

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

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ” 2021 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація мережі доступу для абонентів приватного сектору
Інтернет провайдера «Дельта», м. Курахово»

Виконав : студент 3 курсу, групи ТКРп-18
(шифр групи)

спеціальності

172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гринчій Віталій Михайлович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник ст. викл. каф. АТ Ступак Г.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

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

Студент

(підпис)

Покровськ – 2021 р.

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

Автоматика та телекомунікації
(повна назва кафедри)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____
секретар ДЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація мережі доступу для абонентів приватного сектору
Інтернет провайдера «Дельта», м. Курахово»

Виконав студент групи ТКРп-18 _____
(підпис, дата) В.М. Гринчій
(ініціали, прізвище)

Керівник _____
(підпис, дата) Г.В. Ступак
(ініціали, прізвище)

Зав. каф. автоматики та телекомунікацій _____
(підпис, дата) к.т.н., доц. І.С.Лактіонов
(ініціали, прізвище)

Консультанти _____
(підпис, дата) _____
(ініціали, прізвище)

(підпис, дата) _____
(ініціали, прізвище)

(підпис, дата) _____
(ініціали, прізвище)

Нормоконтролер _____
(підпис, дата) асис. Д.О.Жуковська
(ініціали, прізвище)

Покровськ – 2021 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно- інтегрованих технологій, автоматизації
електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____/_____
“ ____ ” ____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я **НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гринчій Віталію Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Модернізація мережі доступу для абонентів приватного
сектору Інтернет провайдера «Дельта»,

м. Курахово»

керівник роботи: Ступак Гліб Володимирович, ст. викл. каф.АТ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом від “ ____ ” ____ року №

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: експлікація приміщень, характеристики
абонентського складу, характеристики обладнання та технічні специфікації

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

- 1) Аналіз об'єкта проектування
- 2) Визначення послуг та розробка інформаційної моделі мережі
- 3) Розрахунок трафіку)
- 4) Вибір та побудова мережі
- 5) Розробка топології мережі
- 6) Функціональна схема мережі
- 7) Апаратний синтез мережі
- 8) Вибір устаткування
- 9) Вимоги до СКС

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

- 1) Розрахунок навантажень та розподіл за категоріями
- 2) Карта підключення
- 3) Специфікація обладнання
- 4) Топологічна схема мережі на приватному секторі
- 5) Конфігураційні файли

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Затвердження теми	5.05	
	Аналіз об'єкту, визначення кількості абонентів	8.05	
	Класифікація послуг, розрахунок трафіку	10.05	
	Розробка топології	11.05	
	Вибір технологій, розробка структурної схеми	14.05	
	Вибір протоколів, розробка функціональної схеми	18.05	
	Апаратний синтез	25.05	
	Розробка схем з'єднань, розміщення устаткування	27.05	
	Розробка схем СКС		
	Охорона праці	3.06	
	Оформлення та перевірка роботи	15.06	
	Рецензування	22.06	

Студент

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Лист зауважень

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

АНОТАЦІЯ

Гринчій Віталій Михайлович «Модернізація мережі доступу для абонентів приватного сектору Інтернет провайдера «Дельта», м. Курахово» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. – ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

Структура та обсяг роботи – сторінок 83, таблиць 18, рисунків 7, додатків 2, використаних джерел 16.

Бакалаврська робота присвячена розв’язанню актуальної задачі – є модернізація існуючої телекомунікаційної мережі та надання мешканцям приватного сектору м. Курахово по одному каналу широкосмугового доступу, послуг високошвидкісного доступу до мережі Інтернет та IP-TV.

Проведено аналіз абонентського складу обраного приватного сектору у м. Курахово. Визначено послуги, що будуть надаватись мережею. В проектуванні мережі проведено розрахунок трафіку. В розділі аналітичного проектування мережі, визначено ключові технології та протоколи мережі. Для мережі розроблена топологічна, структурна та функціональна схеми. Обрано активний і пасивний апаратний склад для реалізації мережі. Для умов обраного приватного сектору проведено розподіл адресного простору.

У даній роботі були пророблені усі технічні аспекти для створення якісної, сучасної мультисервісної мережі в умовах приватного сектора, які цілком можуть бути застосовані в практичній реалізації.

Ключові слова: ТРАФІК, МЕРЕЖА, ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ, ПОСЛУГА, АБОНЕНТ, ОБЛАДНАННЯ, СКС.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ	11
1.1 Характеристика та опис об'єкту	11
1.2 Визначення послуг які надає провайдер.....	12
1.3 Аналіз абонентського складу	20
1.4 Розрахунок навантаження та трафіку	21
Висновки до розділу 1	25
2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ	27
2.1 Аналіз існуючої мережі	27
2.2 Порівняння технологій PON і FTTH.....	28
2.3 Опис обраної технології	33
2.4 Розробка топологічної, структурної та функціональної схем.....	38
Висновки до розділу 2	42
3 АПАРАТНИЙ СИНТЕЗ	43
3.1 Вибір обладнання для організація ядра мережі	43
3.1.1 Вибір маршрутизатора.....	44
3.2 Вибір обладнання мережі GERON	46
3.3 Пасивні компоненти для мережі. Схема з'єднань.....	50
Висновки до розділу 3	51
4 ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СЕГМЕНТУ МЕРЕЖІ В PACKET TRACER	52
4.1 Розподіл адресного простору та логічна структуризація мережі	52
4.2 Моделювання роботи мережі.....	53
Висновки до розділу 4	61
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64
ДОДАТОК А. Розподіл абонентів.....	66

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

FTTx - оптическое волокно до точки X;

FTTH - оптическое волокно до жилища;

PON - Технологія пасивних оптичних мереж;

OLT - Оптичний Лінійний Термінал;

ONU - Оптична Мережева Одиниця;

ONT - Оптичний Мережевий Термінал;

TDM - Тимчасове Мультиплексування;

TDMA - Множинний Доступ З Розділенням За Часом;

CATV - Аналогове телебачення.

ВСТУП

Актуальність. Наша задача полягає у тому щоб задовольнити потреби абонентів та надати найкращий вибір різноманітних послуг. Зараз дуже популярним є надання доступу до мережі Інтернет, передача трафіку по магістральним каналам, надання послуг IP телебачення.

Метою даного дипломного проекту є модернізація мережі інтернет яка надається мешканцям приватного сектора м.Курахове інтернет провайдером «Дельта».

Об'єкт – архітектура телекомунікаційної мережі місцевого інтернет провайдера «Дельта».

Предмет – телекомунікаційні послуги, що використовуються в приватному секторі.

Для того, щоб досягти поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. Проаналізувати абонентський склад приватного сектору, м. Курахове;
2. Обрати та дослідити послуги, що будуть надаватись мережею в умовах даного приватного сектору;
3. Провести розрахунок трафіку для заданого приватного сектора;
4. Обрати використовувані технології та протоколи мережі;
5. Спроекувати структурну та функціональну схеми для мережі приватного сектору;
6. Визначити активне і пасивне обладнання та постачальників для реалізації мережі;
7. В умовах приватного сектору та спроектованої мережі провести IP-моделювання.

Методи дослідження. Застосовано методи теорії імовірності, математичної статистики, проектування, моделювання.

Результат. Щоб забезпечити стабільну роботу мережі, то вона повинна мати якісні, надійні та недорогі кабельні з'єднання, топологію спроектовану розумно, підібрані місця розташування обраного обладнання в проектованій мережі. У даному дипломному проекті опрацьовані всі аспекти модернізації якісної мережі.

Структура та обсяг роботи. Випускна кваліфікаційна робота містить 83 машинописних сторінок, складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліка використаних джерел, що складається з 16 найменувань, 7 рисунків, 18 таблиць, 2 додатки.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ

1.1 Характеристика та опис об'єкту

Дельта - покриття мережі поширюється на все місто Курахове, гарантує своїм абонентам якісний сигнал як при з'єднання з інтернетом, так і при телетрансляції. Є можливість замовити підключення до мережі Інтернет, кабельного та цифрового телебачення. Сучасна волоконно-оптична мультисервісна мережа. Даний провайдер забезпечує підключення до високошвидкісного Інтернету (без обмежень), IPTV (Інтернет-телебачення), аналогове та цифрове кабельне телебачення в місті Курахово [1].

Метою даного дипломного проекту є модернізація існуючої мережі інтернет.

Для цього треба визначити декілька задач у дипломному проекті:

1. Проаналізувати абонентський склад приватного сектору м.Курахове
2. Визначити послуги яку надає мережа
3. Розрахувати трафік та навантаження на мережу
4. Проаналізувати існуючу мережу
5. Порівняти Існуючу мережу з іншою технологією
6. Проаналізувати обрану технологію
7. Розробити мережу на обраній технології

Приватний сектор міста Курахове розташований на східному напрямку міста, приватний сектор та багатоповерхові будинки розділяє вулиця яка йде вздовж всього міста. Приватний сектор площею 1.24 км², складається р перетину 15 вулиць, на кожній вулиці розміщені стовпи рс, також є соціальна інфраструктура, наприклад школа №5.

1.2 Визначення послуг які надає провайдер

Насамперед треба визначити послуги які надає провайдер.

Дельта це мультисервісна мережа яка надає трафік різного типу по єдиним каналам зв'язку. Згідно з цим по каналах зв'язку буде передаватися такий трафік послуг як:

-Інтернет

-IPTV

- VoD.

Також трафік розділений на такі категорії як:

- Приватний дім «М»

- Приватний дім «L»

- Приватний дім «М»+ТВ

- Приватний дім «L»+ТВ

Кожна категорія має свій власний набір послуг. Набір послуг та тарифних планів подано в таблиці 1.1, інформаційна модель – на рисунку 1.1, характеристики тарифів - у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2-Найменування послуг

Тарифний план	Приватний дім «М»	Приватний дім «L»	Приватний дім «М»+ТВ	Приватний дім «L»+ТВ
Послуги	Інтернет 50	Інтернет 100	Інтернет 50	Інтернет 100
	IPTV 60	IPTV 60	IPTV 123	IPTV 123

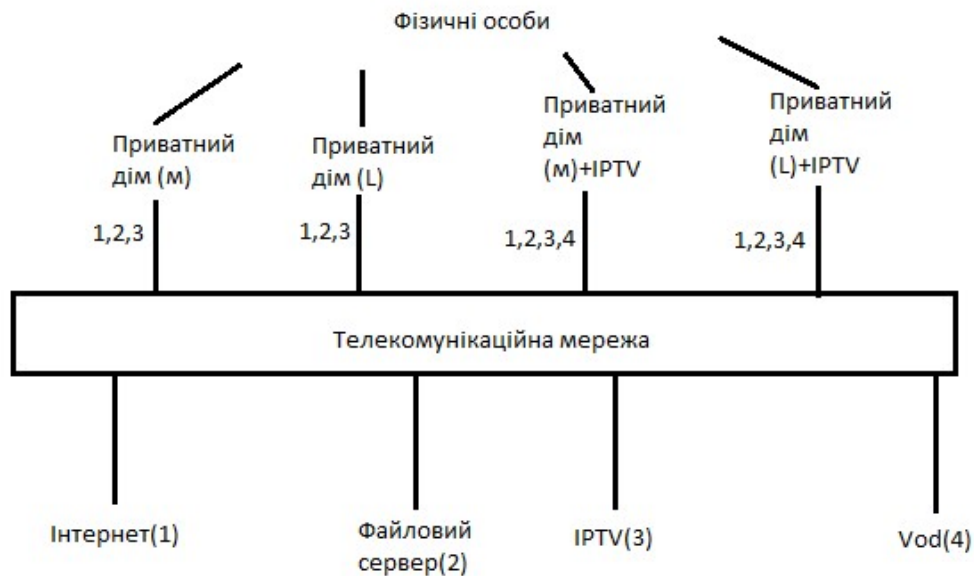


Рисунок 1.1 – Інформаційна модель

Таблиця 1.2 - Характеристика тарифів

	V, Мбіт/с	Пачечність	Тзв. с	F, частота викликів в ГНН
ІР-телебачення	5,032	1	1200	2
Інтернет 50	51,23	10	20	25
Інтернет 100	97,89	10	5	75
VoD	5,032	1	1200	1

IPTV - це система, що використовується для надання послуг цифрового телебачення споживачам, які є зареєстрованими абонентами цієї системи. Така доставка цифрового телебачення стала можливою за допомогою Інтернет-протоколу через широкопasmове з'єднання, як правило, в керованій мережі а не загальнодоступний Інтернет для збереження гарантій якості послуг. Часто ця послуга надається разом із відеоматеріалом на замовлення. На додаток до цього є положення про включення Інтернет-послуг, таких як доступ до Інтернету та передача голосу через Інтернет.

Протокол (VoIP). У випадках, коли також надається послуга Інтернету, вона може називатися Triple Play.

Сьогодні IPTV створює заголовки у всьому світі. Цей масовий розголос є результатом численних прикладів та історії, що відображають його скромне розгортання та його майбутнє. IPTV є дуже корисна система, за допомогою якої ви можете приймати як телевізійні, так і відеосигнали з іншими мультимедійними послугами через Інтернет. У двох словах, крім широкопasmового з'єднання та системи для доставки різноманітних програм телебачення за допомогою Інтернет-протоколу (тобто мови) через комп'ютерні мережі.

Важливо пам'ятати, що IPTV не схожа на будь-яку звичайну телевізійну програму трансляції через Інтернет, а навпаки, вона сама по собі унікальна. Представлений його контур закритою власною телевізійною системою, яка схожа на сучасні кабельні служби.

Але, на відміну від цього, доставка IPTV здійснюється через захищені канали на основі IP, що призводить до цього в різкому збільшенні контролю розподілу вмісту. Роль IPTV полягає у інтеграції численних способів вивчення та відстеження вибору користувачів. Його роль полягає також у виділенні уподобань та вибору протягом певного періоду часу. Це як ідеальна платформа, на якій клієнти додають персоналізовані опції електронної комерції та більш цілеспрямовану рекламу. На сьогодні IPTV виявилася широко розповсюдженим знаменником для систем, де є і телевізійні, і відеосигнали, розсилається передплатникам або глядачам.

IPTV використовує Інтернет-протокол через широкопasmове з'єднання, і дуже часто ця послуга надається паралельно з підключенням до Інтернету абонента, що постачається через оператора, що займається широкопasmовим доступом. Це робиться за допомогою тієї ж інфраструктури, але очевидно, за виділеним розподілом смуги пропускання. Отже, ми можемо описати це як систему в якій послуга цифрового телебачення надається споживачам, що

передплачують, через широкосмугове з'єднання за допомогою Інтернет-протоколу.

Більше того, слід також пам'ятати, що IPTV помітно відрізняється від „Інтернет-Відео”. Internet Video надає послуги перегляду відео, таких як попередній перегляд фільмів та веб-камери. Ця послуга є так званим "найкращим зусиллям" з боку провайдерів Інтернету, а також присутні міркування якості обслуговування.

На відміну від цього, технологія IPTV є більш досконалою, зручною для користування та поєднується з більш швидкісними технологіями доступу до цифрової абонентської лінії такі як асиметрична цифрова абонентська і цифрова абонентська лінія з високою швидкістю передачі даних. Це, безсумнівно, пропонує привабливі можливості для отримання прибутку постачальникам телекомунікаційних послуг. Таким чином, IPTV дозволяє постачальникам послуг брати участь та ефективно конкурувати у так званому ринковому просторі “ Triple Play”. Важливо тут зауважити, що послуга є дуже оперативною та ефективною з передачею голосу, даних, та відео-послуг для клієнтів, які можуть бути як житловими абонентами, так і діловими.

Крім передачі класичних телевізійних каналів, IPTV пропонує наступні інтерактивні послуги:

1) VoD - це послуга, яка забезпечує телевізійні програми відповідно до потреб абонентів. Користувачі інтерактивно запитують і можуть отримувати телевізійні канали. Це телебачення у вигляді послуги передається з раніше збережених носіїв, що складаються з розважальних фільмів або навчальні відео. Має прямий доступ через прямий зв'язок, наприклад, реальні новинні події. Програма VoD надає свободу вибору окремим абонентам відеовмісту і переглядати його за зручності.

Коли початкова інфраструктура IPTV є на своєму місці, програми та потенціал IPTV послуги, такі як відеотелефонія та відеоконференції, віддалені буде доступна освіта та камери домашньої безпеки / моніторингу.

Також доступні деякі додаткові функції та послуги, яких набагато більше та вони вдосконалені у порівнянні з традиційними телевізійними системами. На додаток до наданих основних телевізійних послуг та функцій, IP Television може надати наступні розширені функції та послуги:

- Служба телебачення в будь-якому місці
- Глобальні телевізійні канали
- Персональні медіа-канали
- Адресована реклама.

Ми розглядаємо їх як VOD, телевізійний зсув у часі та мережний PVR серверний підхід [2].

2) True Video On Demand (TVOD) вимагає миттєвої відповіді, можливо, менше секунди з моменту надходження запиту програми до моменту доставки програми. Він має значні наслідки для вартості не тільки для відеосервера та відеодисків, але й для каналу зв'язку та інших елементів системи.

3) Near Video on Demand (NVOD). Поруч із відео на вимогу (NVOD) потрібен лише розумний та зручний час відгуку від вибору програми до доставки програми. Цей інтервал може коливатися від секунд до декількох хвилин, а в деяких випадках навіть від декількох годин. Протягом цього інтервалу можуть бути представлені запасні матеріали (такі, як їх бачать у кінотеатрах), інтерактивна реклама.

Обговорювана система навіть дозволить глядачеві переглядати нові фільми за зниженими цінами, вибірково дозволяючи рекламні вставки в теперішню дешеву плату за перегляд фільму абонента. Ця схема може дозволити кілька рівнів цін, залежно від загальної кількості хвилин рекламних роликів, які глядач готовий терпіти. Це, в першу чергу, дозволить постачальнику послуг компенсувати зменшені рахунки клієнта за рахунок зароблених доходів від реклами [3].

4) Безкоштовне відео за запитом: це варіація VOD, коли глядачам не потрібно платити, якщо вони хочуть переглядати відео. У більшості систем

VOD цей контент обмежений довгими формами рекламних оголошень, посібників та інших низькорівневих матеріалів.

5) Time-shifted TV: зрушити по часу телебачення дозволяє передплатникам переглядати прямі трансляції пізніше, щоб вони могли відтворювати і відновлювати їх на свій розсуд. Опція перемотування також надається для телевізійних програм

6) TV on Demand (TVoD): вибрані телевізійні канали записуються, щоб їх можна було переглядати, коли це зручно.

7) Live Television: телевізійний контент, що транслюється в реальному часі. Приклади живого телебачення: телевізійні програми, ранкові або нагородні шоу, спортивні програми, випуски новин і т. д.

Triple Play означає передачу голосу, даних і відео по підписці на один доступ. Вже більше десяти років провайдери телекомунікаційних послуг розглядають можливість пропонувати відео послуги приватним клієнтам. Однак раніше не було економічно та технічно доцільно розпочати впровадження у великих масштабах.

Нещодавно кілька технічних тенденцій та еволюцій висунули доставку відео на перший план, зокрема: технічні вдосконалення в таких областях, як кодування та стиснення MPEG у реальному часі та широке поширення високошвидкісного Інтернету через широкосмуговий доступ. Зниження вартості інфраструктури з високою пропускнуою здатністю (як правило, на базі Ethernet), а також зберігання, перетворення та доставка відеовмісту. Посилення конкуренції між телефонією та кабельними операторами.

Традиційні кабельні оператори почали пропонувати телевізійні послуги, а згодом додали до своїх пропозицій доступ до Інтернету та телефонії. І навпаки, традиційні оператори телефонії, також додали доступ до Інтернету, і багато хто зараз перебуває в процесі додавання доставки відео.

Ця група відео-, голосових послуг та послуг передачі даних для абонентів, що проживають вдома, зараз широко відома як послуги Triple Play.

Відеокomпонент завжди включає лінійне програмування (телевізійне мовлення), але часто також має нелінійний компонент Video on Demand (VoD) [4].

Характеристики Triple Play:

1) Описує основні концепції надання послуг Triple Play та надає детальну технічну інформацію для висвітлення ключових аспектів.

2) Обговорюються мережі доступу, транспорт, сигналізація, визначення послуг та бізнес-моделі.

3) Висвітлює останні інновації у послугах Triple Play, таких як Ethernet на першій милі (EFM), VDSL2 (дуже висока швидкість DSL другого покоління), rsuedowires та багатопроTOCOLьна комутація етикеток (MPLS).

4) Досліджує відео-рішення (кодування, IPTV, VoD) поряд із технологіями передачі та комутації (Ethernet, DSL, PON, NG-SDH).

5) Включає розділ про IP-мультимедійну підсистему (IMS) та про фіксовану / мобільну конвергенцію.

Triple Play: побудова зведеної мережі для IP, VoIP та IPTV надає особам, які приймають рішення, інженерам, операторам телекомунікацій, виробникам мережевого обладнання, установникам та менеджерам ІТ глибоке розуміння змін традиційних голосових послуг та їх впливу на телекомунікаційну галузь [5].

IPTV функціонує в IP-мережах на основі наступних протоколів:

- UDP - означає протокол датаграм користувачів. Він є частиною набору протоколів TCP / IP, що використовуються для передачі даних. UDP відомий як протокол "без громадянства", що означає, що він не визнає отримання пакетів, що надсилаються. З цієї причини протокол UDP зазвичай використовується для потокового мультимедіа. Незважаючи на те, що ви можете бачити пропуски у відео або чути деякий шум в аудіокліпах, передача UDP запобігає повністю зупинці відтворення;

- HTTP - означає протокол передачі гіпертексту. HTTP - це протокол, що використовується для передачі даних через Інтернет. Він є частиною набору протоколів Інтернету та визначає команди та служби, що використовуються для передачі даних веб-сторінки. HTTP використовує модель клієнт-сервер. Наприклад, клієнтом може бути домашній комп'ютер, ноутбук або мобільний пристрій. Сервер HTTP, як правило, є веб-хостом, на якому запущено програмне забезпечення веб-сервера. Коли ви заходите на веб-сайт, ваш браузер надсилає запит на відповідний веб-сервер, і він відповідає кодом стану HTTP. Якщо URL-адреса дійсна і зв'язок надано, сервер надішле браузеру веб-сторінку та пов'язані файли;
- RTSP - є протоколом клієнт-сервер на рівні програми для управління доставкою даних із властивостями в реальному часі. Він встановлює та контролює як один, так і кілька синхронізованих за часом потоків безперервних носіїв, таких як аудіо та відео. Він використовує транспортні протоколи, такі як UDP, багатоадресний UDP, TCP та RTP для передачі безперервних потоків. Іншими словами, RTSP діє як мережевий пульт дистанційного керування для мультимедійних серверів. Джерела даних можуть включати як потоки поточних даних, так і збережені кліпи;
- RTP - це Інтернет-протокол для передачі даних, що має властивості в режимі реального часу. Це стандартний формат для передачі даних у режимі реального часу, таких як аудіо, відео;
- IGMP - це протокол, який дозволяє декільком пристроям обмінюватися однією IP-адресою, щоб усі вони могли отримувати однакові дані. IGMP - це протокол мережного рівня, який використовується для налаштування багатоадресної передачі в мережах, які використовують Інтернет-протокол версії 4 (IPv4). Зокрема, IGMP дозволяє пристроям приєднуватися до групи багатоадресної передачі. IGMP не є протоколом багатоадресної

маршрутизації; це протокол, який керує членством у групі. У будь-якій мережі є один або кілька маршрутизаторів багатоадресної передачі, які розподіляють пакети багатоадресної передачі на хости або інші маршрутизатори. Протокол IGMP надає маршрутизаторам багатоадресної передачі інформацію про стан членства хостів (маршрутизаторів), підключених до мережі.

Як технології поширення пакетів може використовуватися, як multicast, так і unicast. Останнім часом, за рахунок зростання пропускних спроможностей мереж операторів зв'язку і продуктивності обладнання, в основному використовуються протокол UDP і HTTP.

1.3 Аналіз абонентського складу

Характеристика району – район складається з приватного сектору.

Область покриття обмежена наступними вулицями вул.Перемоги,вул 1 Нагірна,вул Леніна.

На приватному секторі окрім «Дельти» існують ще такі інтернет провайдери як «Зеніт» та «Укрнет»,також згідно з наданими даними до мережі Інтернет підключено тільки 60% приватного сектору, також користувачі мережі розподілені таким чином:

- Інтернет провайдер «Дельта» - 20% користувачів
- Інтернет провайдер «Зеніт» - 30% користувачів
- Інтернет провайдер «Укрнет» - 50% користувачів

Якщо відсотки перевести в числа то маємо показники в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Кількість підключених до мережі абонентів

	100%	60%	20%	30%	50%
Всього	1500	-	-	-	-
Підключено	-	900	-	-	-
Дельта	-	-	180	-	-
Зеніт	-	-	-	270	-
Укрнет	-	-	-	-	450

Якщо розподілити абонентів за тарифами то данні наведені у таблиці 1.4, Розподіл користувачів наведений у додатку А.

Таблиця 1.4 - Розподіл абонентів за тарифами

	Всього	Приватний дім «М»	Приватний дім «L»	Приватний дім «М»+ТВ	Приватний дім «L»+ТВ
Кількість абонентів	180	60	50	50	20

1.4 Розрахунок навантаження та трафіку

Для проведення розрахунку навантаження та трафіку на мережу необхідно скористуватися даною методикою [6].

Згідно з відповідними параметрами послуг для кожного вузла. Згідно з даною формулою (1.1) ведеться розрахунок трафіка

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

де: k – номер мережної послуги;

i – номер вузла;

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

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

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

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

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

Швидкість передачі даних знаходиться за формулою (1.2)

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

де: $B_{cp}^{(k)}$ – максимальна пропускна здатність каналу зв'язку;

$P^{(k)}$ – пачковість на одного абонента – відношення між максимальною та середньою пропускною здатністю, необхідною для забезпечення k -ї послуги;

Маючи дані для розрахунку наведені у таблиці (1.3.1) та кількістю абонентів. Ми здатні провести розрахунок навантаження для кожного виду послуг, скористаємося формулою (1.1) для одного абонента:

- Для IP-телебачення

$$\gamma_1^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб1}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{вик1}^{(k)} = \frac{5,032}{1} \cdot 1200 \cdot \frac{2}{3600} = 3,3546 \text{ Мбіт/с};$$

- Інтернет 50

$$\gamma_2^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб2}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{вик2}^{(k)} = \frac{51,23}{10} \cdot 20 \cdot \frac{25}{3600} = 0,7115 \text{ Мбіт/с};$$

-Інтернет 100

$$\gamma_3^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{аб3}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{вик3}^{(k)} = \frac{97,89}{10} \cdot 5 \cdot \frac{75}{3600} = 1,019 \text{ Мбіт/с};$$

-Для VoD

$$\gamma_3^{(k)} = B_{cp}^{(k)} \cdot N_{абз}^{(k)} \cdot T_c^{(k)} \cdot f_{сигн}^{(k)} = \frac{5,032}{1} \cdot 1200 \cdot \frac{1}{3600} = 1,6773 \text{ Мбіт/с}$$

Після розрахунку визначемо навантаження на абонентську групу, результати можемо занести в таблицю 1.6, розділяємо приватний сектор на сектори, та розподіляємо абонентів по підключеним тарифам у таблиці 1.7, після розподілу можемо провести розрахунки навантаження на сектори а також на всю мережу у таблиці 1.8.

Таблиця - 1.5 Навантаження, від одного абонента

Тарифний план	Приватний дім «М»		Приватний дім «L»		Приватний дім «М»+ТВ		Приватний дім «L»+ТВ	
Тип послуг, Мбіт/с	Інтернет 50	0,7115	Інтернет 100	1,019	Інтернет 50	0,7115	Інтернет 100	1,019
	IP-TV	3,3546	IP-TV	3,3546	IP-TV	3,3546	IP-TV	3,3546
			VoD	1,6773			VoD	1,6773
Всього Мбіт/с	4,0661		6,0509		4,0661		6,0509	

Таблиця - 1.6 Навантаження на всю мережу

Послуга	Навантаження на 1 користувача, Мбіт/с	Кількість користувачів	Загальне навантаження Мбіт/с	
Приватний дім «М»	0,7115	60	43	130
Приватний дім «L»	1,019	50	51	
Приватний дім «М»+ТВ	0,7115	50	36	
Приватний дім «L»+ТВ	1,019	20	20	
IP-TV	3,3546	110	369	
VoD	1,6773	110	184	

Таблиця 1.7 - Розподіл абонентів по підключеним послугам

Сектор	Вузол	Дім	Приватний дім «М»	Приватний дім «L»	Приватний дім «М»+ТВ	Приватний дім «L»+ТВ
А	1	1,2,3,4,5	1	1	1	2
	2	6,7,8,9,10	1	0	4	0
	3	11,12,13,14,15	1	2	1	1
	4	16,17,18,19	1	1	2	0

	5	20,21,22,23,24	2	2	1	0
	6	25,26,27	1	1	1	0
	8	31,32,33,34	1	2	0	1
	9	35,36	2	0	0	0
Усього	8	33	10	9	10	4
В	7	28,29,30	3	0	0	0
	10	37,38,39	0	1	1	1
	11	40,41,42,43	4	0	0	0
	12	44,45,46,47	1	3	0	0
	13	48,49,50,51,52	2	2	0	1
	14	53,54,55,56,57	1	2	2	0
	15	58,59,60	0	1	2	0
	16	61,62,63	1	1	0	1
	18	68,69,70	1	0	2	0
	19	71,72,73	2	0	1	0
Усього	10	36	15	10	8	3
С	17	64,65,66,67	1	1	2	0
	20	74,75,76,77,78,79	0	3	2	1
	21	80,81,82	1	1	0	1
	22	83,84	2	0	0	0
	23	85,86,87	0	3	0	0
	24	88,89	0	1	1	0
	25	90,91,92,93,94	1	1	2	1
	26	95,96,97	2	0	0	1
	27	98,99,100,101	2	1	1	0
	28	102,103	1	0	0	1
	29	104,105,106	0	2	0	1
	30	107,108	1	1	0	0
	31	109,110,111	3	0	0	0
	32	112,113,114	2	1	0	0
Усього	14	45	16	15	8	6
D	33	115,116,117,118	1	2	0	1
	34	119,120	1	0	1	0
	35	121,122,123,124,125	2	2	0	1
	36	126,127	0	0	2	0
	37	128,129	0	0	2	0
	38	130,131,132	1	1	1	0
	39	133,134,135,136,137,138	0	2	1	3
	40	139,140,141,142,143	3	2	0	0
	41	144,145,146,147,	1	2	2	0

		148				
	42	149,150,151,152	2	2	0	0
	43	153,154	0	1	0	1
	44	155,156	0	0	2	0
	45	157,158,159	0	0	2	1
	46	160,161,162,163,164	0	2	3	0
	47	165,166,167,168	1	0	3	0
	48	169,170	1	0	1	0
	49	171,172,173	2	0	1	0
	50	174,175,176	1	0	2	0
	51	177,178,179,180	3	0	1	0
Усього	19	66	19	16	24	7

Таблиця 1.8 – Розрахунок навантаження на всю мережу та сектори

Сектор	Приватний дім «М»		Приватний дім «L»		Приватний дім «М»+TV		Приватний дім «L»+TV		Усього	
	Nпідл	Y, Мбіт/с	Nпідл	Y, Мбіт/с	Nпідл	Y, Мбіт/с	Nпідл	Y, Мбіт/с	Nпідл	Y, Мбіт/с
A	10	7,115	9	9,171	10	7,115	4	4,076	33	27,477
B	15	10,673	10	10,19	8	5,692	3	3,057	36	29,612
C	16	11,384	15	15,285	8	5,692	6	6,114	45	38,475
D	19	13,518	16	16,304	24	17,076	7	7,133	66	54,031
Σ	60	42,69	50	50,95	50	35,575	20	20,38	180	149,595

Висновки до розділу 1

У першому розділі був проведений аналіз та характеристика об'єкту.

Приватний сектор становить більшу частину міста. Загальна кількість домів становить 1500, з яких 900 підключені до мережі інтернет, також є декілька інтернет провайдерів такі як «Зеніт», «Укрнет», «Дельта», до нашого інтернет провайдера підключено усього 180 абонентів, також абоненти були розподілені на тарифи наведені у таблиці. Також ми провели розрахунок навантаження від одного абонента на різні тарифи, результати розрахунків також наведені у відповідній таблиці, також був проведений розрахунок

навантаження на всю мережу яка становить 130 Мбіт\с, детальніше також можна подивитися в таблицях розрахунку.

2 ВИБІР ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ

2.1. Аналіз існуючої мережі

На приватному секторі в ході аналізу, було виявлено що використовується технологія FTTH.

В оселі встановлюється термінал, а від терміналу кабель до комп'ютера. Дане визначення виключає ті архітектури мережі, в яких оптичне волокно закінчується до досягнення житлових приміщень або офісного простору і лінія продовжується іншої фізичної середовищем, ніж оптичної.

Реалізація стратегії інтеграції трьох мереж відкрила історичні можливості для розвитку мовлення та телебачення. З розвитком широкосмугових мереж традиційними операторами настала ера FTTH, що є незаперечною тенденцією. FTTH має величезний вплив на операторів, виробників обладнання та всю ланку товарів. FTTH також стане черговою революційною трансформацією всієї галузі зв'язку. Ця революція містить величезні ділові можливості та величезні потенційні виклики.

Як один з операторів, телерадіомовлення та телебачення повинні також сприяти темпу "відведення волокна в мідь", коаксіальному кабелю, витій парі, мережному кабелю трьох видів мідного проводу, без проблем здійснювати традиційні бізнес-послуги та послуги передачі даних на низьких швидкостях; але "інтеграція трьох мереж" Попит на високошвидкісні дані, HDTV та 3D стерео телевізори HD зростає, а можливості трьох мідних проводів дедалі більше розширюються. Оптичне волокно повинно замінити три мідні проводи, а FTTH від волокна до дому є остаточним рішенням для того самого маршруту останніх кілометрів різних методів проводового зв'язку .

Підключення відбувається за допомогою протягнення волокна від багатоповерхівок до приватних будинків, але чим далі знаходився дім, тим

дорожче була вартість підключення, карта підключення (рис. 2.1) наведена нижче.

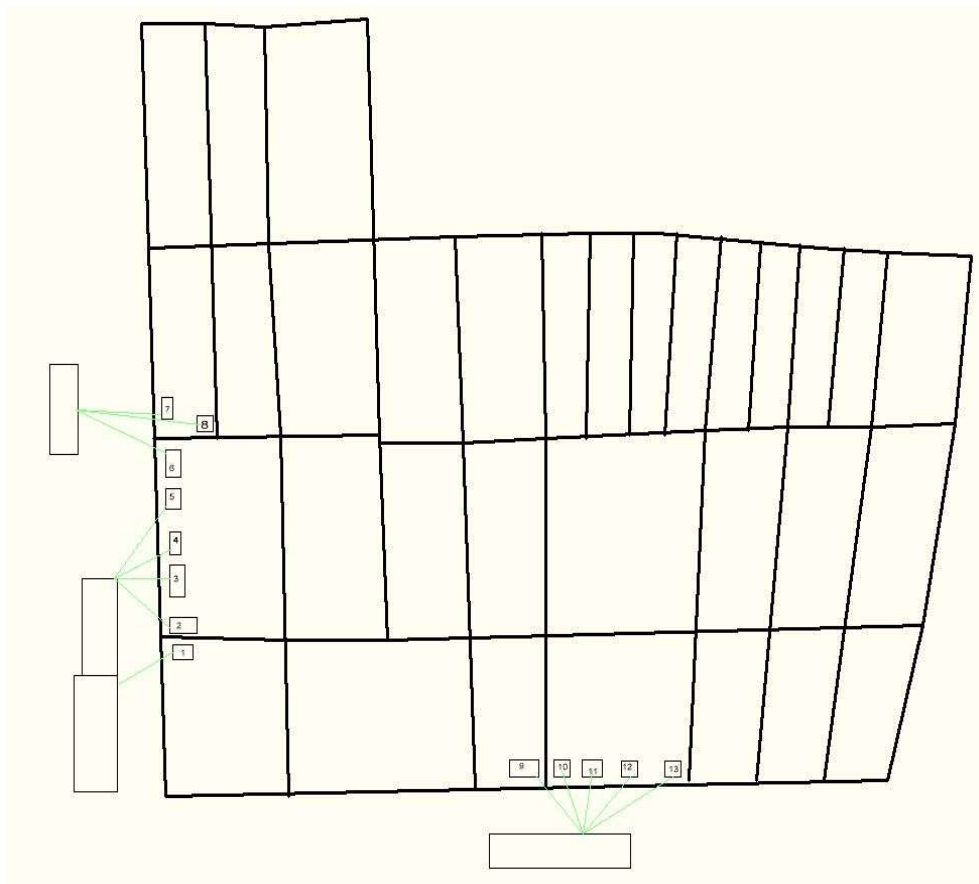


Рисунок 2.1 – Карта підключення

2.2 Порівняння технологій PON і FTTH

Для підключення абонентів до мережі, на сьогоднішній день використовується безліч різних технологій. Оптика, кабелі, різні новинки і тд. Сьогодні ми хочемо розповісти про двох дуже поширених методах підключення, а саме FTTH і PON.

Еволюція технології волокна до дому (FTTH) є ключовим питанням для телекомунікаційної галузі. Сьогодні операторам потрібно розглянути, яка оптична платформа доступу дозволить їм найбільш економічно та розумно адаптуватися в міру того, як попит на пропускну здатність та додатки в

майбутньому розвиватимуться. І, як масове розгортання мереж FTTH продовжується у всьому світі, оператори очікують більшого від технологій, заснованих на FTTH. Вони очікують, що технології наступного покоління збільшать пропускну здатність та сервіс підтримувати можливості, одночасно підтримуючи співіснування з наявним обладнанням та поза нис.

Існує два основних технічних підходи до надання FTTH. Мережа Ethernet від точки до точки забезпечує кожного користувача спеціальним оптичним каналом. Однак пасивна оптична мережа (PON), яка забезпечує з'єднання "точка-багато точок", стає все більш популярною, завдяки цьому дозволяє операторам більш ефективно використовувати свою оптичну волоконну інфраструктуру.

Для PON існують 2 підходи: Ethernet PON (EPON) та Gigabit PON (GPON). PON широко застосовується у всьому світі. У Європі перші користувачі та менші оператори встановили мережі точка-точка Ethernet, але GPON швидко стає кращим вибором серед основних операторів.

Ринок FTTH - веде широкомасштабне розгортання із застосуванням суміші EPON та GPON [8].

Оптичний зв'язок виріс і став популярною технологією, що використовується в мережі та передачі даних. Впровадження оптичних мереж досягло світового масштабу і зараз доступне в більшості країн. Це пояснюється широким спектром переваг, яких можна досягти за допомогою оптичних мереж. Найбільш розповсюдженою оптичною мережею є пасивна оптична мережа (PON), яка дозволяє досягти великих переваг оптичної мережі, але за менших витрат. PON дозволили розгорнути сучасні Fibre до домашньої мережі (FTTH), які сьогодні вважаються передовими технологіями доступу в порівнянні з традиційними мережами DSL. У цьому звіті розглядається широке впровадження PON та їх різні типи. Це також вказує на відмінності між такими мережами та те, де одна перевершує іншу. Крім того, вона обговорює основні проблеми сучасних та майбутніх технологій доступу до мережі. Нарешті, це дає уявлення про перспективні перспективні технології мереж доступу FTTH.

Інтернет-провайдери постійно переслідують попит на більшу пропускну здатність та пропускну здатність даних. З часом провайдери перенесли свої послуги з мереж UTP на оптичну мережу. Це пов'язано з кількома перевагами, які мають оптичні мережі перед мідними мережами, в результаті різного середовища, що використовується у фізичному рівні каналу передачі даних. Оптичні мережі передають інформацію по оптичному каналу, що призвело до багатьох переваг перед електричною передачею. В результаті переваг, зазначених у волоконно-оптичних мережах, це призвело до широкого розгортання волоконно-оптичних мереж у глобальному масштабі. Оптичне волокно значною мірою замінило мідний проводовий зв'язок у основних мережах розвиненого світу. В даний час оптичне волокно розгортається ще ближче до власності користувача (FTTH), завдяки наступним перевагам:

- Proof Тестування майбутніх мереж
- Максимізує симетричну пропускну здатність
- Забезпечує покращену надійність мережі
- Зменшує операційні витрати
- Дозволяє розширені можливості отримання доходу.
- Оптичне волокно не має електромагнітних перешкод
- Оптичне волокно має дуже малу вагу
- Оптичне волокно має такі невеликі розміри.

Постачальники послуг Інтернету змушені задовольнити збільшення вимог до пропускну здатності, оскільки нові послуги, розгорнуті в глобальному масштабі, як правило, поступово вимагають більшої пропускну здатності. Очікується, що протягом 5 років користувачам знадобляться 1 Гбіт / с. Це призначено для розміщення таких послуг, як HDTV, TVOD, 3DTV, Інтернет-ігри, хмарні платформи, спільний доступ до файлів, загальне збільшення вимог до Інтернету та використання Інтернету.

Fiber-to-the-x (FTTx) - це місце, де волокно наближається до кінцевого користувача. Наскільки близьке волокно до кінцевого користувача залежить від типу використовуваної архітектури, отже, використання змінної x, яка

використовується для пояснення того, що існує кілька версій архітектур, які можна використовувати. Волокно можна доставити додому, до бордюру, будівлі, приміщення, робочого столу та району. Є кілька архітектур, таких як волокно до дому (FTTH), волокно до бордюру (FTTC), волокно до будівлі (FTTB), волокно до сусідства (FTTN), волокно до офісу (FTTO) та волокно до приміщення (FTTP). FTTH означає «Волокно додому»; ця архітектура з'єднує волоконну лінію від центрального офісу (ЦО) до будинку кінцевого користувача. Волокно в цій архітектурі проходить до будинку людини, забезпечуючи максимальне розгортання волокна, не маючи мідних з'єднань між ними, що може виступати як вузьке місце, що призводить до високої пропускної здатності.

В даний час оптичні волоконні мережі вважаються найбільш підходящим мережним рішенням, здатним забезпечити високу пропускну здатність на більшій відстані.

Незважаючи на зменшення витрат на оптичне волокно, впровадження технології волоконних мереж все ще вважається дорогим. Це зумовлено трьома основними причинами:

- Електроніка та спеціальне обладнання, необхідне (мультиплексори та лазери), що використовуються для перетворення сигналів з електричного в світло, і навпаки є дорогими.
- Техніки, що встановлюють волокно, вимагають вищої оплати за роботу з чутливим матеріалом та делікатний процес встановлення, тестування та усунення несправностей волоконних з'єднань.
- Мідь вже поширюється по всьому світу. Перетворення всіх вже розподілених мідних мереж на волоконні буде дорогим.

Отже, для розгортання оптичної мережі необхідно розглянути вищезазначені властивості, щоб зменшити витрати. Після розгортання волоконно-оптичної мережі можна реалізувати три основні архітектури оптичної мережі. Ці основні архітектури мережі:

1. Архітектура "точка-точка" (P2P).

2. Архітектура мережі Active Star.

3. Пасивна архітектура зірок.

Пасивні оптичні мережі є найбільш підходящими мережевими архітектурами, оскільки вони вирішують проблеми з витратами в мережах P2P та Active Star Networks, також відомих як Active Optical Network (AON). Архітектура P2P - це місце, де волоконний кабель розгортається від центрального офісу до кінцевого користувача. Простий, але при цьому дорогий, оскільки вимагає великої кількості волоконно-кабельних кабелів. Архітектура AON, з іншого боку, забезпечує активний вузол, який різко зменшує розгортання волокна, але завдяки збільшеній кількості каналів трансивери також збільшуються. Вузол в активній зірці - це активний вузол, який потребує живлення для функціонування та резервного живлення у випадку відключення живлення. Крім того, для цього потрібне охолодження і потрібен простір. Через свої вимоги та технічне обслуговування він все ще вважається дорогим. PON має кілька переваг перед P2P та AON. PON - це волоконно-оптична мережа, яка використовує лише волоконні та пасивні компоненти. PON використовуються для розгортання FTTx і вважаються найпопулярнішою архітектурою FTTx завдяки своїй простоті та меншим витратам у порівнянні з P2P та AON, оскільки вважаються менш затратними порівняно з P2P та AON.

PON складається з 3 основних частин; оптичне закінчення лінії (OLT), оптичний розгалужувач / комбінат та блок оптичної мережі (ONU). OLT знаходиться на стороні постачальника послуг Інтернету (ISP), і ряд блоків оптичної мережі (ONU) розташовані на стороні кінцевого користувача, а оптичний спліттер між ними. Зазвичай до OLT можна підключити до 32 ONU, це залежить від використовуваної технології та від діапазону, який потрібен для роботи мережі. Архітектура PON має наступні переваги:

1. Немає активних пристроїв.
2. Менша кількість волокон.
3. PON може працювати на більшій відстані до 20 км.
4. Більша пропускна здатність.

5. Простота оновлення до більш високої швидкості передачі даних.
6. PON використовує лише пасивну мережу, яку можна закопувати в землю і не потребує обслуговування.
7. Мережа мовлення в нижніх частотах.
8. У порівнянні з активними розгалужувачами пасивні роздільники мають менші розміри.

Існує декілька типів систем PON, які впродовж останніх років застосовувались як технології доступу. Такі технології доступу є; APON, BPON, EPON, GPON, 10G EPON та PON1 наступного покоління (NG-PON1).

1. Асинхронний PON (APON)

Перше покоління серії PON було стандартизовано групою мереж доступу з повним спектром послуг (FSAN) ITU-T в середині 1990-х. Спочатку було прийнято використання протоколу ATM, оскільки протокол ATM є основним протоколом для телефонних мереж, а також використовується для передачі даних. Мережі APON підтримують 32 абонента з одноразовою швидкістю передачі даних 155 Мбіт / с та швидкістю передачі даних 622 або 155 Мбіт / с (асиметрична). Як визначено в сімействі IEEE 802.3, максимальна швидкість передачі даних в APON становила від 622 Мбіт / с до 1.244 Гбіт / с.

2. Широкосмуговий PON (BPON)

Широкосмуговий PON (BPON), як визначено в серії ITU-T G.983, був подальшим вдосконаленням APON. Метою BPON було досягнення економічно ефективного розгортання широкосмугових систем оптичного доступу. BPON пропонує численні широкосмугові послуги, включаючи банкомат, доступ до Ethernet та розповсюдження відео. BPON використовує ATM як той самий протокол сигналізації та транспортування, як і APON. Однак BPON також забезпечує посилений захист. Ще однією суттєвою відмінністю між APON та BPON є те, що BPON дозволяв розповсюдження відео, тоді як APON не зосереджувався на відео. BPON зробив більш досконале використання WDM, додавши додаткові довжини хвиль для розповсюдження відео. Цифрові сигнали BPON працюють зі швидкістю ATM 155, 622 та 1244 Мбіт / с.

3. Ethernet PON (EPON)

Ethernet PON - це стандарт IEEE (IEEE 802.3.ah). EPON використовує Ethernet-кадри для передачі даних і забезпечує безперебійну інтеграцію з технологіями IP та Ethernet. В результаті EPON має точну масштабованість, простоту, придатність та можливість забезпечити повний доступ до послуг. На додаток до захисту EPON формату кадру Ethernet, який несе пакунки змінної довжини без руйнування, EPON став однією з найбільш впроваджених технологій PON. EPON працює зі швидкістю 1,25 Гбіт / с у напрямку вгору та 1,25 Гбіт / с у напрямку вниз (симетричний) з максимальною відстанню 20 км та 32 розщепленнями.

4. 10G-EPON

Це також відомо як стандарт IEEE 802.3av, який був остаточно виданий у 2009 році. Він збільшує швидкість передачі даних системи EPON з 1 Гбіт / с до 10 Гбіт / с. Він також успадковує протокол MPCP EPON, в той час як він фокусується на фізичному рівні. Основними вимогами стандарту IEEE 802.3av було збільшення швидкості передачі даних до 10 Гбіт / с, а також те, що новий стандарт може співіснувати з попередньою версією EPON (802.3.ah) в тій же мережі ODN, що дозволяє виконувати оновлення за менш складний спосіб 10G-EPON виграє від симетричної продуктивності, де як за течією, так і за потоком 10 Гбіт / с. Він також виграє від асиметричної структури, де вихідний потік становить 1 Гбіт / с на тій же довжині хвилі 1310 нм, а нижчий потік - 10 Гбіт / с на довжині хвилі 1270 нм.

5. Гігабітний PON (GPON)

Gigabit PON (GPON) підтримує симетричну швидкість передачі даних 2,488 Гбіт / с як у потоці, так і вгору. Він підтримує транспорт Ethernet, ATM і TDM, забезпечуючи потужні можливості адміністрування операцій, обслуговування та забезпечення (OAM & P), пропонуючи наскрізне управління послугами. GPON забезпечує більшу пропускну здатність та діапазон порівняно з APON, BPON та EPON, використовуючи інкапсуляцію GEM. GPON є

близьким конкурентом EPON, де деякі країни віддають перевагу розгортанню FTTx в архітектурі EPON, інші віддають перевагу GPON.

6. OFDM PON

Мультиплексування з ортогональним частотним поділом (OFDM) PON приділяло велику увагу завдяки своїм перевагам, таким як стійкість до перешкод між символами (ISI). Він використовує OFDM як схему модуляції для збільшення швидкості передачі даних. Цей тип PON використовує OFDMA як схему доступу, де він розділяє обидва потоки смуги пропускання на кілька піднесучих з ортогональними частотами. Він модулює піднесучі за допомогою швидкого перетворення Фур'є (ШПФ) та зворотного швидкого перетворення Фур'є (ППФ). ONU розподіляються зі своїми піднесучими на основі їх вхідного трафіку в режимі реального часу. OFDM PON перемагає згадані раніше PON з багатьма перевагами, такими як високошвидкісна передача, тонка деталізація розподілу смуги пропускання та безбарвні ONU. OFDM має потенціал для збільшення швидкості передачі даних і діапазону без збільшення складності та вартості [9].

2.3 Опис обраної технології

Вибір технології пав на технологію PON тому що вона підходить краще всього.

Супутні технології продовжують розвиватися, а тим часом ринок компонентів PON продовжує зростати. Трансивер PON є важливою частиною системи PON, яка необхідна як для блоку оптичної мережі (ONU), встановленого в приміщенні абонента, так і для терміналу оптичної лінії (OLT) у центральному офісі (CO).

PON-трансивер - це тип оптичних трансиверів, що використовуються для системи PON. Це, як правило, двонаправлений пристрій, який використовує різні довжини хвиль для передачі та прийому сигналів між OLT на CO і ONU в приміщеннях кінцевих користувачів через одне волокно. Відповідно до вбудованого пристрою трансивер PON можна розділити на модуль трансивера OLT та модуль трансивера ONU з SFF (малий форм-фактор), SFP (малий форм-фактор, що підключається) / SFP + (розширений малий форм-фактор, що підключається) або XFP (пакет 10 гігабітних малих форм-факторів, що підключається).

Трансивер OLT, як правило, більш складний, ніж трансивер ONU, оскільки кожен трансивер OLT повинен взаємодіяти з до 64 трансиверами ONU.

Для GPON Transceivers доступні 2 класи - Клас B + і Клас C +. Ключові відмінності між класом B + і класом C + - це потужність передачі передач та чутливість до RX.

Як було сказано вище, трансивер PON є різновидом оптичних трансиверів, але насправді він відрізняється від звичайних трансиверів, про які ми згадали раніше.

Звичайний трансивер (рис. 2.2).

Режим передачі оптичних сигналів - точка-точка (P2P) при використанні звичайного трансивера.

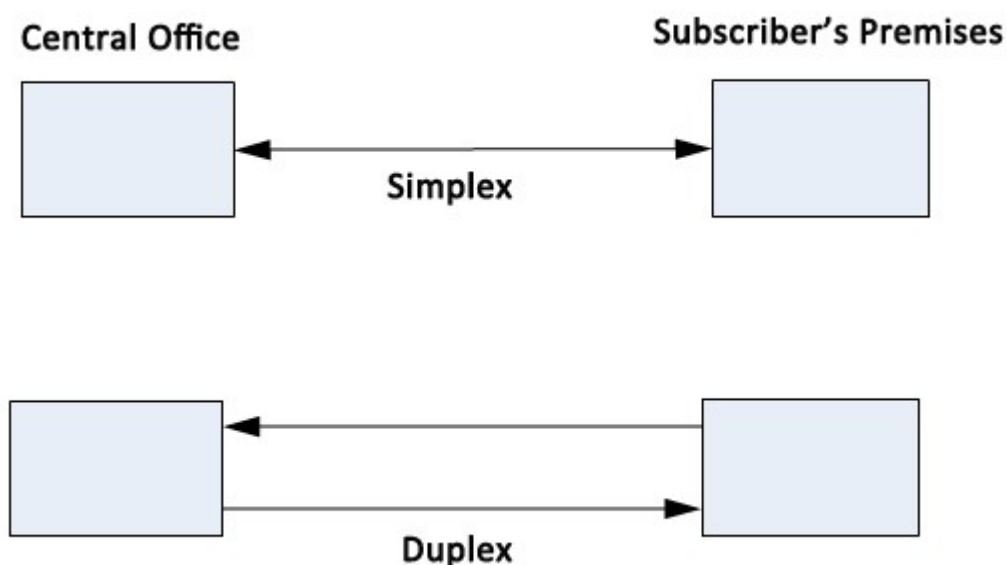


Рисунок 2.2 – Використання звичайного трансивера

Модулі повинні використовуватися парами і використовувати одне або два волокна для передачі (дуплекс або симплекс). Втрата волоконного зв'язку включає згасання, хроматичну дисперсію, втрату вставки волоконного з'єднання тощо. Має більший варіант відстані передачі до 200 км. Програми: магістральна мережа, менша для використання в мережі доступу через фактору вартості.

Модуль PON (рис. 2.3).

Режим передачі оптичних сигналів - "Point to Multi-Point" (P2MP) при використанні трансивера PON.

Модулі не використовуються попарно. Як правило, один трансивер OLT взаємодіє з кількома трансиверами ONU, а трансивери ONU можуть мати до 128.

Втрата волоконного зв'язку включає згасання, хроматичну дисперсію, втрату коефіцієнта розбиття, втрату вставки волоконного з'єднання тощо.

Менша відстань передачі, ніж звичайний модуль, яка складає лише до 20 км. Програми: з більшими перевагами за низьку вартість мережі доступу [10]..

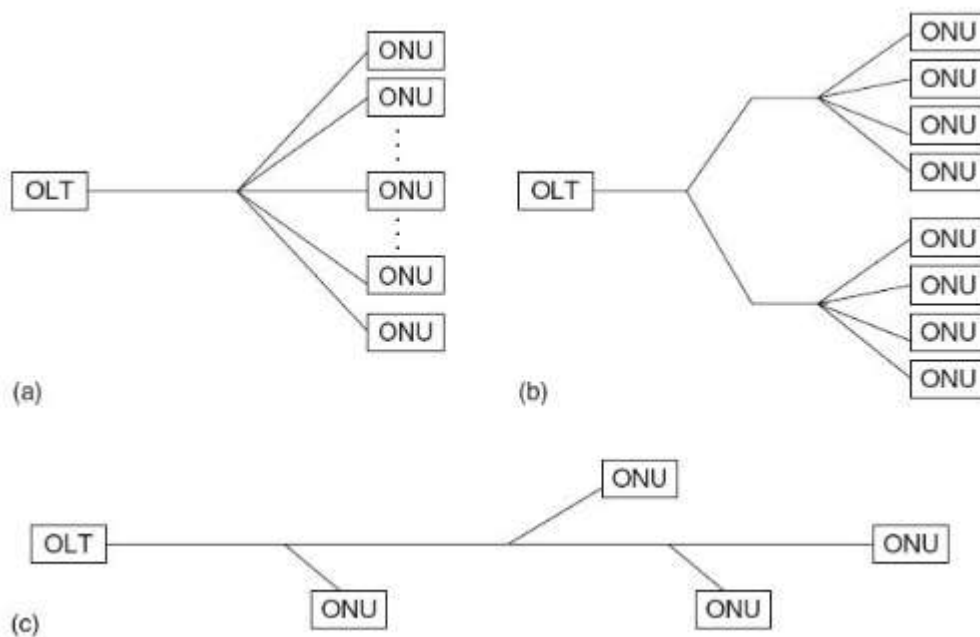


Рисунок 2.3 – Використання PON

Все активне обладнання винесено в відносну безпеку житлових (і не дуже) будівель, а саме:

- на стороні провайдера розташовується головна станція, яка керує всією пасивною мережею, включаючи абонентські пристрої, і направляє трафік в мережу;
- на стороні абонента знаходяться приймально-передавальні конвертери, з яких, власне, і організується трафік споживачам.

2.5 Розробка топлогічної, структурної та функціональної схем

Як було раніше зазначено ми обираємо технологію GPON тому на стороні провайдера встановлюється OLT - L2 свитч з усіма наслідками, що випливають звідси функціональними можливостями, має порти Uplink і Downlink порти. OLT 12 PON ISCOM5508, наприклад, має 12 портів GPON для установки одноволоконних модулів SFP. Управління OLT проводиться через термінальний порт, так і за допомогою всіх улюблених протоколів типу SNMP, SSH і TELNET.

Переваги:

- підтримка SFP-модулів GPON;
- віддалене управління по Telnet / Web / SSH / SNMP;
- підтримка функцій L2 / L2 +;
- модульна архітектура пристроїв;
- наявність мідних портів 10/100/1000 Base-T;
- інформативний, доступний та простий інтерфейс управління CLI;
- універсальний блок живлення;
- можливість кріплення в стійку 19 ";
- можливість розширеної діагностики ONU-пристроїв.

Недоліки:

- великі габарити пристрою;
- терморегулятори консольного кабелю відрізняється від Cisco [11].

На стороні клієнта встановлюється ONU , яку також іноді називають ONT - повноцінний VLAN світч невеликого розміру ISCOM HT803-W [12].
Характеристики даного пристрою вказані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики ISCOM HT803-W

Розміри	174 мм (довжина) × 129 мм (ширина) × 38 мм (висота)
Вага	<0,4 кг
Споживана потужність	≤ 18 Вт
Вхід адаптера живлення	100–240 В змінного струму (50/60 Гц)
Вихід адаптера живлення	12 В постійного струму, 2 А
Робоча температура	0–50 ° С
Робоча вологість	10% –93% (без конденсації)
Дані	ONU забезпечує чотири інтерфейси 10/100/1000 Base-T Ethernet із наступними функціями: Автоматичне узгодження Ethernet та авто-MDI / MDIX Interface Інтерфейс WLAN IEEE 802.11b / g / n Вбудовано з перемиканням рівня 2 Вбудований в маршрутизатор рівня 3 і домашній шлюз Розширені функції даних, такі як обробка тегів VLAN, класифікація трафіку та фільтрація пакетів Flash USB 2.0 Flash
Відео	2 відео-послуги: укладання відео та доставка даних (через одноадресну та багатоадресну передачу) IGMP Snooping та подальша оптимізація додатків: коли IGMP Snooping увімкнено, ISCOM HT803-W може навмисно надсилати потоки багатоадресної передачі даних виявлення члена, який приєднується до групи багатоадресної передачі та виходить з неї.
ОАМ	Management Управління стандартами технічних специфікацій IEEE 802.3ah та China Telecom EPON інтерфейс. Різні послуги, включаючи Ethernet, WLAN, VoIP та RF

	Monitoring Моніторинг тривоги та роботи Дзеркальне завантаження, активація та перезапуск програмного забезпечення віддалено через OLT 2 програмного забезпечення, що відображає запаси та перевіряє цілісність програмного забезпечення
--	---

Кожна ONU має вбудований фільтр MAC-адрес; при отриманні пакету ONU перевіряє належність пакета і, якщо пакет належить не їй, відкидає його. Управління ONU відбувається безпосередньо з OLT, при цьому OLT вважає ONU «зіпсувала» свого порту, які мають свої порти, тобто дотримується наступна ієрархія: Порт OLT -> № ONU -> порт ONU. Між клієнтом і провайдером розташовується пасивна оптична мережа, яка має топологію дерева і її похідні. Основними компонентами пасивної оптичної мережі є оптичне волокно і сплітери Splitter - що працюють в режимі «розгалужувач» в напрямку провайдер-> клієнт і в режимі «змішувач» в зворотному напрямку. Безсумнівною перевагою пасивного обладнання є його незалежність від живлення і простота в експлуатації «Один раз поставив - все життя користуюся».

Пасивна оптична мережа є розділяється між багатьма абонентами середовищем, тому з боку OLT діє TDM, а з боку ONU - TDMA. При цьому спадний потік, їм ми будемо називати потік від OLT до ONU, передається на довжині хвилі 1490nm, а висхідний, потік від ONU до OLT, - на довжині хвилі 1310nm. Зроблено це для того, щоб залишити місце для CATV, яке також можна пустити по дереву PON до абонента. Передавачі CATV віщають на довжині хвилі 1550nm або 1310nm, але виробники GEPON обладнання зайняли довжину хвилі 1310nm для UpStream, щоб максимально здешевити клієнтський пристрій (лазери, що випромінюють на довжині хвилі 1310nm набагато дешевше лазерів, що випромінюють на довжині хвилі 1550nm). Вартість лазерних GEPON приймально-передавачів досить висока по відношенню до їх Ethernet-побратимам, і не випадково: вони дуже потужні. Оптичний бюджет GEPON-

системи (різниця між потужністю випромінювача і граничною чутливістю приймача) близько 30дБ (для ONU цей показник знаходиться в діапазоні 25-30дБ, для OLT - 32-37дБ). Цього бюджету вистачить на те, щоб «пробити» понад 100 км стандартного оптичного волокна. Однак, PON-дерева в глибину досягають зазвичай 10-15 км, маючи межа по глибині в районі 20км. Пов'язано це з тим, що подільники вносять в лінію величезна загасання (від 3-х до 22-х дБ), забезпечуючи розгалуження і заощаджуючи волокно. Варто відзначити, що стандарт GEAPON дещо відрізняється від звичного всім Ethernet структурою кадру, тому "не-GEAPON» пристрою в мережі PON працювати не будуть. Топологічна схема приватного сектору буде приведена на схемі 2.4

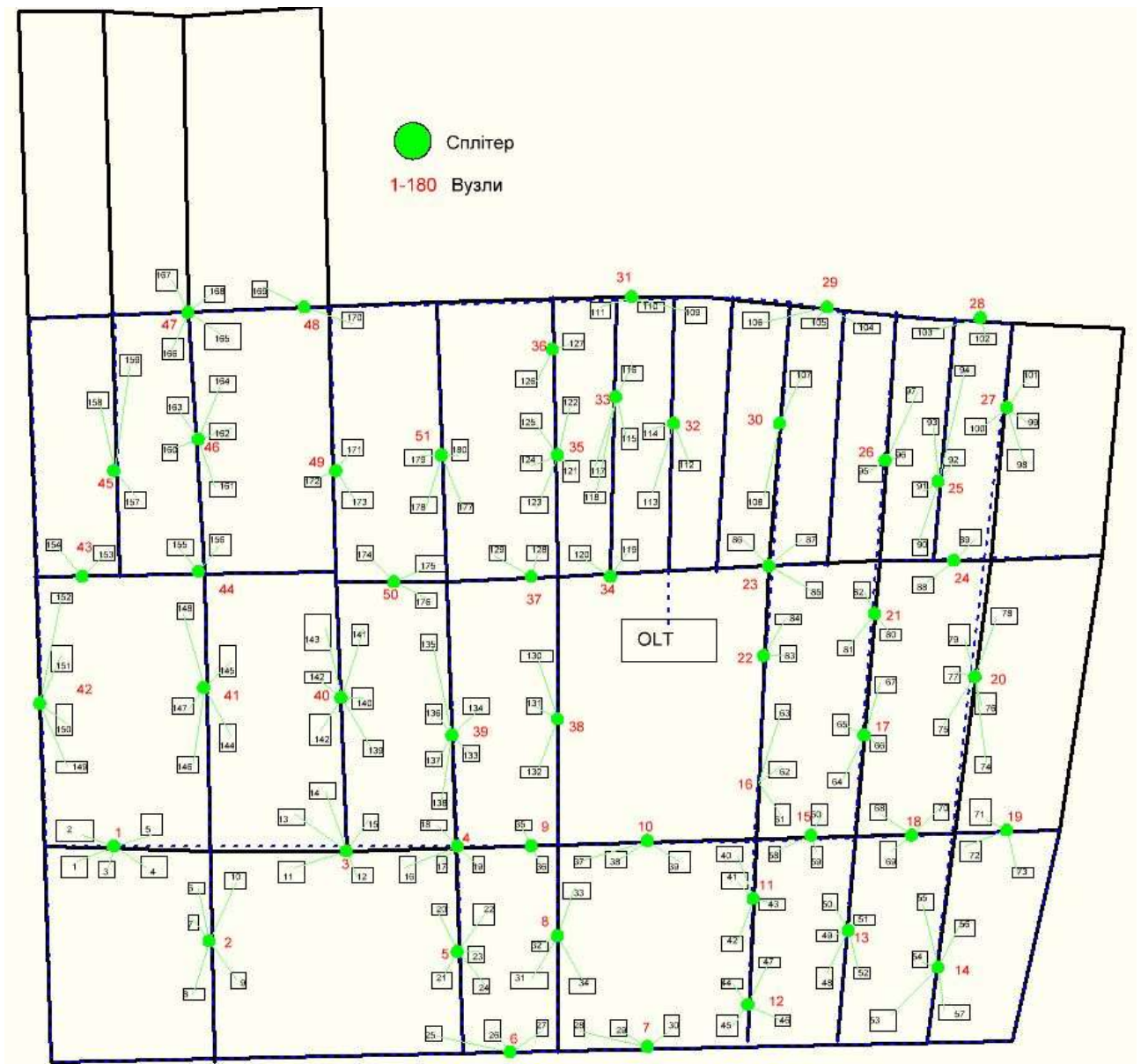


Рисунок 2.4 –Топологічна схема мережі на приватному секторі

Висновки до розділу 2

У другому розділі ми провели аналіз існуючої мережі, порівняли її з іншою технологією, також проаналізували технологію яку ми обрали, розробили структурну та топологічну схему.

3 АПАРАТНИЙ СИНТЕЗ

3.1 Вибір обладнання для організація ядра мережі

Cisco Systems, Inc. - американська багатонаціональна компанія, яка розробляє та продає мережне обладнання. Компанія пропонує повний спектр мережевого обладнання, що дозволяє клієнтам купувати все необхідне обладнання для своїх проектів виключно у Cisco Systems.

Це одна з найбільших у світі компаній, що спеціалізується на галузі високих технологій. Спочатку Cisco Systems займалася виключно корпоративними маршрутизаторами. Компанія Cisco називає себе "світовим лідером у мережних технологіях для Інтернету".

Cisco Systems створила розгалужену багаторівневу систему інженерів із сертифікації через комп'ютерні мережі. Оскільки іспит перевіряє знання системи, не тільки продуктів Cisco, а й знання мережних технологій та протоколів, багато організацій, навіть працюючи на мережному обладнанні інших компаній, визнають цінність професійної сертифікації Cisco. Зокрема, рівень експертів із сертифікації (CCIE) є одним із найбільш відомих та поважних в комп'ютерній індустрії.

У 2003 році компанія Cisco Systems, Inc. придбала Linksys, відомого виробника обладнання для комп'ютерних мереж, і тепер Linksys позиціонується як бренд мережного обладнання для домашнього використання та малого бізнесу.

У грудні 2009 року Cisco змогла придбати 90% акцій популярної норвезької компанії Tandberg. Угода, яка дозволила компанії стати світовим лідером у виробництві обладнання для відеоконференцій [13].

3.1.1 Вибір маршрутизатора

Конкретно для наших цілей були вибрані маршрутизатори Cisco 2900 серії. Маршрутизатори інтегрованих служб серії Cisco 2900 (ISR) розроблені, щоб задовольнити потреби сучасних середніх філій та розвиватися до хмарних служб. Вони забезпечують віртуалізовані програми та високозахищену співпрацю завдяки найширшому набору підключень до глобальної мережі з високою продуктивністю, що забезпечує одночасні послуги зі швидкістю до 75 Мбіт / с. Ось декілька поширених моделей, таких як 2901, 2911, 2921 та 2951. Серія 2900 може запропонувати 2 або 3 порти GE з 1 портом SFP, 4 слотами EHWIC, 2 слотами SM з 1 слотом SIM та 3 слотами DSP. Крім того, їх оперативна пам'ять та флеш-пам'ять є масштабованими, максимум 2,5 Гб оперативної та 8 г флеш-пам'яті Серія 2900 також може пропонувати голосові функції, підтримуючи принаймні від 16 до 250 телефонів.

Всі маршрутизатори інтегрованих служб серії Cisco 2900 пропонують вбудоване апаратне прискорення шифрування, слоти для процесора цифрових сигналів (DSP) із підтримкою голосу та відео, додатковий брандмауер, запобігання вторгненню, дзвінок послуги з обробки, голосової пошти та додатків. Крім того, платформи найширше підтримують галузі діапазон проводових та безпроводових варіантів підключення, таких як T1 / E1, T3 / E3, xDSL, мідний та волоконний GE [14].

Порівняння маршрутизаторів наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Порівняння маршрутизаторів Cisco 2900 серії

Модель Cisco	Вбудовані порти 10/100/1000 Мбіт / с, RJ45	Вбудовані порти 10/100/1000 Мбіт/с, SFP	Роз'єми SM	Роз'єми SM подвійної ширини	Роз'єми EHWIC	Роз'єми EHWIC подвійної ширини	Роз'єми ISM
Cisco 2901	2	0	0	0	4	2	1
Cisco 2911	3	0	1	0	4	2	1
Cisco 2921	3	1	1	1	4	2	1
Cisco 2951	3	1	2	1	4	2	1

Мною був обраний маршрутизатор Cisco 2901-SEC/K9, тому що його достатньо для обраної задачі, та його вартість набагато менша від інших моделей. Також в нього є молодша модель Cisco 2901/K9, вона дешевша майже у два рази але їх різниця полягає в тому що у першого більш високий рівень продуктивності, безпеки і масштабованості за це ми і переплачуємо. Його характеристики наведено у таблиці 3. 2.

Таблиця 3. 2 - Характеристика маршрутизатора Cisco 2901-SEC/K9

Інтерфейс	
Загальна кількість портів	2
USB	Так
Порт управління	Так
Кількість широкосмугових портів (RJ-45)	2
Розширення вводу-виводу	
Кількість портів розширення	9
Тип порту розширення	HWIC, PVDM
Мережа та спілкування	
Мережеві технології	10/100/1000Base-T
Технологія Ethernet	Gigabit Ethernet
Управління та протоколи	
Особливості безпеки	Cisco Security Manager Cisco IOS Firewall Cisco IOS Zone-Based Firewall Cisco IOS IPS Cisco IOS Content Filtering Flexible Packet Matching (FPM) AAA
Стандартна пам'ять	512 MB
Максимум пам'яті	2.50 GB
Технологія пам'яті	SDRAM
Флеш-пам'ять	256 MB
Підтримується карта пам'яті	Картка CompactFlash (CF)

3.2 Вибір обладнання мережі GPON

Технологія GPON використовує для побудови мережі два типи активних пристроїв - центральне OLT (Optical Line Terminal), абонентський пристрій ONU (Optical Network Unit). Завдяки роздільного за часом мультиплексуванню на один PON порт OLT можливо підключити до 64 пристроїв ONU. Серія абонентських пристроїв призначена для надання домашнім користувачам високошвидкісного доступу до мережі інтернет, послуги телефонії і телебачення, а так само можливість бездротового з'єднання WiFi. В ролі OLT був обраний OLT 12 PON ISCOM5508.

ISCOM5508 – висока цілісність і гнучкість створення мереж, одинарний MCU висотою 1U, 2 підкарти GPON, 1 підкартка WDM (EDFA + WDM), модульний дизайн для простоти установки та заміни компонентів, а також підтримує швидкість лінії 2 рівня експедирування. Забезпечує 8 інтерфейсів GPON та підтримує 1024 ONU та до 10 оптичних інтерфейсів висхідної лінії зв'язку. 1 вхід CATV (1550 нм) і 4 способи виходу EDFA, поєднує CATV з PON за допомогою WDM модуль всередині. Доступ до послуг широкосмугового, голосового зв'язку, IPTV тощо для задоволення різноманітних програм доступу операторів, мережа мовлення, радіо та телебачення та мережа приміщень споживачів. Каскадні OLT-мережі в лінії зв'язку, щоб бути віддаленими пристроями у віддалених районах, здатних відповідати вимогам приватного сектору щодо сценарію широкосмугового доступу на великі відстані та заощаджують ресурси волоконної мережі. Надійність перевізника – захист блоку живлення 1 + 1 та гаряча заміна всіх карток. Підтримує захист PON класу В та перемикання класу перевізника, підтримка приватної кільцевої мережі Ethernet та час перемикання 50 мс.

Функції: підтримують VLAN, включаючи вибіркові QinQ, відображення VLAN та агрегування підтримка повного QoS, включаючи динамічне призначення смуги пропускання, управління пріоритетом, множинність режимів класифікації трафіку, режими планування кількох черг для

задоволення різних QoS, вимоги до послуг VoIP, відео та Інтернету. Повний ACL, включаючи L2, L3, L4 та спеціальні ACL. Підтримує статичну багатоадресну передачу, IGMP Snooping, Proxu, MVR та керовану багатоадресну передачу: підтримка статичного маршруту, підтримка STP / MSTP, агрегація каналів, DHCP, ізоляція інтерфейсу тощо, підтримка IPv6.

Зелений енергозберігаючий дизайн – загальне споживання енергії MCU та сервісних карт менше 70 Вт. Застосовується інтелектуальний вентилятор, який може регулювати швидкість обертання відповідно до температури, таким чином продовжуючи життя вентилятора, зниження рівня шуму та економія енергії.

Характеристика OLT 12 PON ISCOM5508 наведена у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Характеристика OLT 12 PON ISCOM5508

інтерфейс GE PON	12 портів GE PON для установки одноволоконних модулів SFP (1000BASE-PX20-D-SP або 1000BASE-PX20-D-M-SP) одномодовий, прийом 1310 нм, передача 1490 нм симетричний 1.25Гбіт / с, до 20 км макс. коефіцієнт ділення 1:64 індикатори LNK, ACT
Інтерфейс управління по Telnet / SNMP	1 x 10/100 Base-TX роз'єм RJ-45
Мережевий інтерфейс	4 x 100/1000 BASE-X SFP і 2 x 10/100/1000 Base-T RJ45
ємність	36 Гбіт / с матриця комутації 128MB DRAM 32MB flash 1024 IGMP групи
Налаштування <u>последовательного</u> порта RS-232	9600 бит/сек , 8 бит , none parity , 1 stop бит
Індикатори	індикатори живлення, системи
Вес	6 кг
Электропитание	AC 220В или DC -48В или DC +24В
Габариты	440(W) * 220(D)* 44,45(H) mm

Потребляемая мощность	не более 250 Ватт
Условия эксплуатации	Рабочая температура: от 0°C до +50°C Температура хранения: от -25°C до +70°C Влажность: от 20% до 90% (без конденсации)
Соответствие	СЕ сертификация, FCC class A

В якості ONU обладнання візьмемо також обладнання від ISCOM.

NT803-W – це продукт ONU чистого типу даних, розроблений Raisecom для задоволення розвитку FTTx. Це забезпечує 1 оптичний інтерфейс EPON вихідної лінії зв'язку, 4 інтерфейси вхідної лінії зв'язку FE, які можуть відповідати вихідній / вхідній лінії зв'язку.

Вимоги до пропускної здатності в поточному сценарії FTTB + LAN або FTTB. В даний час один пристрій, яким користуються багато користувачів, може зменшити труднощі у будівництві та витратах на технічне обслуговування, тим самим ефективно покращуючи AERU. Він використовує пластикову оболонку та зовнішнє джерело живлення, що відрізняються невеликими розмірами та елегантним зовнішнім виглядом

Низьке споживання енергії при потужності повного навантаження менше 5 Вт, використання цього виробу може значно заощадити електроенергію.

Пластикові оболонка, невеликий розмір та елегантний зовнішній вигляд. Підтримка управління мережею. Він гнучкий у використанні, низька вартість управління та висока ефективність. Оператори можуть віддалено налаштовувати та керувати OLT [15].

Характеристика цього ONU наведена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Характеристика ISCOM NT803-W

Інтерфейс GEPON	1 EPON інтерфейс SC / PC роз'єм одномодовий, передача 1310нм прийом 1490нм симетричний 1.25Гбіт / с канал, 20 км, коефіцієнт ділення 1:32 або 1:64 Індикатор LED PON
Ethernet інтерфейс	3 * 10/100 Мбіт / сек + 1 * 10/100 /1000Мбіт / с (4 порт)роз'єм RJ-45 визначення half / full duplex Авто MDI / MDI-X Дистанція 100 метрів, індикатори: LAN1 / 2/3/4, iTV.
Порт FXS для підключення аналогово телефону	2 роз'єми RJ-11
Стандарти і протоколи	IEEE802.3ah IEEE802.3 IEEE802.3u IEEE802.3ab IEEE802.3z IEEE802.3x IEEE802.1p IEEE802.1Q
функція IPTV	Підтримує налаштування IPTV, включаючи SDTV і HDTV.

Також в мережі GEPON є сплітери. Спліттер - це пасивний пристрій, який розбиває оптичний сигнал у нижчому напрямку 1 x N способом. PON-розгалужувач подає однаковий сигнал від OLT до всіх ONU / ONT. Сигнал подається з такою ж потужністю через N вихідних волокон. PON зазвичай використовує пристрої, які поєднують спліттер / муфту в одному і використовують їх для подальшого / висхідного розподілу.

Кількість портів у сплітері (N) визначає його втрат сигналу. Оптичний спліттер / муфта має однакові втрати в обох напрямках. Будь-який коефіцієнт розбиття можна досягти різними способами. Збільшення кількості сплітерів створює втрати потужності, роблячи максимальне співвідношення розбиття 1:64. Різні Рекомендації MCE-T визначають різні коефіцієнти розподілу:

- 802,3ah - 16
- G.983 - 32

– G.984 – 64 [16].

В нашому випадку сплітер буде знаходитися на вулиці, тому ми обираємо сплітери 2x16. Використаємо сплітери серії FG Все устаткування наведене у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Устаткування мережі GEPON

Тип	Кількість	Опис
ISCOMHT803-W	180	ONU
FG-GPON- SPLITTER 2x16	51	Оптичний сплітер 2x16

3.3 Пасивні компоненти для мережі. Схема з'єднань

До складу кабельної системи приватного сектора входять наступні елементи:

- кабель оптичний;
- монтажні бокси;
- кабель кручена пара;
- патч-корди та патч-панелі для крученої пари;

В якості магістральних ліній буде використатись оптоволокну NeoMax Optix LX. Технічні характеристики відповідають специфікації ANSI/TIA/EIA–568–A–5.

Для монтажу сплітерів будуть використані монтажні крос бокси Forsite ODB. Також патч-корди MLX FO:SCFCu50-2,5 – патч-корд SC-SC/UPC duplex 2,5 m.

Вита пара – MLX.39-504-5E-305, яка буде в патч-панелях MLX.U:24-110-1 та термінальних розетках MLX.:U:1-RJ45-C5. В якості патч-кабелів який ми будемо використовувати буде кабель MLX.TP:PU:A-MCU 80005.

Висновки до розділу 3

Провівши апаратний синтез було визначене наступне, в якості OLT буде обраний OLT 12 PON ISCOM5508, в якості ONU ISCOM HT803-W все це обладнання від виробника ISCOM, в якості маршрутизатора був обраний Cisco 2901-SEC/K9 від компанії Cisco, також ми обрали сплітери, патч-корди та інші кабелі.

4 ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ СЕГМЕНТУ МЕРЕЖІ В PACKET TRACER

4.1 Розподіл адресного простору та логічна структуризація мережі

Прогнозована мережа є багаторівневою. Вона чк зазвичай і має рівень ядра, рівень розподілу та рівень доступу. Основний рівень організований на базі двох маршрутизаторів, до яких підключений зовнішній канал, серверне обладнання IP-телефонії, відео на замовлення та IP-телебачення. Рівень розподілу базується на центральному комутаторі (GPON ONT), а рівень доступу - на комутаторах GPON OLT. Персональні пристрої та телевізори виступають як пристрої користувача. Розподіл абонентів здійснюється за допомогою технології VLAN.

В таблиці 4.1 зведений розподіл IP-адрес.

Таблиця 4.1 – Розподіл адресного простору

Назва пристроїв	Кількість	Мережа	Маска
Робочі станції	118	10.0.0.0	24
IP-телевізори	240	10.0.1.0	24

Адресний простір між користувачами буде розподілятися в автоматичному режимі – DHCP. Слід зазначити, що для кожної групи устаткування буде виділений окремий VLAN.

В таблиці 4.2 наведений розподіл адресного простору між фізичними та логічними портами активного мережного устаткування.

Таблиця 4.2 – Призначення IP-адрес до інтерфейсів

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

4.2 Моделювання роботи мережі

Моделювання роботи мережі буде проводитись в програмному пакеті Packet Tracer 7.3.0.

Модель складається містить наступні мережні елементи:

- маршрутизатор Router0, що грає роль прикордонного маршрутизатора;
- маршрутизатор Router1, що грає роль центрального з вдубованим комутатором для підключення рівня розподілу та необхідного за умовою серверного устаткування;
- Switch0, що грають роль комутаторів розподілу;
- Switch1-3, що грають роль комутаторів абонентського доступу;
- PC0.... – це персональні комп'ютери абонентів;
- Laptop0-3, що грають роль IP-телевізорів;

В проєктованій IP-моделі необхідно налаштувати:

- доступ до списків доступу на маршрутизаторі;
- NAT для доступу до Інтернету на маршрутизаторі;
- DHCP на маршрутизаторі;

- налаштувати віртуальні підмережі для груп обладнання користувачів на комутаторах і маршрутизаторах.

Нижче показаний риклад 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
//створюємо віртуальну підмережу для системи відеоспостереження коледжу
Switch1(config)#vlan 201
Switch1(config-vlan)#name VN
Switch1(config-vlan)#exit
Switch1(config)#
//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)#interface FastEthernet0/2
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 201
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/9
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 201

Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#exit
Switch1(config)#interface FastEthernet0/10
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#
Switch1(config-if)#switchport access vlan 201
Switch1(config-if)#ex
Switch1(config)#
```


Аналогічні налаштування проведені на інших комутаторах.

Комутатор розподілу Switch0 і на ньому необхідно створити всі VLAN:

```
Switch0#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch0(config)#vlan 101
Switch0(config-vlan)#name PC
Switch0(config-vlan)#exit
Switch0(config)#vlan 102
Switch0(config-vlan)#name TEL
Switch0(config-vlan)#exit
Switch0(config)#vlan 201
Switch0(config-vlan)#name VN
Switch0(config-vlan)#exit
Switch0(config)#
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

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed
state to up

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)#
```

Налаштуємо віртуальні мережі на комутаторі маршрутизатора Router1 та визначимо режим роботи портів:

```
Router1#vlan database
% Warning: It is recommended to configure VLAN from config mode,
as VLAN database mode is being deprecated. Please consult user
documentation for configuring VTP/VLAN in config mode.

Router1(vlan)#vlan 101 name PC
VLAN 101 modified:
    Name: PC
Router1(vlan)#vlan 102 name TEL
VLAN 102 modified:
    Name: TEL
Router1(vlan)#vlan 103 name TV
VLAN 103 modified:
    Name: TV
Router1(vlan)#vlan 201 name VN
VLAN 201 modified:
    Name: VN
Router1(vlan)#
Router1(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting....
Router1#configure terminal
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
Router1(config)#interface FastEthernet0/3/3
Router1(config-if)#
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)#
```

Налаштуймо фізичний інтерфейс, спрямований на маршрутизатор 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
```

Ми активуємо віртуальні інтерфейси створених підмереж і призначаємо їм 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 10.0.2.1 255.255.254.0
Router1(config-if)#int vlan 201
Router1(config-if)#
%LINK-5-CHANGED: Interface Vlan201, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan201, changed state to
up

Router1(config-if)#ip address 10.0.4.1 255.255.254.0

```

Ми налаштуємо службу DHCP на маршрутизаторі, тому необхідно визначити адресний простір, який буде розподілятися як в автоматичному режимі, так і вручну:


```

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

```

Останнім кроком у налаштуванні Router1 є створення списків доступу. Списки доступу на маршрутизаторі повинні бути налаштовані відповідно до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до списків доступу

Послуга	VLAN10 1	VLAN10 2	VLAN10 3	VLAN20 1
Інтернет	+	-	-	-
Відео за запитом та IP-телебачення	-	-	+	-

Проведемо налаштування списку доступу до мережі Інтернет:

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

Налаштування трансляції адрес на маршрутизаторі Router0:

```
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

У даному розділі дипломного проекту була розроблена імітаційна модель, яка дозволила перевірити справність розробленої мережі, а саме:

- доступ до списків доступу на маршрутизаторі;
- NAT для доступу до Інтернету на маршрутизаторі;
- DHCP на маршрутизаторі;
- віртуальні підмережі для груп обладнання користувачів на комутаторах і маршрутизаторах.

ВИСНОВКИ

Мета роботи полягала у тому, щоб задовольнити потреби абонентів та надати найкращий вибір різноманітних послуг для абонентів вприватного сектору м. Курахове шляхом модернізації існуючої телекомунікаційної мережі

У першому розділі був проведений аналіз та характеристика об'єкту.

Приватний сектор становить більшу частину міста. Загальна кількість домів становить 1500, з яких 900 підключені до мережі інтернет, також є декілька інтернет провайдерів такі як «Зеніт», «Укрнет», «Дельта», до нашого інтернет провайдера підключено усього 180 абонентів, також абоненти були розподілені на тарифи наведені у таблиці. Також ми провели розрахунок навантаження від одного абонента на різні тарифи, результати розрахунків також наведені у відповідній таблиці, також був проведений розрахунок навантаження на всю мережу яка становить 130 Мбіт\с, детальніше також можна подивитися в таблицях розрахунку.

У другому розділі був проведений аналіз існуючої мережі, зроблений порівняльний аналіз її з іншою технологією, також проаналізовано обрану технологію, розроблено структурну та топологічну схеми.

Провівши апаратний синтез було визначено наступне, в якості OLT буде обраний OLT 12 PON ISCOM5508, в якості ONU ISCOM HT803-W все це обладнання від виробника ISCOM, в якості маршрутизатора був обраний Cisco 2901-SEC/K9 від компанії Cisco, також обрано сплітери, патч-корди та інші кабелі.

У четвертому розділі дипломного проекту була розроблена імітаційна модель, яка дозволила перевірити справність розробленої мережі, а саме:

- доступ до списків доступу на маршрутизаторі;
- NAT для доступу до Інтернету на маршрутизаторі;
- DHCP на маршрутизаторі;

— віртуальні підмережі для груп обладнання користувачів на комутаторах і маршрутизаторах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дельта. Интернет и телевидение [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ku.net.ua/> – Дата доступу: квітень 2021. – Назва з титул. екрана.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.yumpu.com/en/document/view/3869265/internet-protocol-television-iptv> – Дата доступу: квітень 2021. – Назва з титул. екрана.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nctatechnicalpapers.com/Paper/1994/1994-true-video-on-demand-vs-near-video-on-demand-statistical-modeling-cost-performance-trade-offs-> – Дата доступу: квітень 2021. – Назва з титул. екрана.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infocenter.nokia.com/public/7750SR150R1A/index.jsp?topic=%2Fcom.sr.tripleplay%2Fhtml%2Ftripleplay.html> – Дата доступу: квітень 2021. – Назва з титул. екрана.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.amazon.com/Triple-Play-Building-converged-network/dp/0470753676> – Дата доступу: квітень 2021. – Назва з титул. екрана.
6. 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.
7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.gdtumtec.com/News/Industry-News/broadcasting-and-television-ftth-technical-analysis.html> – Дата доступу: травень 2021. – Назва з титул. екрана.
8. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ftthcouncil.eu/documents/Publications/DandO_White_Paper_2014.pdf – Дата доступу: травень 2021. – Назва з титул. екрана.

9. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://article.sapub.org/10.5923.j.jwnc.20170702.02.html> – Дата доступу: травень 2021. – Назва з титул. екрана.

10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fiber-optic-transceiver-module.com/introduction-to-pon-passive-optical-network-transceivers.html> – Дата доступу: травень 2021. – Назва з титул. екрана.

11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://linkmeup.ru/blog/196.html> – Дата доступу: травень 2021. – Назва з титул. екрана.

12. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://tiacom.ua/catalog/epon-onu-iscom-ht803-iscom-ht803-1ge/>

13. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infotel.ua/en/cisco/> – Дата доступу: червень 2021. – Назва з титул. екрана.

14. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.router-switch.com/media/upload/product-pdf/cisco-2900-series-router-datasheet.pdf> – Дата доступу: червень 2021. – Назва з титул. екрана

15. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tiacom.ua/wp-content/uploads/2016/12/RC_DS_ISCOM-HT803-Rel_02.pdf – Дата доступу: червень 2021. – Назва з титул. екрана

16. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ad-net.com.tw/splitter-role-in-geponerpongpon-networks/> – Дата доступу: червень 2021. – Назва з титул. екрана

ДОДАТОК А

Розподіл абонентів

Номер будинку	Тип вузла	Кількість квартир/будинків	Кількість приватних користувачів
1	приватний сектор	1	1
2	приватний сектор	1	1
3	приватний сектор	1	1
4	приватний сектор	1	1
5	приватний сектор	1	1
6	приватний сектор	1	1
7	приватний сектор	1	1
8	приватний сектор	1	1
9	приватний сектор	1	1
10	приватний сектор	1	1
11	приватний сектор	1	1
12	приватний сектор	1	1
13	приватний сектор	1	1
14	приватний сектор	1	1
15	приватний сектор	1	1
16	приватний сектор	1	1
17	приватний сектор	1	1
18	приватний сектор	1	1
19	приватний сектор	1	1
20	приватний сектор	1	1
21	приватний сектор	1	1
22	приватний сектор	1	1
23	приватний сектор	1	1
24	приватний сектор	1	1
25	приватний сектор	1	1
26	приватний сектор	1	1
27	приватний сектор	1	1
28	приватний сектор	1	1
29	приватний сектор	1	1
30	приватний сектор	1	1
31	приватний сектор	1	1
32	приватний сектор	1	1
33	приватний сектор	1	1
34	приватний сектор	1	1
35	приватний сектор	1	1
36	приватний сектор	1	1

37	приватний сектор	1	1
38	приватний сектор	1	1
39	приватний сектор	1	1
40	приватний сектор	1	1
41	приватний сектор	1	1
42	приватний сектор	1	1
43	приватний сектор	1	1
44	приватний сектор	1	1
45	приватний сектор	1	1
46	приватний сектор	1	1
47	приватний сектор	1	1
48	приватний сектор	1	1
49	приватний сектор	1	1
50	приватний сектор	1	1
51	приватний сектор	1	1
52	приватний сектор	1	1
53	приватний сектор	1	1
54	приватний сектор	1	1
55	приватний сектор	1	1
56	приватний сектор	1	1
57	приватний сектор	1	1
58	приватний сектор	1	1
59	приватний сектор	1	1
60	приватний сектор	1	1
61	приватний сектор	1	1
62	приватний сектор	1	1
63	приватний сектор	1	1
64	приватний сектор	1	1
65	приватний сектор	1	1
66	приватний сектор	1	1
67	приватний сектор	1	1
68	приватний сектор	1	1
69	приватний сектор	1	1
70	приватний сектор	1	1
71	приватний сектор	1	1
72	приватний сектор	1	1
73	приватний сектор	1	1
74	приватний сектор	1	1
75	приватний сектор	1	1
76	приватний сектор	1	1
77	приватний сектор	1	1
78	приватний сектор	1	1
79	приватний сектор	1	1

80	приватний сектор	1	1
81	приватний сектор	1	1
82	приватний сектор	1	1
83	приватний сектор	1	1
84	приватний сектор	1	1
85	приватний сектор	1	1
86	приватний сектор	1	1
87	приватний сектор	1	1
88	приватний сектор	1	1
89	приватний сектор	1	1
90	приватний сектор	1	1
91	приватний сектор	1	1
92	приватний сектор	1	1
93	приватний сектор	1	1
94	приватний сектор	1	1
95	приватний сектор	1	1
96	приватний сектор	1	1
97	приватний сектор	1	1
98	приватний сектор	1	1
99	приватний сектор	1	1
100	приватний сектор	1	1
101	приватний сектор	1	1
102	приватний сектор	1	1
103	приватний сектор	1	1
104	приватний сектор	1	1
105	приватний сектор	1	1
106	приватний сектор	1	1
107	приватний сектор	1	1
108	приватний сектор	1	1
109	приватний сектор	1	1
110	приватний сектор	1	1
111	приватний сектор	1	1
112	приватний сектор	1	1
113	приватний сектор	1	1
114	приватний сектор	1	1
115	приватний сектор	1	1
116	приватний сектор	1	1
117	приватний сектор	1	1
118	приватний сектор	1	1
119	приватний сектор	1	1
120	приватний сектор	1	1
121	приватний сектор	1	1
122	приватний сектор	1	1

123	приватний сектор	1	1
124	приватний сектор	1	1
125	приватний сектор	1	1
126	приватний сектор	1	1
127	приватний сектор	1	1
128	приватний сектор	1	1
129	приватний сектор	1	1
130	приватний сектор	1	1
131	приватний сектор	1	1
132	приватний сектор	1	1
133	приватний сектор	1	1
134	приватний сектор	1	1
135	приватний сектор	1	1
136	приватний сектор	1	1
137	приватний сектор	1	1
138	приватний сектор	1	1
139	приватний сектор	1	1
140	приватний сектор	1	1
141	приватний сектор	1	1
142	приватний сектор	1	1
143	приватний сектор	1	1
144	приватний сектор	1	1
145	приватний сектор	1	1
146	приватний сектор	1	1
147	приватний сектор	1	1
148	приватний сектор	1	1
149	приватний сектор	1	1
150	приватний сектор	1	1
151	приватний сектор	1	1
152	приватний сектор	1	1
153	приватний сектор	1	1
154	приватний сектор	1	1
155	приватний сектор	1	1
156	приватний сектор	1	1
157	приватний сектор	1	1
158	приватний сектор	1	1
159	приватний сектор	1	1
160	приватний сектор	1	1
161	приватний сектор	1	1
162	приватний сектор	1	1
163	приватний сектор	1	1
164	приватний сектор	1	1
165	приватний сектор	1	1

166	приватний сектор	1	1
167	приватний сектор	1	1
168	приватний сектор	1	1
169	приватний сектор	1	1
170	приватний сектор	1	1
171	приватний сектор	1	1
172	приватний сектор	1	1
173	приватний сектор	1	1
174	приватний сектор	1	1
175	приватний сектор	1	1
176	приватний сектор	1	1
177	приватний сектор	1	1
178	приватний сектор	1	1
179	приватний сектор	1	1
180	приватний сектор	1	1

ДОДАТОК Б

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

В якості об'єкту проектування виступає телекомунікаційна мережа приватного сектору в населеному пункті Курахове . На підприємстві задіяні робітники різноманітних професій:

- обслуговуючий персонал;
- системні адміністратори;
- співробітники служби техпідтримки;
- адміністратори.

Службові обов'язки вимагають від деяких груп співробітників проводити майже весь робочий день за персональними комп'ютерами. Зважаючи на це, необхідно визначити основні заходи з охорони праці системних адміністраторів.

Основні шкідливі виробничі фактори, що впливають на умови праці співробітників телекомунікаційної мережі мікрорайону Квітковий населеного пункту Кременчуг в Полтавській області

Експлуатація ПК супроводжується впливом на організм комплексу факторів трудового процесу й виробничого середовища. У результаті настають зміни функціонального стану центральних нервових, серцево-судинної систем організму, що характеризуються вираженою напругою. Зміни, що накопичуються в процесі роботи, приводять до ризику розвитку певних захворювань.

Основними шкідливими факторами, пов'язаними з роботою на ПК є:

- напруга зорових органів і пов'язані з ним стомлення, захворювання й побічні ефекти;
- значне навантаження на пальці й кисті рук, що при відсутності профілактики й медичного контролю можуть викликати професійні захворювання;

- тривале знаходження в одній і тій же позі, що викликає застійні явища в організмі, що може сприяти різним захворюванням;
- випромінювання різного виду при використанні відеомоніторів на електронно-променевих трубках (м'яке рентгенівське випромінювання, ультрафіолетове випромінювання, видиме випромінювання, інфрачервоне випромінювання, низько й високочастотне електромагнітне випромінювання, електростатичні поля;
- механічні шуми, пов'язані з роботою електронно-механічного друкувального пристрою (принтера), вентиляторів системи охолодження, приводів читання CD-дисків і вібрація;
- іонізація повітря;
- накопичення в повітрі робочого приміщення шкідливих хімічних речовин (біфеніли, озон, триметілфосфат, фуран).

Дослідження науково-дослідного інституту гігієни праці й профзахворювань указали на зміни у функціональному стані зорового аналізатора в ході виробничої діяльності фахівців, що працюють із відеотерміналами, наприкінці 4 години роботи. Вищенаведені фактори сприяють виникненню у робітників різноманітних професійних захворювань (захворювання органів зору, хронічний тендовагініт, координаторні неврози, бурсити, неврити, остеохондрози, кистьовий тунельний синдром, астенотопія, комп'ютерна алергія, офтальмопатія, захворювання шкіри, радіохвильова хвороба та інш.).

Заходи щодо поліпшення умов праці робітників

Робочим приміщенням, у якому розташований телекомунікаційний вузол телекомунікаційної мережі мікрорайону Квітковий населеного пункту Кременчуг в Полтавській області, є кімната розмірами 5 метрів на 4 метри. У приміщенні розташовані три комп'ютери потужністю 0,4 кВт, три монітори потужністю 0,2кВт, кондиціонер потужністю 2 кВт. Приміщення знаходиться

на 1 поверсі будинку цегельної забудови і за своїми характеристиками цілком відповідає вимогам СНіП 2.09.04.-87.

До приміщення телекомунікаційного вузла й організації робочого місця з обліком шкідливих виробничих факторів облаштовано з врахуванням заходів та вимог з забезпечення необхідного мікроклімату згідно з ГОСТ 12.1.005-88.

Приміщення, у якому знаходиться робоче місце з ПК, має природне освітлення, з однобічним розміщенням світопрорізів, площа осклянілості яких не перевищує 25% від площі стіни. Віконні прорізи в приміщенні з ПК мають регульовані жалюзі.

Розміщення робочих місць

Розглянемо облаштованість робочих місць із ПК на прикладі телекомунікаційного вузла телекомунікаційної мережі приватного сектору населеного пункту Курахово. Схематично приміщення вузла представлено на рисунку Б.1.

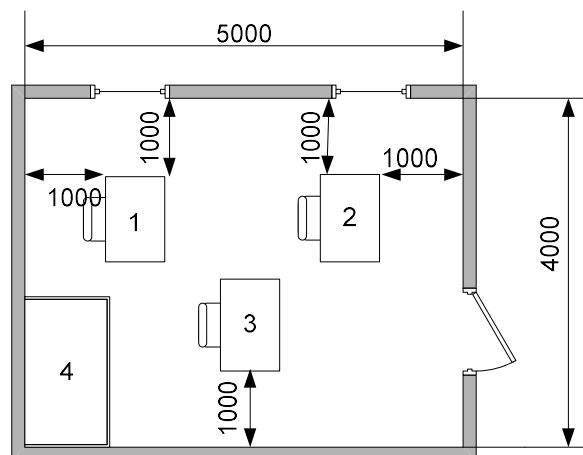


Рисунок Б.1 –Розташування робочих місць

Робочі місця користувача ПК у відділі розташовані згідно з ГОСТ 12.2032-78 ССБТ:

- приміщення, у якому перебувають робочі місця із ПК мають природне висвітлення, з однобічним розміщенням вікон,

площа вікон не перевищує 25% від площі стіни. Віконні прорізи в приміщення мають регульовані жалюзі;

- площа приміщення 20м^2 , об'єм - 64м^3 , тобто можна розмістити 3 робочі місця з ПК;

- дотримується відстань між столами, що перебувають біля стіни - 1м;

- екран відеомонітора не використовується, бо застосовані рідкокристалічні монітори;

- висота робочої поверхні стола регулюється в межах 700 мм;

- робочий стіл має, простір для ніг висотою 600мм, шириною - 450мм;

- висота поверхні сидіння регулюється в межах 400-550мм. Ширина й глибина поверхні сидіння 400мм. Поверхня сидіння плоска, передній край - закругленим. Передбачена можливість зміни кута нахилу поверхні від 15 град уперед ,до 15 град назад;

- опорна поверхня спинки стільця має висоту 300 мм, ширину - 300мм і радіус кривизни горизонтальної площини - 400мм. Кут нахилу спинки у вертикальній площині регулюється в межах 0 плюс-мінус 30 градусів від вертикального положення. Відстань спинки від переднього краю сидіння регулюється в межах 260-400мм;

- робоче місце обладнане підставкою для ніг, що має ширину 300мм, глибину - 400мм, регулювання по висоті в межах до 150мм по куту нахилу опорної поверхні підставки - до 20 град. Поверхня підставки рифлена, бортик висотою 100мм по нижньому краї.

Розрахунок параметрів системи кондиціонування та вентиляції для приміщення телекомунікаційного вузла телекомунікаційної мережі

У приміщенні відділу є джерела тепловиділення, тому необхідно визначити необхідні умови його вентилявання.

Витрату повітря в приміщенні з додатковим тепловиділенням визначаємо за формулою (Б.1):

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

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

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

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

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

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

Розрахуємо надлишкове надходження тепла за формулою:

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

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 (Б.3):

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

де: P - сумарна потужність устаткування, кВт/год;

K_a - коефіцієнт установленної потужності (0,95);

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

Сумарне виділення теплової енергії в приміщенні становитиме:

$$Q_{уст} = [(3 \cdot 0,4) + (3 \cdot 0,2) + (1 \cdot 2)] \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 860 = 3105 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо виділення тепла від обслуговуючого персоналу за допомогою формули (Б.4):

$$Q_{\text{пер}} = n \times g, \quad (\text{Б.4})$$

де: n - кількість працюючих;

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

Розрахуємо:

$$Q_{\text{пер}} = 3 \times 100 = 300 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо надходження тепла від електричного освітлення за формулою (Б.5):

$$Q_{\text{осв}} = E_{\text{м}} \cdot g_1 \cdot S, \quad (\text{Б.5})$$

де: $E_{\text{м}}$ - нормована освітленість;

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

S - площа приміщення, м².

Розрахуємо:

$$Q_{\text{осв}} = 400 \cdot 0,05 \cdot 20 = 400 \text{ ккал / год.}$$

Визначимо надходження тепла від сонячної радіації через вікна за формулою (Б.6):

$$Q_{\text{ср}} = F \cdot g_2 \cdot K_{\text{осл}}, \quad (\text{Б.6})$$

де: F - площа віконних прорізів (1,55 м²).

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

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

Розрахуємо:

$$Q_{\text{ср}} = 1,55 \cdot 65 \cdot 0,4 = 40,3 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо кількість надлишкового тепла:

$$Q_{\text{над}} = 3105 + 300 + 400 + 40,3 = 3845,3 \text{ ккал/год.}$$

Визначимо витрати повітря в приміщенні:

$$L = \frac{3845,3}{0,237 \cdot 1,226 \cdot (30 - 20)} = 1323,4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Існуюча в наявності система кондиціонування Refr R2.0 має продуктивність 2000 куб. м./годину, що задовольняє необхідним нормативам.

Параметри мікроклімату на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.7.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Відповідно доданих санітарних норм температура повітря, швидкість руху повітря і відносна вологість у холодні періоди року складає 22-24 градуса по Цельсію, 0,1 метра в секунду і 40-60 % відповідно. У теплі періоди року температура повітря складає 23-25 градусів Цельсія, рухливість повітря 0,1-0,2 метрів секунду, вологість 40-60 %.

Розрахунок системи загального рівномірного освітлення з лампами розжарювання для приміщення, в якому виконуються зорові роботи високої точності.

Розміри приміщення: довжина ($a=5$ м), ширина ($b=4$ м), висота ($h=3,2$ м). Приміщення має світлу побілку: коефіцієнт відбиття - $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$. Висота робочих поверхонь (столів) $h_p = 0,7$ м. Для освітлення прийнято світильники типу УПМ-15, які підвішуються до стелі, відстань від світильника до стелі $h_c = 0,5$ м. Мінімальна освітленість за нормами $E=400$ лк.

1) Визначимо висоту підвісу світильників над підлогою

$$h_0 = H - h_c = 3,2 - 0,5 = 2,7 \text{ м}, \quad (\text{Б.7})$$

Для світильників загального освітлення з лампами розжарювання потужністю до 200 Вт мінімальна висота підвісу над підлогою відповідно до СНіП П-4-79 повинна бути у межах 2,5 - 4,0 м, залежно від характеристики світильника. В нашому випадку по відповідає цій вимозі.

2) Визначимо висоту підвісу світильника над робочою поверхнею

$$h = h_0 - h_p = 2,7 - 0,7 = 2 \text{ м}, \quad (\text{Б.8})$$

Рівномірність освітлення досягається при відповідному співвідношенні відстані між світильниками (L) і висоти їх підвісу (h).

3) Визначимо рекомендовану відстань між світильниками

$$L = 0,7h = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ м}, \quad (\text{Б.9})$$

4) Розрахуємо необхідну кількість світильників

$$N = \frac{ab}{L^2} = \frac{5 \cdot 4}{2,24^2} \approx 4, \quad (\text{Б.10})$$

Приймаємо 4 світильники, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 2 штуки.

5) Світловий потік лампи світильника визначається за формулою:

$$\Phi_{\lambda} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \text{ лм.} \quad (\text{Б.11})$$

де: E - нормативна освітленість, лк;

K_3 - коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп ;

S - площа приміщення, що освітлюється, м²;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення для ламп розжарювання (=1,15);

N - кількість світильників;

n - кількість ламп у світильнику;

η - коефіцієнт використання світового потоку, який визначається за світлотехнічними таблицями залежно від показника приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стін та стелі.

6) Визначимо показник приміщення:

$$i = \frac{ab}{h(a+b)} = \frac{5 \cdot 4}{3,2 \cdot (5+4)} = 0,7 \quad (\text{Б.12})$$

7) Знаходимо коефіцієнт використання ($\eta = 0,58$) для світильника УПМ-15 (при $i = 0,76$, $P_{\text{стелі}} = 70\%$, $P_{\text{стін}} = 50\%$)

8) Світловий потік одного світильника, а значить і лампи, оскільки за конструктивним виконанням у світильнику цього типу встановлена лише одна лампа, дорівнює:

$$\Phi = \frac{E \cdot S \cdot K_3}{N \cdot \eta} = \frac{400 \cdot 20 \cdot 0,7}{4 \cdot 0,58} = 2413,8 \text{ лм} \quad (\text{Б.13})$$

9) Обираємо лампу з трьохсмуговим люмінофором (світлова отдача до 110 Лм/Вт), потужністю 25 Вт, світловий потік якої становить 2500 лм. Хоча це значення на 5% більше розрахованого, однак не перевищує встановлену

норму ($-0\% < \Delta\Phi_{\text{л}} < +20\%$). Сумарна електрична потужність усіх світильників, встановлених у приміщенні становить:

$$\Sigma P_{\text{св}} = P \cdot N = 25 \cdot 4 = 100 \text{ вт}, \quad (\text{Б.14})$$

Пожежна безпека

Найважливішою умовою роботи будь-якого підприємства є дотримання правил пожежної охорони.

У приміщенні телекомунікаційного вузла телекомунікаційної мережі мікрорайону Квітковий населеного пункту Кременчуг в Полтавській області 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;

- курити (крім спеціально відведених для цього адміністрацією місць, позначених написом «Місце для паління» і забезпечених урною чи попільницею з непального матеріалу), проводити зварювальні та інші вогневі роботи без оформлення відповідного дозволу, застосовувати легкозаймисті рідини.

По закінченню роботи необхідно:

- оглянути приміщення, переконатися у відсутності порушень, що можуть спричинити пожежу;
- відключити освітлення, електроживлення приладів і устаткування.

Електромережі, електроприлади і апаратура повинні експлуатуватися тільки у справному стані. У випадку виявлення ушкоджень електромереж, вимикачів, розеток та інших електровиробів варто негайно відключити їх і вжити необхідних заходів до приведення їх в пожаробезпечний стан.

Безпека при надзвичайних ситуаціях на підприємстві

Будинок, у якому розташований телекомунікаційний вузол телекомунікаційної мережі мікрорайону Квітковий населеного пункту Кременчуг в Полтавській області, 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 розміщені таким чином, щоб забезпечувався вільний евакуаційний прохід до дверей виходу з приміщення (шириною не менше 1 м). Евакуаційні шляхи і виходи необхідно постійно держати вільними, нічим не захащувати. 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.

У кожному приміщенні на видному місці повинен бути вивішений план евакуації при пожежі (рисунок Б2).

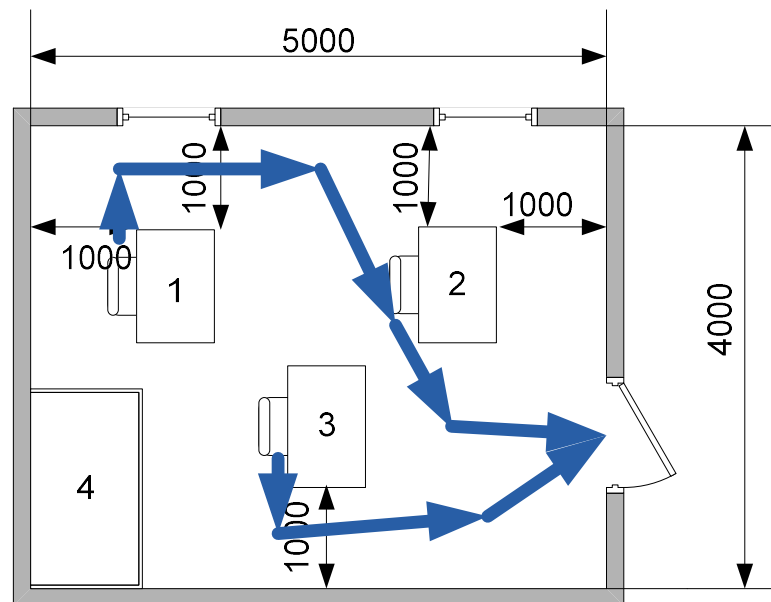


Рисунок Б.2 – План евакуації при пожежі

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 зверху 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 знизу – потрібно оцінити обстановку і якщо є впевненість, що ще немає сильної задимленості з високою температурою, потрібно негайно покинути приміщення, рухаючись до виходу по коридорах і сходових клітках.

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 ви знаходитесь в приміщенні, де немає пожежі, але відрізані 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 певній 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 зверніть на себе увагу. Ніколи

не стрибайте через вікно без відомої на це необхідності (кожний другий стрибок з 4-го поверху при пожежі смертельний).