схеми (один коаксіальний кабель або кабель RJ45), топологія шини вважається потужним, економічно ефективним варіантом для багатьох MSP. У міру зростання потреб мережі можна додати більше вузлів, приєднавши додаткові кабелі. Ці топології можуть обробляти лише таку пропускну здатність, і якщо один кабель вийде з ладу, вся мережа вийде з ладу.

Кільцева топологія, як випливає з її назви, включає всі вузли, розташовані в кільці. Дані можуть проходити кільце в будь-якому напрямку, проходячи

через кожен вузол, поки не досягнуть місця призначення. Оскільки тільки один вузол у кільці може надсилати дані в будь-який момент часу, ймовірність зіткнень пакетів значно зменшується. Однак, як і топологія шини, один несправний вузол у кільцевій компоновці може вивести з ладу всі інші. Пропускна здатність також обмежена, що ставить під сумнів масштабованість.

Топологія дерева налаштована як сімейне дерево з центральним блоком у верхній частині, який потім каскадом об’єднується в ієрархію додаткових одиниць. Опція дерева поєднує найкращі топології зірки та шини, що спрощує додавання вузлів до мережі. Якщо якесь обладнання вийде з ладу, вузли, безпосередньо підключені до нього, також вийдуть з ладу, але підключення буде підтримуватися в інших системах гілок. Хоча топології дерева полегшують масштабованість, керування ними може бути дорогим через кількість кабелів, необхідних для підключення всіх пристроїв.

Меш-топології утворюють веб-подібні структури взаємопов'язаних вузлів. Потім вузли використовують логіку, щоб визначити найбільш ефективний маршрут для передачі кожного пакету даних. У деяких випадках дані переповнюються, і інформація надсилається всім вузлам мережі без необхідності логіки маршрутизації. Меш-топології часто вимагають численних кабелів і можуть бути трудомісткими для налаштування. Однак багато MSP вважають їх вартими зусиль через їх надійний, стійкий до збоїв характер.

Гібридна топологія використовує два або більше макетів для задоволення потреб у використанні мережі. Топологія дерева технічно є прикладом гібридної топології, оскільки вона поєднує структури зірки та шини. Гібридні технології пропонують велику гнучкість і поширені серед великих компаній, особливо тих, що розбиті на багато різних відділів. Оскільки ці топології настільки складні, для керування ними потрібен великий досвід.

Кожна з цих мережевих топологій може висунути власний набір переваг, а також деякими унікальними недоліками.

Топологічне рішення для проектованої мережі наведено в додатку В, рис. В.1. Виходячи з цього показника, ми визначили, що центральним елементом зірки стане будинок № 47 на вулиці Молодіжній.

3.2 Проектування структурної схеми мережі

Структурна схема для проектованої мережі приведена в додатку В, малюнок В.2. Структурна схема мережі показує структурну організацію ядра мережі, мережі розподілу та доступу.

Центральне ядро проектованої мережі складається з наступних компонет:

- власне маршрутизатор ядра;
- обладнання для комутації (комутатор);
- оптичні компоненти мережі (OLT);
- телефонна станція (IP-АТС);
- обладнання телебачення (основна станція IPTV + VoD).

Роутер є ядром та центральним елементом мережі. Він діє як демілітаризована зона і перерозподіляє права доступу до серверного обладнання. До роутера по технології 1000 BaseT і топології зірки підключені комутатор і вузол OLT.

Коммутатор рівня ядра формує мережу серверного обладнання з підключенням мереж та IP-серверу АТС за технологією 1000 BaseT, використанням топології «зірка». IP-АТС підключає внутрішнєтелефонне обладнання до ТМЗК. IPTV проектується на головнійIPTV станції + VoD, що зв’язана з антенним обладнанням та супутниковими приймачами. До комутатора також підключено IP-відеосервера, що накопичує відеоконтент з IP-камер системи спостереження.

Використання OLT є центром та каналоутворюючим пристроєм розподільної мережі GPON, з інтерфейсами GPON та 1000 BaseT. Сама мережа

GPON побудована з використанням лінійно-оптичної мережі, пасивних компонент і пристроїв абонентського доступу ONT.

Домашня мережа доступу – це комутатори організована, кінцеві пристрої GPON мережі ONT з 2ма фізичними інтерфейсами GPON і 1000 BaseT. Комутатор кожного будинку підключений до інтерфейсу 1000 BaseT, а до нього підключається проміжна IPTV-станція.

Рівень доступу представлений комутаторами доступу, що підключаються до домашнього комутатора за технологією 1000 BaseT і топологією «зірка». Обладнання абонентів, встановлене в квартирах абонентів та площі відповідних будинків: персональні комп'ютери, телефони, приставки STB та камери спостереження за технологією 1000 BaseT і топологією «зірка».

3.3 Проектування функціональної схеми мережі

У додатку В на рис В.3 приведена функціональна схема проектованої мережі. Вона повторю трирівневу модель як і в структурній схемі: ядро мережі, організує роботу рівня розподілу проектованої мережі, функціональну організацію рівня доступу.

Функціональна схема проектованої телекомунікаційної мережі виділяє основні властивості та функції кожного з елементів структурної схеми, а також протоколи для взаємодії точок мережі.

Розподіл адрес у мережі можливий як автоматично, так і статично. Так як в мережі наявна велика кількість термінального обладнання та можливість підключення в гостьовому режимі абонентів через безпроводовий сегмент мережі, то буде використовуватись динамічний метод призначення адреси.

Дану адачу вирішує протокол DHCP.

Метою протоколу динамічної конфігурації хоста (DHCP) є призначення мережі налаштування централізовано із сервера, а не локально для кожного робочої станції. Хост, налаштований на використання DHCP, не контролює

власну статику адреси. Дозволено налаштовувати себе повністю й автоматично відповідно до вказівок сервера. Якщо використовується NetworkManager на стороні клієнта, не потрібно взагалі налаштувати клієнта. Це корисно, якщо наявне мінливе середовище і тільки один інтерфейс активний одночасно.

Один із способів налаштувати сервер DHCP — ідентифікувати кожного клієнта за допомогою апаратної адреси своєї мережевої карти (яку в більшості випадків слід виправити), а потім надати цьому клієнту ідентичні налаштування кожного разу, коли він підключається до сервера. DHCP також можна налаштувати динамічно призначати адреси кожному зацікавленому клієнту з пулу адрес, налаштованого на цю мету. В останньому випадку DHCP-сервер намагається призначити ту саму адресу клієнта щоразу, коли він отримує запит, навіть протягом більш тривалого періоду. Це працює лише за умови, коли мережа не має більше клієнтів, ніж адрес.

Будь-які зміни, навіть більші, пов’язані з адресами та конфігурацією мережі загалом, можуть бути реалізовані централізовано, редагуючи файл конфігурації сервера. Це набагато зручніше, ніж переналаштувати численні робочі станції. Крім того, набагато легше інтегрувати машини, особливо нові машини, в мережу, оскільки їм можна надати IP-адресу з пулу.

Отримання відповідних мережевих налаштувань із сервера DHCP особливо корисно у випадку портативних пристроїв абонентів, які регулярно використовуються в різних мережах.

Для прикладу розглянемо, як сервер DHCP працюватиме в тій самій підмережі, що й робочі станції, 192.168.2.0/24 із 192.168.2.1 як шлюзом. Він має фіксовану IP-адресу 192.168.2.254 і обслуговує два діапазони адрес: 192.168.2.10–192.168.2.20 та 192.168.2.1001 92.168.2.200;.

DHCP-сервер надає не тільки IP-адресу та мережну маску, а й ім’я хоста, доменне ім’я, шлюз і адреси сервера імен для використання клієнтом. На додаток до цього, DHCP дозволяє централізовано налаштовувати ряд інших параметрів, наприклад, сервер часу, з якого клієнти можуть опитувати поточний час, або навіть сервер друку [13].

Щоб мати можливість отримати доступ до Інтернету, необхідно використовувати глобальну адресу, локальні адреси, призначені сервером DHCP, використовувати не можна. Звичайно, виділення глобальних адрес для термінального обладнання не допускається, тому потрібно конвертувати адреси з однієї підмережі в іншу. Цю функцію має виконувати маршрутизатор, а саме служба перекладу адреси NAT.

NAT (Network Address Translation, трансляція мережевих адрес) - це функція для зміни IP-адреси під час передачі пакетів Ethernet через маршрутизатор. Найчастіше використовується для підключення пристроїв у локальній мережі до Інтернету, але може використовувати і для інших цілей.

Через обмежену кількість IP адрес. У мережах IPv4 кількість адрес трохи більше 4 млрд. (4 228 250 625). Це вдвічі менше за населення нашої планети, так що на всіх не вистачить. Адже є мільярди пристроїв, які теж повинні виходити в Інтернет (привіт Інтернету Речів). Для вирішення проблеми нестачі унікальних IP-адрес і придумали NAT. Тепер до одного маршрутизатора можна підключити десятки пристроїв, які будуть мати різні внутрішні IP-адреси і тільки одну унікальну зовнішню IP-адресу, за якою будуть доступні з Інтернету. (лише при використанні NAT у режимі N-к-1).

Для безпеки, коли потрібно приховати внутрішній IP-адресу (LAN) пристроїв від зовнішньої мережі (WAN). Функція NAT перетворює внутрішню IP-адресу на певну IP-адресу або діапазон внутрішніх IP-адрес в одну зовнішню IP-адресу.

Для безпеки, коли необхідно приховати тип сервісу або номер порту, який використовує пристрій. У цьому випадку заміна не IP адреси, а номер порту замінюється на загальновідомий порт (наприклад, на 80-й порт HTTP).

Коли та сама IP-адреса використовується ідентичними мережевими пристроями і немає можливості її змінити.

Усього є 4 типи NAT:

- 1-к-1 NAT або Статичний NAT;
- Bidirectional 1-к-1 NAT;

– N-к-1 NAT;

– Port Forward / Прокидання портів [14.]

Далі необхідно провести логічне структурування мережі. Цю операцію можна виконати двома способами:

- використання списків доступу;
- використання віртуальних підмереж.

Надалі будуть застосовані обидва способи структурування, а саме:

- накладання списків доступу на інтерфейс маршрутизатора, що відповідаєза трансляцію адрес і вихід до мережі Інтернет;
- створення віртуальних мереж для розвантаження комутаційних пристроїв, концентрацію широкомовного потоку трафіку та ізоляцію груп устаткування в підмережі без застосуваня списків доступу.

На етапах проектування традиційної локальної мережі фізичне розташування комп'ютерів може бути початковою метою. Поєднайте це з чутливими мережами передачі даних, які потребують фізичного розділення, і стає вкрай важливо, щоб все було ретельно сплановано, оскільки після встановлення буде мало місця для змін. Якщо дві (або більше) мережі необхідні для розділення конфіденційних даних з метою безпеки, це вимагає встановлення та обслуговування додаткових фізичних наборів проводів.

Так само, коли потрібна додаткова потужність мережі, новий кабель потрібно встановлювати кілька разів для фізично розділених мереж, тому фізичне обмеження переміщення комп'ютера стає проблемою. Усі ці фактори додають витрати як на встановлення, так і на щоденне керування мережами. Використовуючи мережі VLAN, ми можемо врахувати ці мінливі вимоги.

Використовуючи віртуальні локальні мережі або VLAN (802.1q), можна використовувати фактичний комутатор, щоб подолати описані вище проблеми і підвищити як керування мережами, так і, зрештою, продуктивність.

VLAN — це мережа, керована програмним забезпеченням; він веде себе так, ніби він підключений тим же кабелем, що й традиційна мережа, хоча фізично він може бути розділений між різними сегментами мережі. Таке

логічне групування комп’ютерів дозволяє набагато простіше конфігурувати, навіть якщо вузли розташовані на великій географічній території.

Віртуальні локальні мережі пропонують два типи VLAN – VLAN на основі портів і VLAN на основі пакетів. З VLAN на основі портів кожен порт комутатора можна призначити групі VLAN або VLAN. Будь-який вузол підключений до порту, автоматично матиме членство в VLAN, з яким пов’язаний порт, і не матиме доступу до жодного ресурсу або VLAN, не підданих цьому порту. Це ефективно створює мережу для кожного порту або груп портів, як якщо б вони були підключені окремо. VLAN на основі портів дозволяє приєднати до комутатора два вузли, спільні фізичні підключення, але в кінцевому підсумку бути повністю відокремленим [15].

В другому розділі кваліфікаційної роботи було визначено, що для роботи мережі телефонії обраний протокол SIP.

На рис. 3.1сценарій приведено з'єднання за протоколом SIP з використанням проксі-сервера.

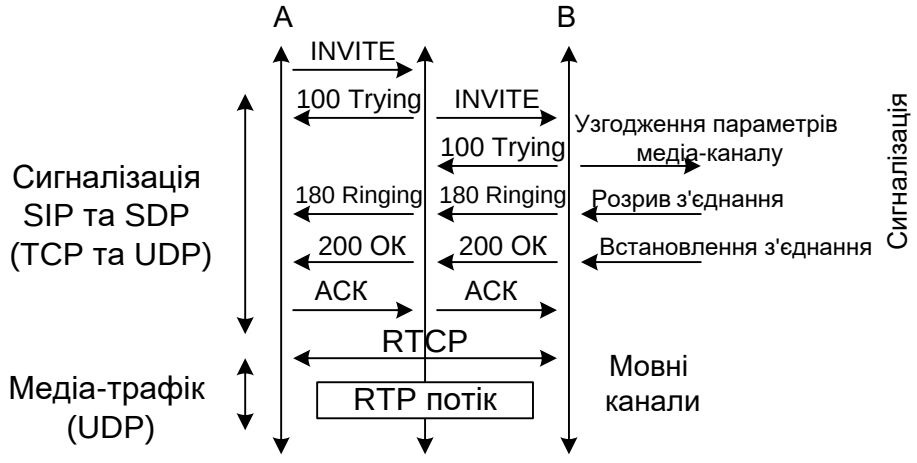

Рисунок 3.1 – З'єднання за протоколом SIP

Також розглянемо більш докладно функціональну схему для надання послуги телебачення, а саме, сегмента IPTV та VoD (рис. 3.2).

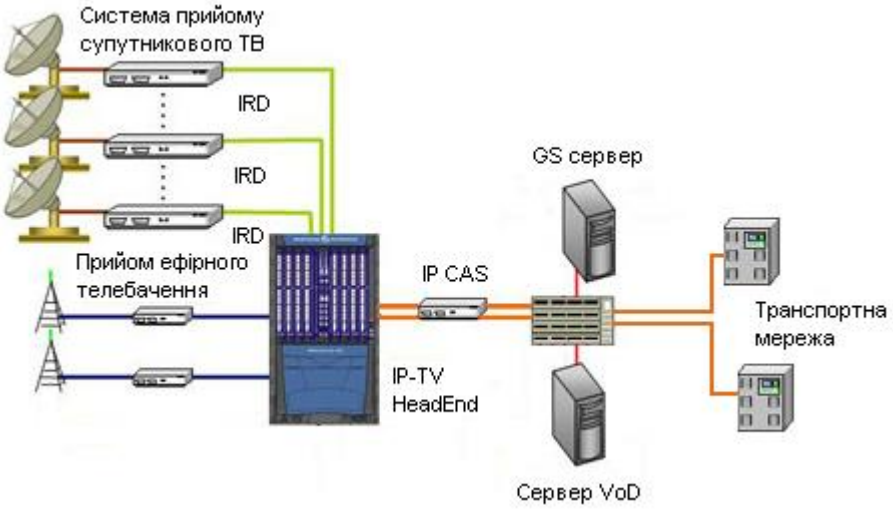

Рисунок 3.2 – Функціональна схема сегменту IPTV

Протоколо FTP (англ. File Transfer Protocol - протокол передачі файлів) в проектованій мережі організує обмін внутрішніми ресурсами і завантаження файлів з мережі, крім того, можливий режим передачі файлів між серверами (протокол FXP).

Протоколи SMTP та POP – передача та прийом електронної пошти.

Протоколи RTSP, RTP, RTCP IGMP – передача потокового відео.

Білінг в маршрутизаторі для послуги телефонії та АТС здійснює RadiusServer.

Три лінії 1000 Base-SX зі швидкістю 2 Гбіт/с на 802.3ad – підключення внутрішнього маршрутизатору о OLT.

Віртуальні VLAN за допомогою апаратних груп 802.3q для підключення користувачів мережі та термінальних пристрої

Висновки до розділу 3

В третьому розділі кваліфікаційної роботи спроектовані наступні схеми мережі – топологічна, структурна та функціональна. Топологічна схема показує

місця розташування обладнання. Структурна схема аналізує та призначає місце основних мережних пристроїв. Функціональна схема показує організацію функціонування мережі, протоколи, технології, обладнання, послуги, абоненти.

4 ПРОЕКТУВАННЯ IP-МЕРЕЖІ ДЛЯ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

4.1 Призначення ip-адрес та логічна структуризація мережі

Проектована мережа спроектована багаторівневою: ядро – розподіл – доступ. Ядро організовано на базі маршрутизатора з підключенням зовнішнього каналу, обладнання, що включає IP-телефонію та IP-телебачення. Застосування наявного серверного обладнання визване наявністю саме такого обладнання в пакеті моделювання та програмною реалізацією CME в Cisco. Розподіл організовано на центральному комутаторі, що імітує GPON ONT. Доступ — на комутаторах доступу, що імітують GPON OLT. Абонентськими пристроями виступають персональні комп'ютери, IP-телефони, телевізори. Проектування рівня розподілу абонентів виконується за технологією VLAN. Таблиця 4.1 підсумовує розподіл IP-адрес.

Таблиця 4.1 – Призначення ip-адрес

Назва пристроїв	Мережа	Маска
Робочі станції	10.0.0.0	24
IP-телевізори	10.0.1.0	24
IP-телефони	10.0.2.0	24

DHCP виконує динамічний розподіл адресного простору між користувачами. Кожна група обладнання заключна в окремий VLAN.

Таблиця 4.2 підсумовує розподіл IP-адрес між фізичними та логічними портами активного мережного устаткування.

Таблиця 4.2 – Розподіл IP-адрес між фізичними та логічними портами

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	255.255.255.0
	VLAN103	10.0.1.1	255.255.255.0
PBX	Fa0/0	10.0.2.2	255.255.255.0
IPTV	Fa0/0	10.0.1.2	255.255.255.0
VoD	Fa0/0	10.0.1.3	255.255.255.0

4.2 Симуляційне виконання роботи мережі

Пакет програм Packet Tracer найкраще підходить для реалізації проектованої мережі та її моделювання. Схема моделі мережі показана на рис.4.1, вона не повна, але демонструє всі необхідні налаштування та роботу мережі в цілому.

В моделі присутні: вузол основного рівня, вузол рівня розподілу та два вузла рівня доступу.

В моделі присутні наступні елементи:

- Router1 – центральний маршрутизатор з вбудованим;
- прикордонний маршрутизатор Router0;
- комутаційне обладнання в якості Switch0 (комутатор розподілу);
- комутаційне обладнання в якості Switch1, Switch3 (абонентський доступ);
- персональні комп’ютери – PC0-7;
- IP-телефонія - IPphone0-3
- IP-TV - Laptop0-Laptop3;
- необхідні мережні сервери.

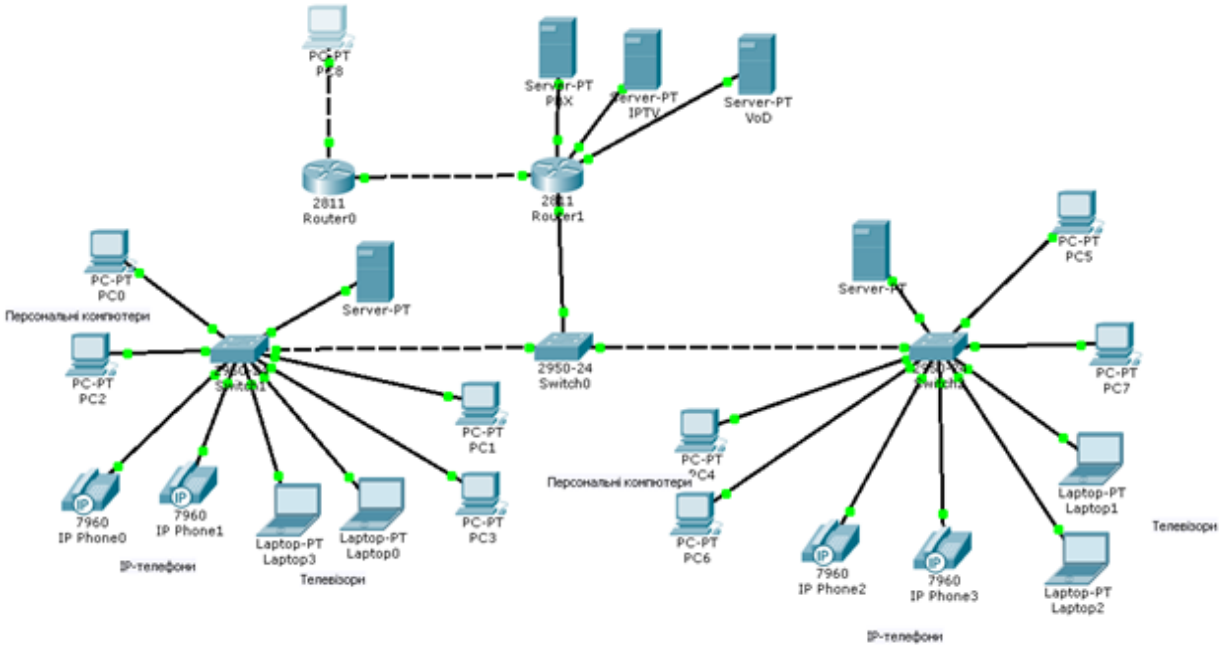

Рисунок 4.1 – Модель мережі для ЖК

Налаштування комутатора Switch1:

```
//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
//конфігуруємо інтерфейс в режимі trunk
Switch1(config)#interface FastEthernet0/1
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport mode trunk
```

```
Switch1(config-if)#
%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)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 101
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/4
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 101
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/5
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 102
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/6
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 102
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/7
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 103
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/8
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 103
Switch1(config-if)#
```

```
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#
```

Налаштування аналогічно проводяться на комутаторі доступу Switch3.

Налаштування комутатораSwitch0.

```
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)#
Switch0(config)#interface FastEthernet0/1
Switch0(config-if)#
Switch0(config-if)#switchport mode trunk
Switch0(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to down
Switch0(config-if)#exit
Switch0(config)#interface FastEthernet0/2
Switch0(config-if)#
Switch0(config-if)#switchport mode trunk
Switch0(config-if)#
Switch0(config-if)#exit

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

Router1: створення віртуальних підмереж, налаштування серверу розподілу адресного простору, NAT та списки доступу.

```
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)#
    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)#
    Router1(config-if)#switchport mode trunk
    Router1(config-if)#
    %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)#
    Router1(config-if)#
    Router1(config-if)#switchport access vlan 102
```

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

Налаштування інтерфейсу в напрямку маршрутизатора 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
```

Активація віртуальних інтерфейсів та IP-адреси:

```
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
Router1(config-if)#
%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
Router1(config-if)#
%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 10.0.2.1 255.255.255.0
```

Налаштування DHCP:

```
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 10.0.2.1 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.2.2 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.4.1 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.4.2 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp excluded-address 10.0.4.3 255.255.255.0
Router1(config)#ip dhcp pool 101
Router1(dhcp-config)#network 10.0.0.0 255.255.255.0
Router1(dhcp-config)#def
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 10.0.2.0 255.255.255.0
Router1(dhcp-config)#default-router 10.0.2.1
Router1(dhcp-config)#ex
```

Router1 – створення списків доступу. В таблиці 4.3 організований перелік правил для списків доступу.

Таблиця 4.3 – Перелік правил для списків доступу

Послуга	VLAN101	VLAN102	VLAN103
Інтернет	+	-	-
IP-телефонія	-	+	-
Відео за запитом та IP-телебачення	-	-	+

Налаштування списку доступу до мережі Інтернет:

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

Призначення внутрішнього та зовнішнього діапазонів адрес, та встановлення дозволу на трансляцію:

```
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
```

Висновки до розділу 4

В даному розділі кваліфікаційної роботи виконана імітаційна модель з усіма необхідними налаштуваннями, що імітує налаштування та перевірку роботи основних функції мережі:с писки доступу, NAT (доступ в Інтернет), DHCP, VLAN.

ВИСНОВКИ

Метою даного дипломного проекту було забезпечення мешканців житлового комплексу «Ювілейний» одним каналом широкосмугового доступу, високошвидкісного доступу до Інтернету, IP-телефонії та IPTV. Кількість будинків – 91, кількість квартир ЖК – 1399.

У першому розділі кваліфікаційної роботи була побудована інформаційна модель, приведені характеристики проектованої мережі, розраховані параметри трафіку для мережі, як окремо для кожного вузла, так і в цілому.

Загальне навантаження на мережне обладнання в цілому становить понад 4 Гбіт/с. Зовнішній канал до Інтернету повинен бути не менше 797,43 Мбіт/с, навантаження на обладнання IP-телефонії - 18,187 Мбіт/с, IPTV - 3517,21 Мбіт/с.

Навантаження по телефонній мережі 96.45 Ерл. Для коефіцієнта втрат 0,005 і навантаження 96,45 Ерл кількість зовнішніх каналів відповідно до таблиці Кендалла-Башаріна становитиме 117, а ISDN - 4xISDN PRI.

У другому розділі кваліфікаційної роботи були визначені основні технології та типи протоколів, які будуть використовуватися при розвитку мережі. При проектуванні вирішено використати трирівневу модель: ядро – розподіл – доступ. Саме ядро використає технологію 1000 Base-SX, розподіл — GPON FTTB, доступ — 100 Base-TX. Протокол телефонії обрано SIP, для телебачення – IPTV + VoD режимі багатоадресної передачі.

В третьому розділі кваліфікаційної роботи спроектовані наступні схеми мережі – топологічна, структурна та функціональна. Топологічна схема показує місця розташування обладнання. Структурна схема аналізує та призначає місце основних мережних пристроїв. Функціональна схема показує організацію функціонування мережі, протоколи, технології, обладнання, послуги, абоненти.

В четвертому розділі кваліфікаційної роботи виконана імітаційна модель з усіма необхідними налаштуваннями, що імітує налаштування та перевірку

роботи основних функції мережі:с писки доступу, NAT (доступ в Інтернет), DHCP, VLAN.

СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом «Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж» для студентів заочної форми навчання по спеціальності «Телекомунікаційні системи а мережі» / Укл.: доц. Дегтяренко І.В., ас. Ступак Г.В., ас. Прядко Л.О. – Донецьк: ДонНТУ, 2007. – 58 с.

2. P. E. Green, “Fiber to the home: the next big broadband thing,” IEEE Commun. Mag., vol. 42, pp. 100–106, Sept. 2014.

3. FTTX Concepts and Applications Gerd Keiser, Keiser [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://allegro.pl/oferta/fttx-concepts-and-applications-ebook-10016645440 – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

4. Glasfaser-Netzarchitektur [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/1403191.htm – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

5. Fiber Optic Solutions [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.fiber-optic-solutions.com/intro-optical-network-pon.html – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

6. PON-X® Exploring Future PON [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://fr.semtech.com/applications/networking-communication/passive-optical-networks-fiber-to-the-home – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

7. What is APON, BPON, EPON, GPON [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.e1-converter.com/TechnicalLectures/What-is-APON-BPON-EPON-GPON.html – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

8. Ethernet Standards & Frames [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://study.com/academy/lesson/ethernet-standards-frames.html – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

9. Internet Telephony Protocol | H.323 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.geeksforgeeks.org/internet-telephony-protocol-h-323/ – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

10. Session Initiation Protocol (SIP) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ringcentral.co.uk/gb/en/blog/definitions/session-initiation-protocol-sip/ – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

11. IP TV & Digital Signage [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.i-grp.com/ict-solutions/ip-tv-digital-signage/ – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

12. The TCP/IP stack [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://isaaccomputerscience.org/concepts/net_internet_tcp_ip_stack?examBoard=all &stage=all – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

13. DHCP [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cisweb.bristolcc.edu/~jca/cis232/OpenSUSE11.1%20Docs/DHCP.pdf – Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

14. Network Address Translation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://moxa.pro/blogs/articles/chto-takoe-nat-osobennosti-v-moxa– Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

15. Virtual Local Area Networks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://support.usr.com/download/whitepapers/vlan-wp.pdf– Дата доступу: травень 2022. – Назва з титул. екрана.

ДОДАТОК А

Охорона праці, безпека в надзвичайних ситуаціях

А.1 Аналіз умов праці відділу технічної підтримки.

Відділ технічної підтримки розташований у будівлі. Площа приміщення відділу технічної підтримки складає 50 м^2. 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 напряму 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, триметілфосфат, біфеніли).

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

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 м^2, а об'єм не менше ніж 20,0 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 рисунку В.1.

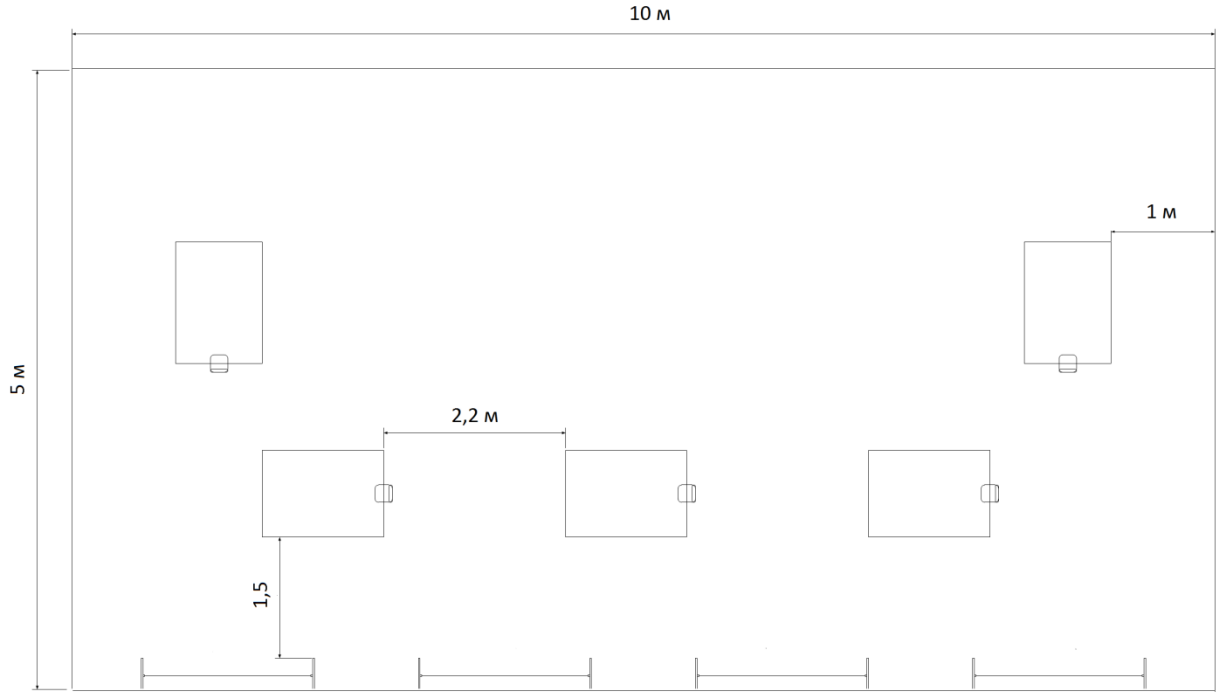

Рисунок А.1 - Облаштованість робочих місць із ПК відділу технічної підтримки

А.2.1 Мікроклімат робочого місця

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

Повітрообмін по теплу визначаємо за формулою:

$$L=\frac{Q_{над}}{c\times p(t_в-t_н)},\ м^3/год, \qquad (А.1)$$

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

с - теплоємність повітря (0,237 ккал/кг°С);

р - обсягова вага повітря (1,226 кг/ $м^3$);

$t_в$ - температура витяжного повітря (30°С);

$t_н$ - температура приточного повітря (20°с).

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за формулою:

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

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:

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

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

Де х1, х2, х3, х4- кількість системних блоків, моніторів, принтерів, кондиціонерів відповідно;

к1, к2, к3, к4- іх потужність

Р - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

$К_а$ - коефіцієнт установленої потужності (0,95);

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

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

Розрахуємо:

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

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули:

$$Q_{пер} = n \times g \quad (А.5)$$

де n - кількість працюючих;

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

Розрахуємо:

$Q_{пер}$ =5*100=500 ккал/год.

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення за формулою:

$$Q_{осв} = E_м \cdot g_1 \cdot S, \quad (А.6)$$

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

g_1 - питоме тепловиділення на 1 м^2 підлоги при 1 лк освітленості (для люмінесцентних ламп - 0,05 ккал/год.).

S - площа приміщення, м^2.

Розрахуємо:

$Q_{осв}$ =400*0,05*50=1000 ккал/год.

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна за формулою:

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

де F - площа віконних прорізів (м^2).

g_2 - кількість тепла, що надходить через 1 м^2 віконного прорізу

(65 ккал/год.).

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

Розрахуємо:

$Q_{ср}$= 8*65*0,4=208 ккал/год.

Визначимо кількість надлишкового тепла:

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

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

L=13800/(0,237*1,226)*(30-20)= 4749,42 м^3/год

Існуюча в наявності система кондиціонування і вентилювання має продуктивність 5000 м^3/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 пробою 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:

$$R_{роз} = R_{зм} \cdot \varphi ,$$

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

φ - кліматичний коефіцієнт, φ=1,5

$$R_{роз} = 100*1,5=150 \text{ Ом}.$$

Визначимо опір одного заземлювача за формулою:

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

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*3,14*3)*(ln (6/0,12)+1/2*ln (7/5))=32,39 Ом.

Визначимо кількість паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n = R_0 / R_{дод} \cdot \eta ,$$

де η - коефіцієнт використання групового заземлювача, η=0,5В.

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

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*(15-1)=84 м.

Визначимо опір сполучної смуги за формулою:

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

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

Де d_1 - товщина смуги (0,06 м);

ηсм- коефіцієнт використання смуги (0,8);

Підставимо отримані значення й результуючий опір заземлюючого пристрою:

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

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

R=(32,39*3,26)/((32,39*0,8)+(3,93*15*0,8))=1,45 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.;

- захаращувати 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 м^2. 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 пожару 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, взаімодію 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 держуться вільними, нічим не захарашовані. 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 потрібності 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 факторі 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 Р – 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

План кварталу

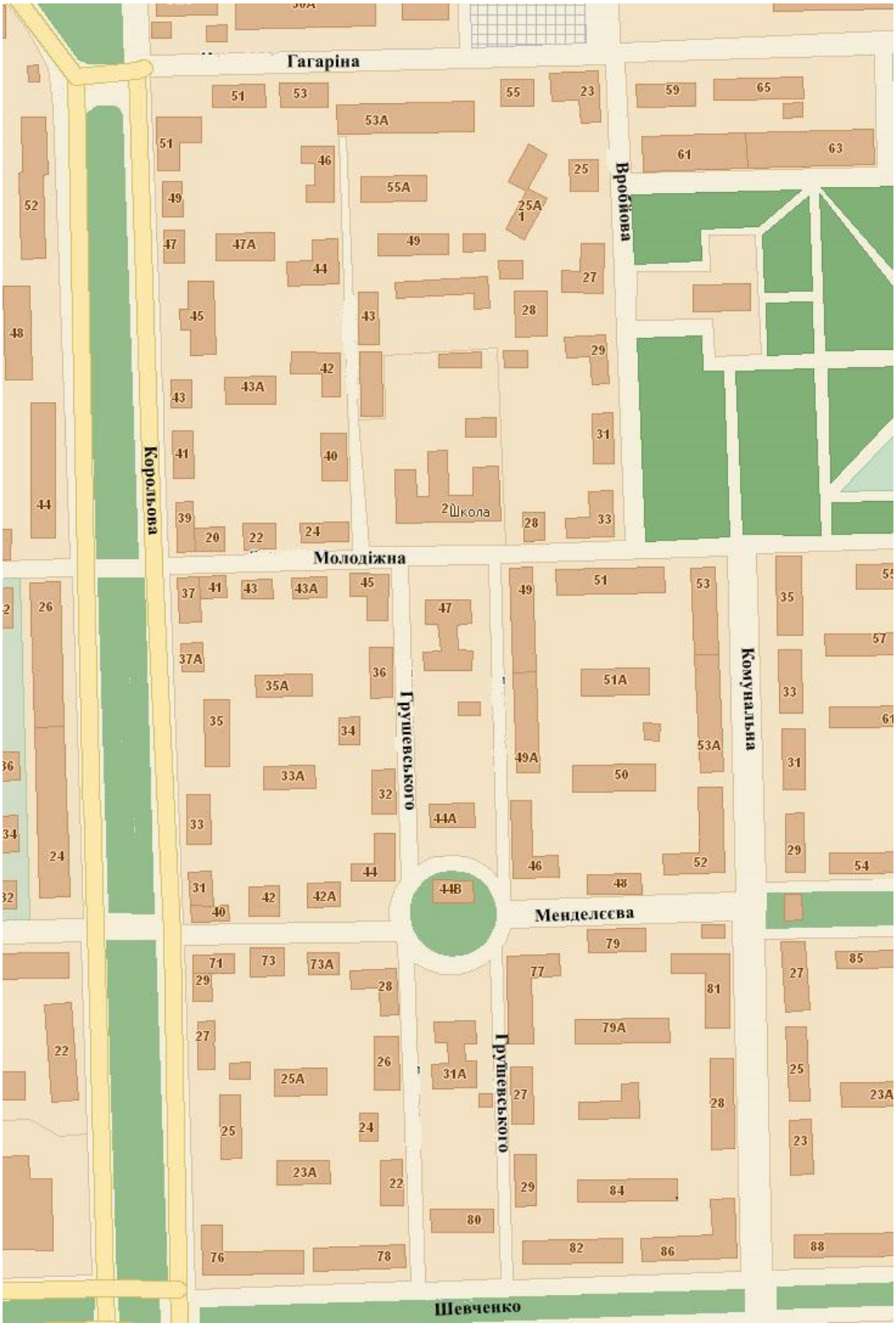

Рисунок Б.1 – План забудови кварталу

Таблиця Б.1 – Характеристика квартирного фонду

Вулиця	Будинок	Кількість квартир
1	2	3
Комунальна	28	18
Грушевського	22	9
Грушевського	24	6
Грушевського	26	12
Грушевського	27	12
Грушевського	28	16
Грушевського	29	12
Грушевського	31а	1
Грушевського	32	12
Грушевського	34	6
Грушевського	36	12
Грушевського	40	9
Грушевського	42	12
Грушевського	43	12
Грушевського	44	16
Грушевського	46	16
Молодіжна	20	8
Молодіжна	22	8
Молодіжна	24	12
Молодіжна	26	1
Молодіжна	28	6
Молодіжна	41	8
Молодіжна	43	8
Молодіжна	43а	12
Молодіжна	45	18
Молодіжна	47	3
Молодіжна	49	24
Молодіжна	49а	24
Молодіжна	51	24
Молодіжна	51а	16
Молодіжна	53	24
Молодіжна	53а	24
Гагаріна	49	18
Гагаріна	51	16
Гагаріна	53	16
Гагаріна	53а	36
Гагаріна	55	12
Гагаріна	55а	18
Вробйова	1	36
Вробйова	23	18
Вробйова	25	9
Вробйова	25а	18
Вробйова	27	18
Вробйова	28	16
Вробйова	29	18
Вробйова	31	18

Продовження таблиці А.1

1	2	3
Вробйова	33	18
Менделєєва	40	6
Менделєєва	42	12
Менделєєва	42а	12
Менделєєва	44	18
Менделєєва	44а	16
Менделєєва	44в	16
Менделєєва	46	24
Менделєєва	48	18
Менделєєва	50	32
Менделєєва	52	18
Менделєєва	71	16
Менделєєва	73	12
Менделєєва	72а	12
Менделєєва	77	22
Менделєєва	79	18
Менделєєва	79а	22
Менделєєва	82	18
Корольова	23а	16
Корольова	25	18
Корольова	25а	16
Корольова	27	9
Корольова	29	6
Корольова	31	6
Корольова	33	9
Корольова	33а	12
Корольова	55	24
Корольова	35а	12
Корольова	37	9
Корольова	37а	4
Корольова	39	6
Корольова	41	8
Корольова	43	4
Корольова	43а	12
Корольова	45	18
Корольова	47	6
Корольова	47а	12
Корольова	49	6
Корольова	51	16
Шевченко	76	36
Шевченко	78	36
Шевченко	80	12
Шевченко	82	36
Шевченко	82	36
Шевченко	86	36
Всього	91	1399

Таблиця Б.2 – Результат розподілу абонентів за тарифними планами

Вулиця	Будинок	Кількість квартир	Стандарт	Перфект
1	2	3	4	5
Комунальна	28	18	3	15
Грушевського	22	9	1	8
Грушевського	24	6	3	3
Грушевського	26	12	7	5
Грушевського	27	12	5	7
Грушевського	28	16	9	7
Грушевського	29	12	4	8
Грушевського	31а	1	1	0
Грушевського	32	12	6	6
Грушевського	34	6	5	1
Грушевського	36	12	11	1
Грушевського	40	9	7	2
Грушевського	42	12	2	10
Грушевського	43	12	4	8
Грушевського	44	16	6	10
Грушевського	46	16	7	9
Молодіжна	20	8	5	3
Молодіжна	22	8	2	6
Молодіжна	24	12	11	1
Молодіжна	26	1	1	0
Молодіжна	28	6	6	0
Молодіжна	41	8	1	7
Молодіжна	43	8	5	3
Молодіжна	43а	12	11	1
Молодіжна	45	18	17	1
Молодіжна	47	3	3	0
Молодіжна	49	24	19	5
Молодіжна	49а	24	16	8
Молодіжна	51	24	15	9
Молодіжна	51а	16	6	10
Молодіжна	53	24	22	2
Молодіжна	53а	24	11	13
Гагаріна	49	18	7	11
Гагаріна	51	16	10	6

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
Гагаріна	53	16	11	5
Гагаріна	53а	36	35	1
Гагаріна	55	12	11	1
Гагаріна	55а	18	11	7
Вробйова	1	36	3	33
Вробйова	23	18	7	11
Вробйова	25	9	1	8
Вробйова	25а	18	2	16
Вробйова	27	18	7	11
Вробйова	28	16	11	5
Вробйова	29	18	15	3
Вробйова	31	18	5	13
Вробйова	33	18	15	3
Менделєєва	40	6	1	5
Менделєєва	42	12	11	1
Менделєєва	42а	12	8	4
Менделєєва	44	18	10	8
Менделєєва	44а	16	1	15
Менделєєва	44в	16	13	3
Менделєєва	46	24	23	1
Менделєєва	48	18	15	3
Менделєєва	50	32	1	31
Менделєєва	52	18	4	14
Менделєєва	71	16	11	5
Менделєєва	73	12	2	10
Менделєєва	72а	12	6	6
Менделєєва	77	22	5	17
Менделєєва	79	18	4	14
Менделєєва	79а	22	6	16
Менделєєва	82	18	3	15
Корольова	23а	16	3	13
Корольова	25	18	13	5
Корольова	25а	16	12	4
Корольова	27	9	6	3
Корольова	29	6	3	3
Корольова	31	6	1	5
Корольова	33	9	2	7
Корольова	33а	12	9	3
Корольова	55	24	17	7
Корольова	35а	12	4	8
Корольова	37	9	8	1
Корольова	37а	4	3	1
Корольова	39	6	6	0

Продовження таблиці 1.2

Корольова	41	8	5	3
Корольова	43	4	4	0
Корольова	43а	12	2	10
Корольова	45	18	16	2
Корольова	47	6	5	1
Корольова	47а	12	2	10
Корольова	49	6	6	0
Корольова	51	16	6	10
Шевченко	76	36	13	23
Шевченко	78	36	26	10
Шевченко	80	12	10	2
Шевченко	82	36	29	7
Шевченко	82	36	26	10
Шевченко	86	36	12	24
Всього	91	1399	756	643

Таблиця Б.3 – Розрахунок навантаження на мережу

Вулиця	Будинок	Інтернет, Мбіт/с	IP-телефонія, Мбіт/с	IPTV+VoD, Мбіт/с	Всього на будинок, Мбіт/с
1	2	3	4	5	6
Комунальна	28	10,26	0,234	82,05	92,544
Грушевського	22	5,13	0,117	43,76	49,007
Грушевського	24	3,42	0,078	16,41	19,908
Грушевського	26	6,84	0,156	27,35	34,346
Грушевського	27	6,84	0,156	38,29	45,286
Грушевського	28	9,12	0,208	38,29	47,618
Грушевського	29	6,84	0,156	43,76	50,756
Грушевського	31а	0,57	0,013	0	0,583
Грушевського	32	6,84	0,156	32,82	39,816
Грушевського	34	3,42	0,078	5,47	8,968
Грушевського	36	6,84	0,156	5,47	12,466
Грушевського	40	5,13	0,117	10,94	16,187
Грушевського	42	6,84	0,156	54,7	61,696
Грушевського	43	6,84	0,156	43,76	50,756
Грушевського	44	9,12	0,208	54,7	64,028
Грушевського	46	9,12	0,208	49,23	58,558
Молодіжна	20	4,56	0,104	16,41	21,074
Молодіжна	22	4,56	0,104	32,82	37,484
Молодіжна	24	6,84	0,156	5,47	12,466
Молодіжна	26	0,57	0,013	0	0,583
Молодіжна	28	3,42	0,078	0	3,498
Молодіжна	41	4,56	0,104	38,29	42,954
Молодіжна	43	4,56	0,104	16,41	21,074
Молодіжна	43а	6,84	0,156	5,47	12,466

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6
Молодіжна	45	10,26	0,234	5,47	15,964
Молодіжна	47	1,71	0,039	0	1,749
Молодіжна	49	13,68	0,312	27,35	41,342
Молодіжна	49а	13,68	0,312	43,76	57,752
Молодіжна	51	13,68	0,312	49,23	63,222
Молодіжна	51а	9,12	0,208	54,7	64,028
Молодіжна	53	13,68	0,312	10,94	24,932
Молодіжна	53а	13,68	0,312	71,11	85,102
Гагаріна	49	10,26	0,234	60,17	70,664
Гагаріна	51	9,12	0,208	32,82	42,148
Гагаріна	53	9,12	0,208	27,35	36,678
Гагаріна	53а	20,52	0,468	5,47	26,458
Гагаріна	55	6,84	0,156	5,47	12,466
Гагаріна	55а	10,26	0,234	38,29	48,784
Вробйова	1	20,52	0,468	180,51	201,498
Вробйова	23	10,26	0,234	60,17	70,664
Вробйова	25	5,13	0,117	43,76	49,007
Вробйова	25а	10,26	0,234	87,52	98,014
Вробйова	27	10,26	0,234	60,17	70,664
Вробйова	28	9,12	0,208	27,35	36,678
Вробйова	29	10,26	0,234	16,41	26,904
Вробйова	31	10,26	0,234	71,11	81,604
Вробйова	33	10,26	0,234	16,41	26,904
Менделєєва	40	3,42	0,078	27,35	30,848
Менделєєва	42	6,84	0,156	5,47	12,466
Менделєєва	42а	6,84	0,156	21,88	28,876
Менделєєва	44	10,26	0,234	43,76	54,254
Менделєєва	44а	9,12	0,208	82,05	91,378
Менделєєва	44в	9,12	0,208	16,41	25,738
Менделєєва	46	13,68	0,312	5,47	19,462
Менделєєва	48	10,26	0,234	16,41	26,904
Менделєєва	50	18,24	0,416	169,57	188,226
Менделєєва	52	10,26	0,234	76,58	87,074
Менделєєва	71	9,12	0,208	27,35	36,678
Менделєєва	73	6,84	0,156	54,7	61,696
Менделєєва	72а	6,84	0,156	32,82	39,816
Менделєєва	77	12,54	0,286	92,99	105,816
Менделєєва	79	10,26	0,234	76,58	87,074
Менделєєва	79а	12,54	0,286	87,52	100,346
Менделєєва	82	10,26	0,234	82,05	92,544
Корольова	23а	9,12	0,208	71,11	80,438
Корольова	25	10,26	0,234	27,35	37,844

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6
Корольова	25а	9,12	0,208	21,88	31,208
Корольова	27	5,13	0,117	16,41	21,657
Корольова	29	3,42	0,078	16,41	19,908
Корольова	31	3,42	0,078	27,35	30,848
Корольова	33	5,13	0,117	38,29	43,537
Корольова	33а	6,84	0,156	16,41	23,406
Корольова	55	13,68	0,312	38,29	52,282
Корольова	35а	6,84	0,156	43,76	50,756
Корольова	37	5,13	0,117	5,47	10,717
Корольова	37а	2,28	0,052	5,47	7,802
Корольова	39	3,42	0,078	0	3,498
Корольова	41	4,56	0,104	16,41	21,074
Корольова	43	2,28	0,052	0	2,332
Корольова	43а	6,84	0,156	54,7	61,696
Корольова	45	10,26	0,234	10,94	21,434
Корольова	47	3,42	0,078	5,47	8,968
Корольова	47а	6,84	0,156	54,7	61,696
Корольова	49	3,42	0,078	0	3,498
Корольова	51	9,12	0,208	54,7	64,028
Шевченко	76	20,52	0,468	125,81	146,798
Шевченко	78	20,52	0,468	54,7	75,688
Шевченко	80	6,84	0,156	10,94	17,936
Шевченко	82	20,52	0,468	38,29	59,278
Шевченко	82	20,52	0,468	54,7	75,688
Шевченко	86	20,52	0,468	131,28	152,268
Всього	91	797,43	18,187	3517,21	4332,827

ДОДАТОК В

Схеми мережі

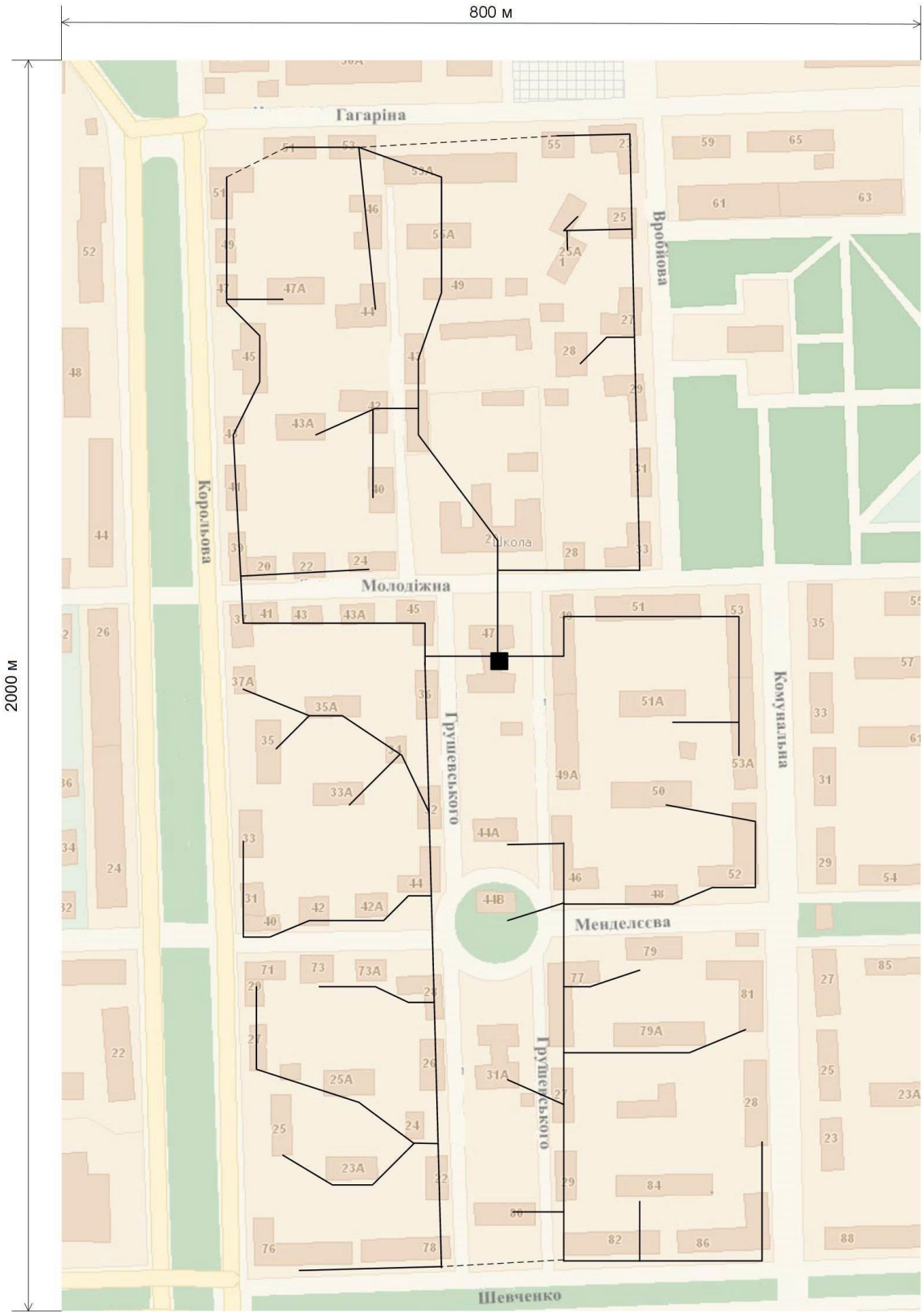

Рисунок В.1 – Географічна схема мережі

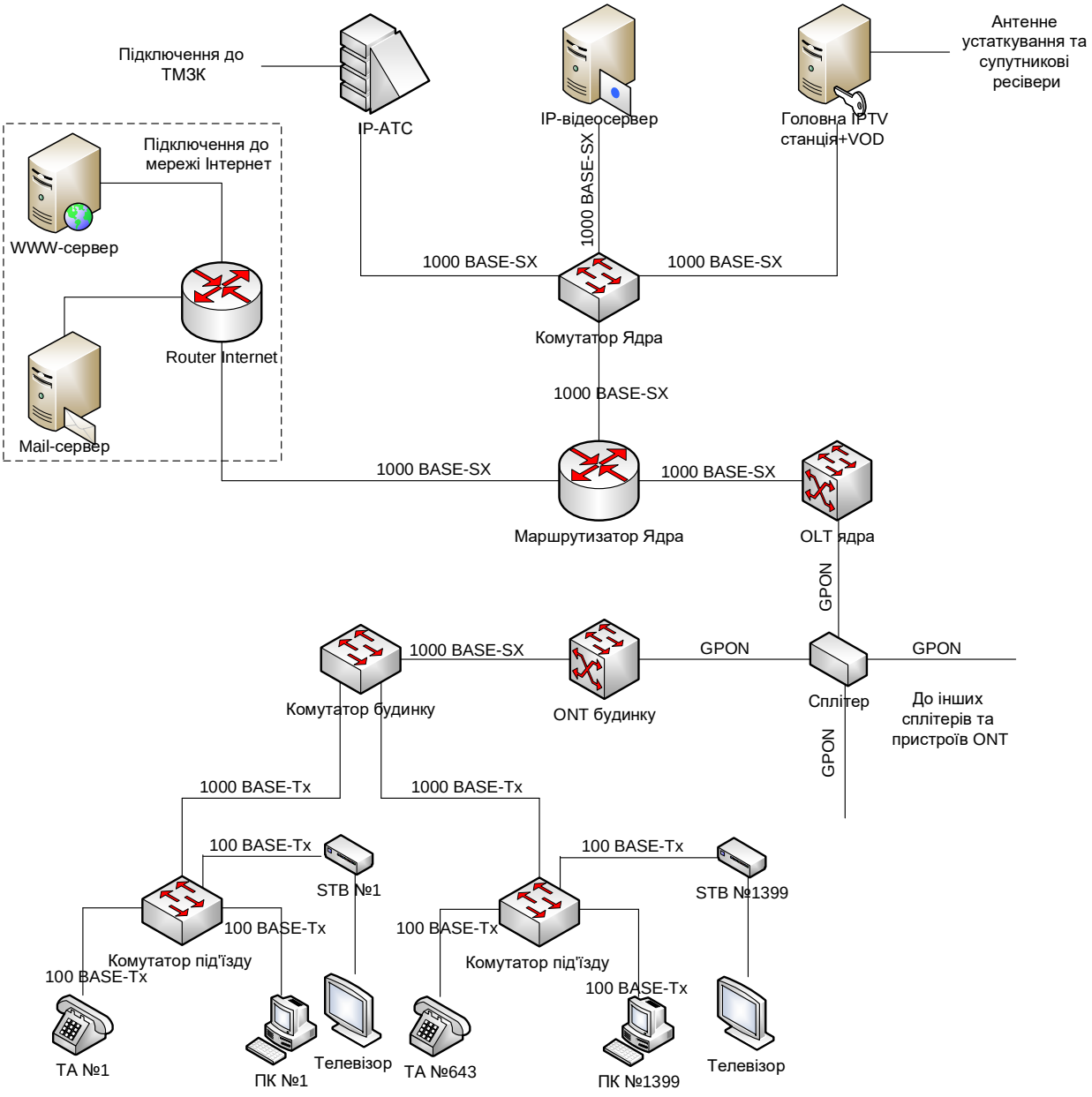

Рисунок В.2 – Топологічна схема мережі

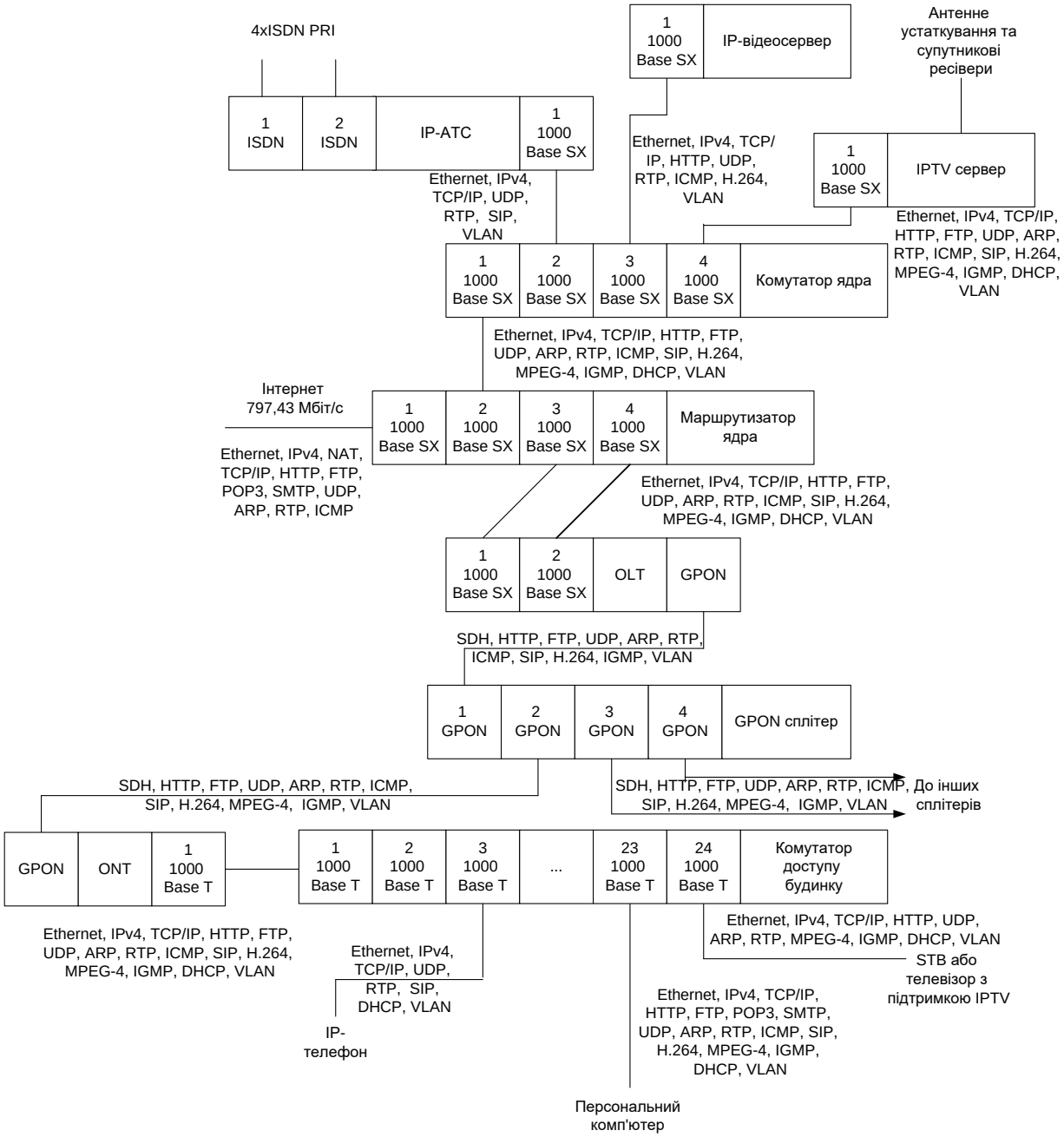

Рисунок В.3 – Функціональна схема мережі