

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання самостійних робіт з дисципліни
"Сучасні технології мереж передачі даних"
для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія,
усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійних робіт з дисципліни "Сучасні технології мереж передачі даних" для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія, усіх форм навчання / Укл. Г.Г Киричек. – Запоріжжя: Національний університет «Запорізька політехніка», 2025. – 30 с.

Укладач:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Рецензент:

М.Ю. Тягунова, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

Г.Г. Киричек, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ
Протокол № 5 від 26.12.2024

Рекомендовано до видання
НМК КНТ
Протокол № 6 від 12.02.2025

ЗМІСТ

1 Самостійна робота <i>Реалізація IP-телефонії</i>	4
1.1 Загальні відомості	4
1.2 Стандарт H.323	5
1.3 Session Initiation Protocol.....	8
1.4 Інші протоколи IP-телефонії	10
1.5 Вибір технологій та обладнання	13
1.6 Реалізація моделі мережі	16
1.7 Налаштування VoIP	18
1.7.1 Налаштування IP-телефонії на ATS-Konotop	18
1.7.2 Налаштування IP-телефонії на ATS-Pryvokzalne	18
1.7.3 Налаштування IP-телефонії на ATS-Pidlypne	19
1.7.4 Налаштування IP-телефонії на ATS-Kalynivka	19
1.7.5 Налаштування IP-телефонії на ATS-Shapovalivka	20
1.7.6 Налаштування зв'язків на ATS-Konotop	20
1.7.7 Налаштування зв'язків на ATS-Pryvokzalne	21
1.7.8 Налаштування зв'язків на ATS-Pidlypne	21
1.7.9 Налаштування зв'язків на ATS-Kalynivka	22
1.7.10 Налаштування зв'язків на ATS-Shapovalivka	22
1.8 Завдання	24
1.9 Приклади схем мережі	26
1.10 Структура звіту	29
Рекомендована література	30

1 САМОСТІЙНА РОБОТА

Реалізація IP-телефонії

Мета роботи - навчитися реалізовувати налаштування IP-телефонії (VoIP) використовуючи існуючі протокол, такі як H.323, SIP, MGCP, SCCP, RTP, тощо.

1.1 Загальні відомості

VoIP є транспортною послугою, яка застосовується в WAN та LAN сегментах мереж великих компаній. Вона витісняє традиційні телефонні мережі (рис.1.1) за рахунок легкості розгортання, низької вартості дзвінка, простоти конфігурування, високої якості зв'язку та порівняної безпеки з'єднання.

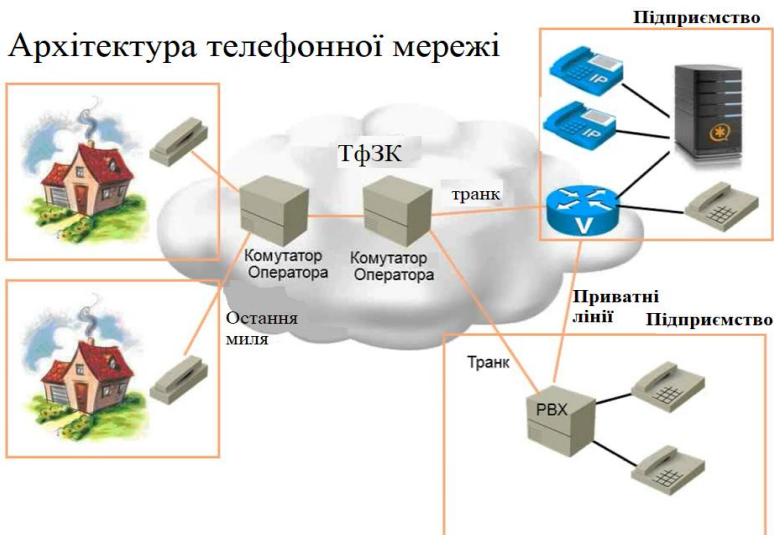


Рисунок 1.1 – Архітектура телефонної мережі

Для забезпечення IP-телефонії (VoIP) існує ряд протоколів, таких як H.323, SIP, MGCP, SCCP, RTP та інші (рис.1.2). RTP займається виключно передаванням трафіку реального часу з використанням UDP-дейтаграм і є де-факто стандартом для передачі аудіовізуальної інформації. Сам по собі RTP не забезпечує необхідні для VoIP адресацію, сигналізацію, керування викликами, конфігурацію пристроїв, взаємодію між АТС, тощо. Функції реалізують інші перелічені протоколи, використовуючи при цьому RTP для передачі мультимедійної інформації.

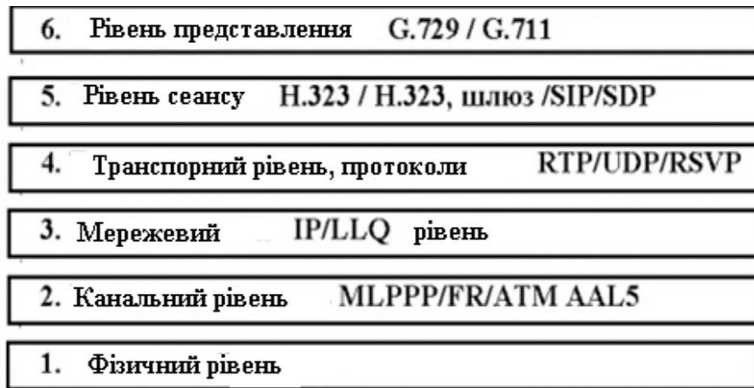


Рисунок 1.2 – Стек протоколів VoIP

1.2 Стандарт H.323

H.323 є стандартом ITU-T, який використовує протоколи аудіовізуального зв'язку у пакетних мережах. Стандарт визначає 7 груп протоколів:

- управління та сигналізація (H.225.0, H.225.0/RAS, H.245);
- обробка звукових сигналів (G.711, G.722, G.723.1, G.728, G.729);
- обробка відеосигналів (H.261, H.263);
- передача мультимедійної інформації (RTP, RTCP);
- конференц-зв'язок (T.120);

- забезпечення інформаційної безпеки (Н.235);
- додаткові послуги (Н.450.1, Н.450.2, Н.450.3, Н.450.4, Н.450.5, Н.450.6, Н.450.7, Н.450.8, Н.450.9).

Площина обслуговування дзвінків стандарту Н.323 включає три основні протоколи.

Протокол RAS (Registration, Admission and Status) - застосовується для організації взаємодії компонентів мережі Н.323 із привратником. Процедури, які виконуються за допомогою RAS, це: виявлення привратника; реєстрація кінцевого обладнання у привратника; контроль доступу кінцевого обладнання до мережевих ресурсів; місцезнаходження кінцевого обладнання у мережі; зміна смуги пропускання у процесі обслуговування виклику; опитування та індикація поточного стану кінцевого обладнання; оповіщення привратника про звільнення смуги пропускання, яка раніше займалася обладнанням.

Сигнальний канал Н.225.0 - підтримує процедури управління з'єднаннями в мережах Н.323, що специфіковано у рекомендації Н.225.0. У цьому випадку транспортування сигнальних повідомлень забезпечує протокол TCP. У Н.323 версій 1,2 для кожного нового виклику відкривається окремий сигнальний канал. Починаючи із Н.323 версії 3 один сигнальний канал Н.225.0 може переносити повідомлення, які стосуються різних викликів, і це дозволяє зменшити час встановлення з'єднання та обсяг службової інформації, яка передається.

Керуючий канал Н.245 - служить для керування інформаційними каналами між пристроями мережі Н.323, підтримує ряд процедур: визначення ведучого та відомого пристроїв; обміну даними про функціональні можливості; відкриття та закриття односпрямованих логічних каналів; відкриття та закриття двоспрямованих логічних каналів; визначення затримки подвійного обороту, яка виникає під час передачі інформації від джерела до приймача та у зворотному напрямку; вибору режиму обробки інформації. При цьому перенесення керуючої інформації Н.245 здійснюється протоколом TCP.

Для проведення телефонних розмов між собою, абоненти А і Б повинні мати доступ до Інтернету або іншої мережі з протоколом IP. Розберемо можливий алгоритм організації зв'язку між цими абонентами на прикладі протоколу Н.323 (рис.1.3):

- абонент А запускає свою програму IP-телефонії, яка підтримує протокол Н.323;

- абонент Б також заздалегідь запустив свою програму IP-телефонії, яка підтримує протокол H.323;
- абонент А знає доменне ім'я абонента Б - Domain Name System (DNS), вводить це ім'я в розділ "кому зателефонувати" у своєму застосунку IP-телефонії та натискає кнопку Return;
- застосунок IP-телефонії звертається до DNS-сервера (у прикладі реалізований безпосередньо на персональному комп'ютері абонента А) для того, щоб перетворити доменне ім'я абонента Б на IP-адресу;
- сервер DNS повертає IP-адресу абонента Б;
- застосунок IP-телефонії абонента А отримує IP-адресу абонента Б і надсилає на цю адресу сигнальне повідомлення H.225 Setup (Налаштування);
- при отриманні повідомлення H.225 Setup програма Б сигналізує абоненту Б про вхідний дзвінок;
- абонент Б приймає виклик і застосунок IP-телефонії надсилає повідомлення у відповідь H.225 Connect (З'єднання);
- застосунок IP-телефонії у абонента А починає взаємодію з застосунком у абонента Б відповідно до рекомендації H.245;
- після закінчення взаємодії за протоколом H.245 та відкриття логічних каналів абоненти А та Б можуть розмовляти один з одним через IP-мережу.

При цьому блок "Управління та сигналізація" керує пакетизацією та депакетизацією переданих фрагментів, а також здійснює контроль при їх передачі. Головною вимогою для такої схеми є те, що обидва користувачі повинні мати підключені до мережі кінцеві пристрої (персональні комп'ютери). І вони повинні бути завжди включені, під'єднані до мережі і мати програмне забезпечення IP-телефонії для прийому вхідних дзвінків. При всьому цьому потрібна повна сумісність між програмно-апаратними засобами IP-телефонії, отриманими від різних постачальників, тобто користувачі, які бажають розмовляти один з одним, повинні мати ідентичне програмне забезпечення, яке, наприклад, реалізує протокол H.323.

Таким чином H.323 є доволі самодостатнім рішенням, яке підтримується більшістю IP-АТС. При цьому до його недоліків можна віднести значні накладні витрати обчислювальних ресурсів, через що він може не підтримуватись деякими IP-телефонами.

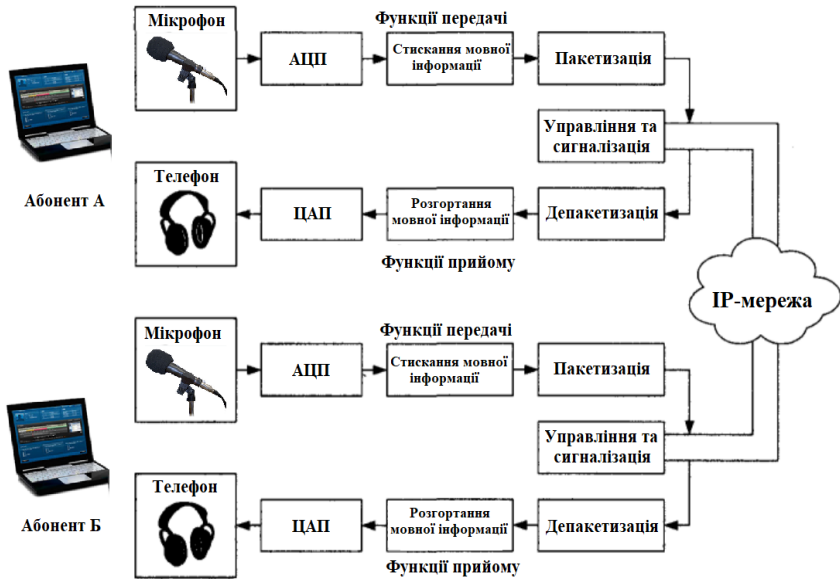


Рисунок 1.3 – Сценарій VoIP

Також слід зазначити peer-to-peer природу даного стандарту - АТС використовуються лише для координації та керування викликами, а термінали обмінюються мультимедійною інформацією між собою напряму. Такий підхід значно знижує навантаження на АТС, але створює значні застосункові труднощі при використанні NAT між абонентами. З цих причин H.323 має сенс використовувати для координації між різними IP-АТС.

1.3 Session Initiation Protocol

SIP (Session Initiation Protocol) є більш сучасною альтернативою H.323. На відміну від попередника він використовує текстові дані для сигналізації, а також є незалежним від протоколу транспортного рівня. Протокол є досить розповсюдженим, але йому притаманна та ж сама проблема обходу NAT, механізмів якого у стандарті не визначено.

Система з SIP, може складатися із клієнтів, серверів та індивідуальних мережевих елементів. У протоколі SIP застосовуються компоненти: агенти користувача (User Agents); проксі-сервери; сервери переадресації та сервери реєстрації (рис. 1.4).

Агенти користувача (або термінали) є застосунками термінального обладнання, вони включають: агент-клієнт (UAC - user agent client), який посилає запити та отримує відповіді; агент-сервер (UAS - user agent server), який приймає запити та надсилає відповіді.

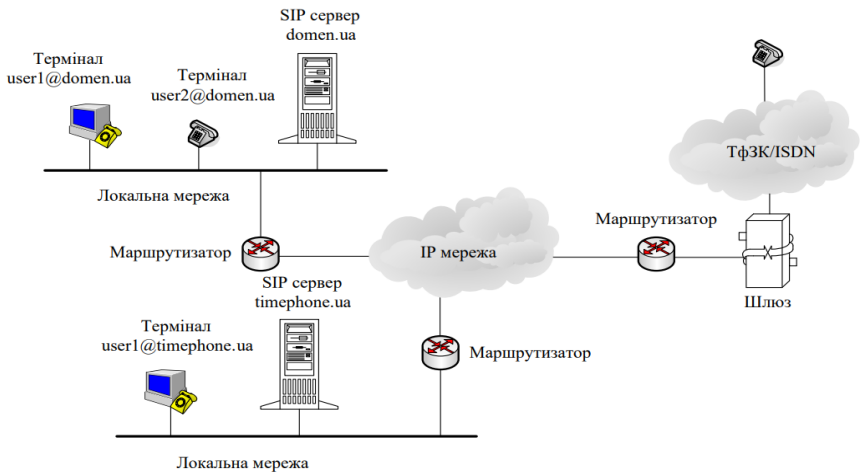


Рисунок 1.4 – Система з SIP

Проксі-сервер (Proxy Server) поєднує в собі функції UAC та UAS. Він інтерпретує та перезаписує заголовки запитів перед відправкою іншим серверам, а також відповідає за маршрутизацію повідомлень, автентифікацію та авторизацію користувачів. У стандарті описані два типи SIP-проксі-серверів:

- без урахування стану (stateless) - не відслідковують стан SIP-сесій і передають повідомлення, використовуючи внутрішні правила маршрутизації. Їх основне застосування - розподіл навантаження та маршрутизація. Open Source-прикладом stateless SIP-проксі-сервера є SER (SIP Express Router);

- із урахуванням стану (stateful) - відстежують стан кожної SIP-сесії від моменту її створення до завершення – використовуються для інтелектуальної маршрутизації (перенаправлення дзвінків, голосова пошта, додаткова обробка дзвінків), а також самостійного повторного пересилання пакетів (якщо вони були втрачені під час передачі).

Сервер переадресації (Redirect Server) визначає положення абонента, що викликається, і повідомляє про нього викликаючому користувачеві. А сервер реєстрації (визначення розташування користувачів) – підтримує базу даних адресної інформації. Перед роботою в мережі пристрої реєструються, повідомляючи серверу ім'я у форматі: IP-адреса, порт, SIP-URI та пароль доступу, які потім і використовуються для визначення розташування користувачів.

SIP сумісний з обома протоколами адресації IPv4 та IPv6.

1.4 Інші протоколи IP-телефонії

Протокол SCCP (Skinny Client Control Protocol) є протоколом взаємодії кінцевого абонентського обладнання з IP-АТС. Протокол забезпечує конфігурацію телефонів при запиті до IP-АТС та підтримання з'єднання завдяки Keep-Alive повідомленням. Це ж з'єднання використовується для сигналізації викликів та передавання RTP-трафіку між абонентами через їх IP-АТС, таким чином вирішуючи проблему роботи IP-телефонії в умовах використання NAT. SCCP є власністю Cisco і у сфері апаратних IP-телефонів реалізується лише на обладнанні Cisco. Не зважаючи на це, протокол успішно підтримується сторонніми програмними IP-телефонами (софтфонами) (VTGO Lite, SCCPPhone) та IP-АТС (Asterisk, FreeSWITCH).

Протокол MGCP (Media Gateway Control Protocol) використовується для керування шлюзами, які забезпечують інтеграцію VoIP із традиційними телефонними мережами (рис. 1.5). В архітектурі протоколу виділяють три функціональні компоненти.

Першою є транспортний шлюз (Media Gateway, MG) або IP-телефон, який виконує функції перетворення голосової інформації, що надходить з боку ТФЗК із постійною швидкістю, у вигляд, придатний для передачі мережами із маршрутизацією IP пакетів: виконує кодування та упаковку голосової інформації в пакети RTP/UDP/IP і

зворотне перетворення. Другою є пристрій керування викликами (контролер сигналізації - (CA), контролер шлюзу (Media Gateway Controller, MGC) або програмний контролер Softswitch, (SS), який виконує функції керування шлюзом. Третя (або додаткова) є шлюз сигналізації, який забезпечує доставку сигнальної інформації, що надходить від ТФЗК, до пристрою управління шлюзом та перенесення сигнальної інформації у зворотному напрямку.

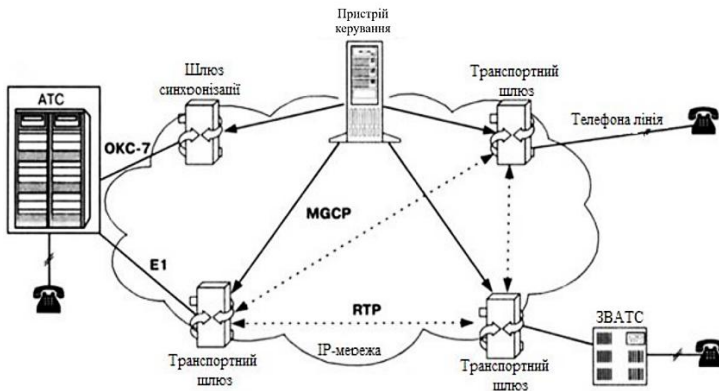


Рисунок 1.5 – Архітектура мережі з протоколом MGCP

Контролер сигналізації представляють у вигляді двох компонентів: контролера (Call Agent), який виконує функції управління шлюзами та шлюзу сигналізації (Signaling Gateway), який забезпечує обмін сигнальною інформацією і узгодження між традиційною телефонною мережею та мережею IP. Основна ідея MGCP в тому, що керування сигналізацією на центральному пристрої - контролері сигналізації (Call Agent, CA) є повністю відокремленим від медіа-потоків. Потoki обробляються шлюзами або абонентськими терміналами, які виконують обмежений набір команд керуючого пристрою. Оскільки таке поєднання технологій не планується, використовувати цей протокол причин немає.

Спираючись на особливості наведених протоколів і стандартів, для реалізації IP-телефонії, у мережі потрібно використовувати наведений раніше протокол SCCP для зв'язку абонентських пристроїв з IP-АТС і H.323 та для зв'язку між IP-АТС.

Робоча група MEGACO комітету IETF, при проведенні досліджень, які спрямовані на удосконалення протоколу управління шлюзами, реалізувала більш функціональний за протокол MGCP - протокол MEGACO. Окрім цієї групи та комітету IETF, розробкою протоколів керування транспортними шлюзами займалася дослідницька група SG16 ITU-T (Міжнародного союзу електрозв'язку). Специфікації адаптованого протоколу наведені в рекомендаціях ITU-T H.248 (для протоколу MEGACO/H.248).

При перенесенні сигнальних повідомлень MEGACO/H.248 зазвичай можуть використовуватися протоколи UDP, TCP, SCTP або транспортна технологія ATM. Підтримка для виконання цих завдань протоколу UDP є однією із обов'язкових вимог, які застосовуються до контролера шлюзів. Протокол TCP при цьому повинен підтримуватися як контролером так і транспортним шлюзом, а підтримка самого протоколу SCTP, так само як і технології ATM, є необов'язковою.

При застосуванні алгоритму встановлення з'єднання із використанням MEGACO комітет IETF спирається на спеціальну модель процесу обслуговування виклику, яка є відмінною від моделі протоколу MGCP. При цьому MEGACO оперує із двома логічними об'єктами всередині транспортного шлюзу: це є порт (termination) і контекст (context) - ними може керувати контролер шлюзу (рис. 1.6).

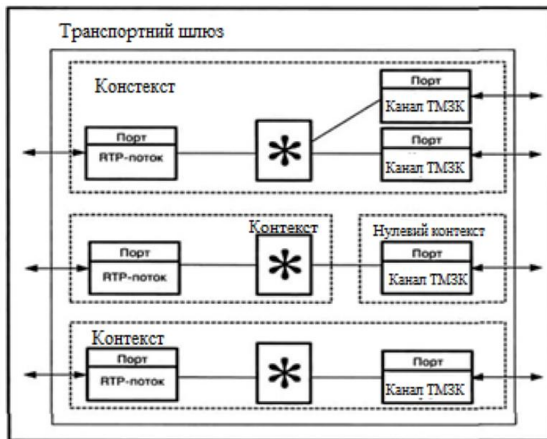


Рисунок 1.6 – Процес обслуговування виклику

Порівняльний аналіз протоколів MGCP та MEGACO:

- використовуються у мережах з однаковою архітектурою;
- вміють працювати зі шлюзами тих самих видів;
- порти шлюзів підтримують детектування тих самих подій і генерацію тих самих сигналів;
- використовуються однакові транспортні механізми доставки повідомлень систем сигналізації;
- процедури встановлення та руйнування з'єднань, що реалізуються обома протоколами, ідентичні;
- використовуються однакові механізми підтримки захисту мережі;
- відмінністю MEGACO/H.248 від MGCP є використання різних моделей організації зв'язку;
- connection у моделі MGCP – підключення до з'єднання між портами різного обладнання, у той час як context у моделі MEGACO/H.248 завжди відображає зв'язок між портами одного шлюзу.

1.5 Вибір технологій та обладнання

Оптичний Ethernet підходить для утворення магістралі, але його використання як технології доступу для клієнтів у більшості випадків є надмірним і занадто дорогим. У цій сфері широкого розповсюдження набула технологія пасивної оптичної мережі (Passive Optical Network, PON). Технологія дозволяє під'єднати до єдиної оптичної лінії багато абонентів, утворюючи топологію шини з доступом за розподілом у часі. Для цього на боці оператора встановлюється термінал оптичної лінії (OLT), який є головним пристроєм лінії та контролює її. На боці абонентів як інтерфейси між клієнтськими та операторською мережами встановлюються термінали оптичної мережі (ONT), що з'єднуються з OLT за допомогою одномодового оптоволокна та оптичних розподільовачів.

Розподільовачі лише розділяють світло у волокні на декілька променів у різних волокнах, тому не потребують живлення. Таким чином можна підключати абонентів на відстані до 20 км від OLT без повторювачів та підсилювачів. Оскільки трафік від OLT

прослуховують усі ONT на лінії, для забезпечення конфіденційності застосовується AES-шифрування. Перевагою такого підходу до з'єднання абонентів з мережею є його стійкість до втрат електропостачання і вартість підключення для абонента, оскільки ONT є відносно дешевими пристроями.

При виборі обладнання слід враховувати, що окрім традиційних закритих XGS-PON систем, які пов'язані із певними виробниками обладнання, на ринку присутні OLT у вигляді SFP-модулів (рис. 1.7). Суттєвою перевагою такого підходу є модульність системи, оскільки такі модулі можна використовувати напряду із маршрутизаторами, комутаторами та ONT різних виробників. Такі модулі займають набагато менше місця, менше гріються та вимагають суттєво меншу потужність живлення.

Сучасний стандарт XGS-PON забезпечує пропускну здатність лінії у 10 Гбіт/с (симетрично), яка може бути розподілена і дозволяє підключити до 128 абонентів на одну лінію (хоча на практиці зазвичай не підключають більше 32-64).

Доступ до лінії з часовим розподілом дозволяє індивідуально встановлювати для кожного абонента визначену пропускну здатність за тарифом. До того ж, використання пасивної оптичної мережі дозволяє різним поколінням PON співіснувати на одному волокні з розділенням за довжиною хвилі світла (Wavelength Division Multiplexing, WDM), забезпечуючи легку майбутню модернізацію мережі без необхідності замінювати вже прокладений кабель.



Рисунок 1.7 - TiBit 10G XGS-PON MicroPlug OLT

Для коректного проходження трафіку IP-мережею необхідно налаштовувати маршрутизацію, при чому з поступовим розширенням



Рисунок 1.9 - ACX710 Universal Metro Router

У якості IP-АТС доцільно використати маршрутизатори Cisco 2811, оскільки можливо їх відносно дешево придбати вживаними і вони дозволяють легко налаштувати IP-телефонію з використанням протоколів та стандартів, визначених вище. Недоліком 2811 є підтримка лише 42 ліній, але зважаючи на те, що далеко не усім абонентам потрібні VoIP-послуги і у кожному населеному пункті планується встановлювати власну IP-АТС, на даному етапі проєктування мережі та підключення абонентів, їх вистачить. При подальшому розвитку мережі їх нескладно замінити на більш функціональні системи, такі як сервери Asterisk або FreeSWITCH.

У випадку використання FTTH PON для з'єднання клієнтських мереж з магістральною клієнтам знадобляться термінали оптичної мережі (ONT). Такі пристрої забезпечують і контролюють зв'язок клієнтських мідних Ethernet-мереж з пасивними оптичними лініями.

1.6 Реалізація моделі мережі

Для моделювання розроблюваної мережі використовується середовище Cisco Packet Tracer. Слід зазначити, що у даному середовищі можливо лише налаштування базових компонентів мережі, таких як маршрутизатори, комутатори, кінцеві пристрої, тощо. У зв'язку з цим обмеженням, роботу XGS PON можна демонструвати схематично за допомогою звичайних оптичних Ethernet-інтерфейсів на маршрутизаторах як OLT, оптичних концентраторів у якості розділювачів та повторювачів з оптичним та мідним інтерфейсами у якості ONT.

Ще одним обмеженням Packet Tracer є доступні швидкості обміну даними - максимально можливою є 1 Гбіт/с з інтерфейсами GigabitEthernet, які і вказуються у конфігурації. У реальній мережі це є швидкості у 10/25/40G на інтерфейсах. За допомогою вкладки Physical середовища Cisco Packet Tracer пристрої та будинки можна розмістити на картах місцевості, населених пунктів, а також на схемах будинків.

На елементі Intercity встановлюється карта місцевості у якості фонового зображення. У кожному населеному пункті розташовуються об'єкти City, у кожному з них обираються будинки (об'єкти Building) на фоні карти відповідного населеного пункту. У кожному населеному пункті встановлюється маршрутизатор-OLT (обираємо модель маршрутизатора 2811) та принаймні один оптичний розподільувач. В одному з будинків у якості прикладу виконується розташування пристроїв і прокладання кабелів (рис. 1.10).

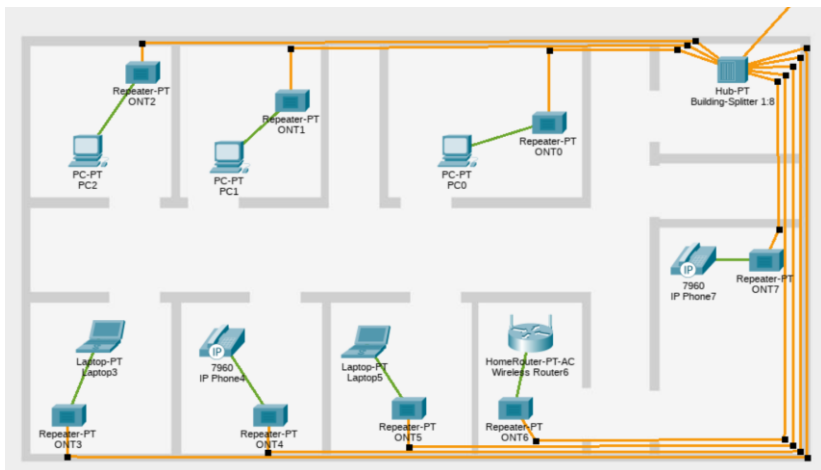


Рисунок 1.10 - Розміщення пристроїв

Оскільки схема не є функціональною, то в інших будинках, у якості точок підключення, розміщуються лише оптичні розподільувачі.

Усі кінцеві пристрої та маршрутизатори 2811 використовують мідні мережеві інтерфейси FastEthernet. Кожний ONT у свою чергу має мідний інтерфейс FastEthernet та оптичний GigabitEthernet. OLT кожного населеного пункту має оптичні інтерфейси GigabitEthernet для

з'єднання з абонентами та іншими маршрутизаторами та один мідний інтерфейс GigabitEthernet для з'єднання з маршрутизатором 2811. Усі інші пристрої використовують виключно оптичні інтерфейси GigabitEthernet.

1.7 Налаштування VoIP

Для налаштування VoIP потрібно визначитись з форматом номеру – він виглядатиме наступним чином: код оператора 097; 3-значний номер населеного пункту; 4-значний номер пристрою.

Після цього кожному маршрутизатору 2811 задається максимальна кількість ліній/телефонів (наприклад, 42), лінії з автоматичною реєстрацією телефонів (з 1 по 42), IP-адреса його мережевого інтерфейсу, яка анонсується DHCP-сервісом (10.x.0.2) і перелік номерів, які він призначає телефонам (09700x0001-097xxx0042).

Команди налаштування IP-телефонії наведено у лістингах. Як приклад, використовуємо декілька населених пунктів. Вам рекомендовано робити налаштування за зразком.

1.7.1 Налаштування IP-телефонії на ATS-Konotop

```
ATS-Konotop(config)#telephony-service
ATS-Konotop(config-telephony)#max-ephones 42
ATS-Konotop(config-telephony)#max-dn 42
ATS-Konotop(config-telephony)#ip source-address
10.1.0.2 port 2000
ATS-Konotop(config-telephony)#auto assign 1 to 42
ATS-Konotop(config-telephony)#exit
ATS-Konotop(config)#ephone-dn 1
ATS-Konotop(config-ephone-dn)#number 0970010001
ATS-Konotop(config-ephone-dn)#ephone-dn 2
ATS-Konotop(config-ephone-dn)#number 0970010002
...
ATS-Konotop(config-ephone-dn)#ephone-dn 42
ATS-Konotop(config-ephone-dn)#number 0970010042
```

1.7.2 Налаштування IP-телефонії на ATS-Pryvokzalne

```
ATS-Pryvokzalne(config)#telephony-service
ATS-Pryvokzalne(config-telephony)#max-ephones 42
```

```

ATS-Pryvokzalne (config-telephony) #max-dn 42
ATS-Pryvokzalne (config-telephony) #ip source-address
10.2.0.2 port 2000
ATS-Pryvokzalne (config-telephony) #auto assign 1 to
42
ATS-Pryvokzalne (config-telephony) #exit
ATS-Pryvokzalne (config) #ephone-dn 1
ATS-Pryvokzalne (config-ephone-dn) #number 0970020001
ATS-Pryvokzalne (config-ephone-dn) #ephone-dn 2
ATS-Pryvokzalne (config-ephone-dn) #number 0970020002
...
ATS-Pryvokzalne (config-ephone-dn) #ephone-dn 42
ATS-Pryvokzalne (config-ephone-dn) #number 0970020042

```

1.7.3 Налаштування IP-телефонії на ATS-Pidlypne

```

ATS-Pidlypne (config) #telephony-service
ATS-Pidlypne (config-telephony) #max-ephones 42
ATS-Pidlypne (config-telephony) #max-dn 42
ATS-Pidlypne (config-telephony) #ip source-address
10.3.0.2 port
2000
ATS-Pidlypne (config-telephony) #auto assign 1 to 42
ATS-Pidlypne (config-telephony) #exit
ATS-Pidlypne (config) #ephone-dn 1
ATS-Pidlypne (config-ephone-dn) #number 0970030001
ATS-Pidlypne (config-ephone-dn) #ephone-dn 2
ATS-Pidlypne (config-ephone-dn) #number 0970030002
...
ATS-Pidlypne (config-ephone-dn) #ephone-dn 42
ATS-Pidlypne (config-ephone-dn) #number 0970030042

```

1.7.4 Налаштування IP-телефонії на ATS-Kalynivka

```

ATS-Kalynivka (config) #telephony-service
ATS-Kalynivka (config-telephony) #max-ephones 42
ATS-Kalynivka (config-telephony) #max-dn 42
ATS-Kalynivka (config-telephony) #ip source-address
10.4.0.2 port 2000
ATS-Kalynivka (config-telephony) #auto assign 1 to 42
ATS-Kalynivka (config-telephony) #exit
ATS-Kalynivka (config) #ephone-dn 1
ATS-Kalynivka (config-ephone-dn) #number 0970040001
...
ATS-Kalynivka (config-ephone-dn) #ephone-dn 42
ATS-Kalynivka (config-ephone-dn) #number 0970040042

```

1.7.5 Налаштування IP-телефонії на ATS-Shapovalivka

```
ATS-Shapovalivka (config) #telephony-service
ATS-Shapovalivka (config-telephony) #max-ephones 42
ATS-Shapovalivka (config-telephony) #max-dn 42
ATS-Shapovalivka (config-telephony) #ip source-
address 10.5.0.2 port 2000
ATS-Shapovalivka (config-telephony) #auto assign 1 to
42
ATS-Shapovalivka (config-telephony) #exit
ATS-Shapovalivka (config) #ephone-dn 1
ATS-Shapovalivka (config-ephone-dn) #number
0970050001
...
ATS-Shapovalivka (config-ephone-dn) #ephone-dn 42
ATS-Shapovalivka (config-ephone-dn) #number
0970050042
```

Номери автоматично зареєстрованих телефонів зберігаються у поточній конфігурації маршрутизаторів 2811 і можуть бути збережені статично із записом як постійні.

Для забезпечення дзвінків між населеними пунктами необхідно налаштувати IP-АТС на зв'язки між ними, поставивши у відповідність кожному з'єднанню шаблон номеру з крапками замість цифр, які змінюються у номерному просторі відповідної IP-АТС (097xxx....). Команди налаштування зв'язків між IP-АТС наведено далі.

1.7.6 Налаштування зв'язків на ATS-Konotop

```
ATS-Konotop (config) #dial-peer voice 2 voip
ATS-Konotop (config-dial-peer) #destination-pattern
097002....
ATS-Konotop (config-dial-peer) #session target
ipv4:10.2.0.2
ATS-Konotop (config-dial-peer) #dial-peer voice 3
voip
ATS-Konotop (config-dial-peer) #destination-pattern
097003....
ATS-Konotop (config-dial-peer) #session target
ipv4:10.3.0.2
ATS-Konotop (config-dial-peer) #dial-peer voice 4
voip
ATS-Konotop (config-dial-peer) #destination-pattern
097004....
```

```

    ATS-Konotop(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.4.0.2
    ATS-Konotop(config-dial-peer)#dial-peer voice 5
voip
    ATS-Konotop(config-dial-peer)#destination-pattern
097005....
    ATS-Konotop(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.5.0.2

```

1.7.7 Налаштування зв'язків на ATS-Pryvokzalne

```

    ATS-Pryvokzalne(config)#dial-peer voice 1 voip
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#destination-
pattern 097001....
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.1.0.2
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#dial-peer voice 3
voip
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#destination-
pattern 097003....
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.3.0.2
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#dial-peer voice 4
voip
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#destination-
pattern 097004....
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.4.0.2
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#dial-peer voice 5
voip
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#destination-
pattern 097005....
    ATS-Pryvokzalne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.5.0.2

```

1.7.8 Налаштування зв'язків на ATS-Pidlypne

```

    ATS-Pidlypne(config)#dial-peer voice 1 voip
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#destination-pattern
097001....
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.1.0.2
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#dial-peer voice 2
voip
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#destination-pattern
097002....

```

```

    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.2.0.2
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#dial-peer voice 4
voip
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#destination-pattern
097004....
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.4.0.2
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#dial-peer voice 5
voip
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#destination-pattern
097005....
    ATS-Pidlypne(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.5.0.2

```

1.7.9 Налаштування зв'язків на ATS-Kalynivka

```

    ATS-Kalynivka(config)#dial-peer voice 1 voip
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#destination-pattern
097001....
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.1.0.2
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#dial-peer voice 2
voip
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#destination-pattern
097002....
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.2.0.2
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#dial-peer voice 3
voip
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#destination-pattern
097003....
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.3.0.2
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#dial-peer voice 5
voip
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#destination-pattern
097005....
    ATS-Kalynivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.5.0.2

```

1.7.10 Налаштування зв'язків на ATS-Shapovalivka

```

    ATS-Shapovalivka(config)#dial-peer voice 1 voip
    ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#destination-
pattern 097001....

```

```

ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.1.0.2
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#dial-peer voice
2 voip
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#destination-
pattern 097002....
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.2.0.2
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#dial-peer voice
3 voip
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#destination-
pattern 097003....
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.3.0.2
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#dial-peer voice
4 voip
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#destination-
pattern 097004....
ATS-Shapovalivka(config-dial-peer)#session target
ipv4:10.4.0.2

```

Правильність налаштування IP-телефонії перевіряється дзвінками між пристроями різних населених пунктів (рис. 1.11).

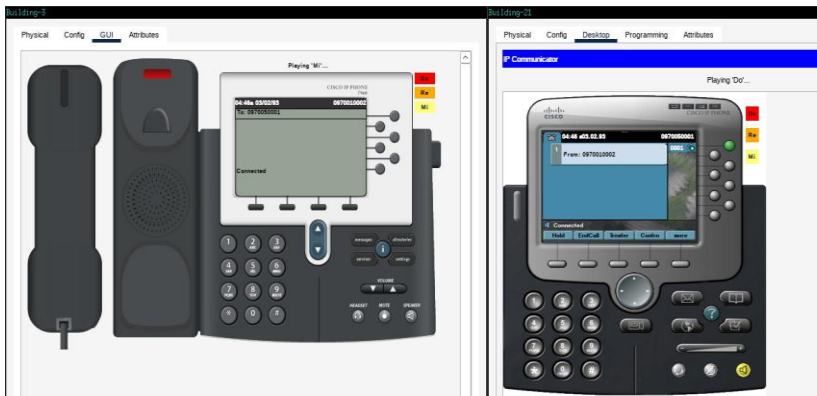


Рисунок 1.11 - Дзвінок між Building-3 та Building-21

Проходження дзвінків між усіма населеними пунктами свідчить про працездатність IP-телефонії.

1.8 Завдання

Реалізуйте використання IP-телефонії за варіантом (останні дві цифри залікової книжки або номер студента у списку групи), спираючись на вказані районні центри та населені пункти заданої області. При реалізації враховуйте всі вимоги для прокладання мережі.

1. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Верховинський район Івано-Франківської області із населеними пунктами: Верховина; Красник; Ільці; Верхній Ясенів та Криворівня.

2. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Коломийський район Івано-Франківської області із населеними пунктами: Коломия; П'ядики; Ценява; Шепарівці; Сопів та Нижній Вербіж.

3. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Косівський район Івано-Франківської області із населеними пунктами: Косів; Вербовець; Сморна; Город; Соколівка та Бабин.

4. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Надвірнянський район Івано-Франківської області із населеними пунктами: Надвірна; Битків; Пнів; Стримба та Мирне.

5. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Калуський район Івано-Франківської області із населеними пунктами: Калуш; Студінка; Пійло; Вістова; Кропивник; Підмихайля та Голинь.

6. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Мукачівський район Закарпатської області із населеними пунктами: Мукачево; Павшино; Ключарки; Лавки; Кольчино; та Верхній Коропець.

7. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Рахівський район Закарпатської області із населеними пунктами: Рахів; Косівська Поляна; Розтоки; Костилівка; Білин та Видричка.

8. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Ужгородський район Закарпатської області із населеними пунктами: Ужгород; Оноківці; Тарнівці; Циганівці; Стрипа; Ярок та Верхня Солотвина.

9. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Хустський район Закарпатської області із населеними пунктами: Хуст; Боронява; Крива; Рокосово; Нанково та Кошельово.

10. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Берегівський район Закарпатської області із населеними пунктами: Берегове; Шаланки; Квасово; Мочола та Балажер.

11. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Дрогобицький район Львівської області із населеними пунктами: Дрогобич; Модричі; Верхні Гаї; Далява; Лишня; Нагуєвичі та Унятичі.

12. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Золочівський район Львівської області із населеними пунктами: Золочів; Єликовичі; Копані; Лука; Козаки; Залісся та Червоне.

13. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Стрийський район Львівської області із населеними пунктами: Стрий; Дашава; Станків; Завадів; Ланівка та Луг.

14. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Яворівський район Львівської області із населеними пунктами: Яворів; Шкло; Роснівка; Коханівка; Старичі та Сарни.

15. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Самбірський район Львівської області із населеними пунктами: Самбір; Хирів; Дубляни; Стара Сіль та Новий Калинів.

16. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Вижницький район Чернівецької області із населеними пунктами: Виженка; Багма; Черешенька; Черногузи; Майдан та Міжброди.

17. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Дністровський район Чернівецької області із населеними пунктами: Новодністровськ; Білоусівка; Галиця; Коболчин та Сокиряни.

18. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Чернівецький район Чернівецької області із населеними пунктами: Чернівці; Новоселиця; Сторожинець; Лужани; Глибока та Герца.

19. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Кременецький район Тернопільській області із населеними пунктами: Кременець; Дунаїв; Лосятин; Горинка; Білокриниця та Кімнатка.

20. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Чортківський район Тернопільській області із населеними пунктами: Чортків; Заводське; Росохач; Залісся; Пробіжна та Вигода.

21. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Гайсинський район Вінницької області із населеними пунктами: Гайсин; Ситківці; Ладизин; Теплик; Дашиїв та Михайлівка.

22. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Жмеринський район Вінницької області із населеними пунктами: Жмеринка; Станіславчик; Браїлів; Голубівка; Рів та Жуківці.

23. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Могилів-Подільський район Вінницької області із населеними пунктами: Мазурівка; Борівка; Березівка; Дубина; Лозове та Степок.

24. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Тульчинський район Вінницької області із населеними пунктами: Тульчин; Брацлав; Кирнасівка; Гути; Михайлівка та Журавлівка.

25. Для реалізації IP-телефонії використовуйте Хмільницький район Вінницької області із населеними пунктами: Хмільник; Уладівка; Крупин; Лисогірка; Зозулинці та Порик.

1.9 Приклади схем мережі

В процесі реалізації IP-телефонії, як приклад, використовуйте наведені схеми. Першою є вибір мапи місцевості та визначення об'єктів підключення (рис. 1.12).

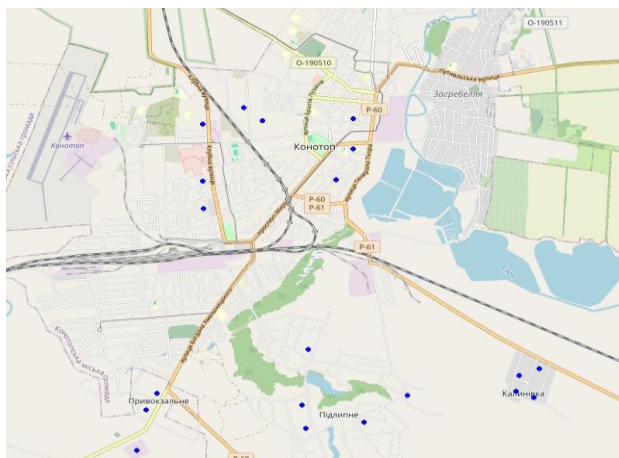


Рисунок 1.12 – Топографічна мапа місцевості

Далі маємо схему підключення абонентів одного із населених пунктів (рис. 1.13).

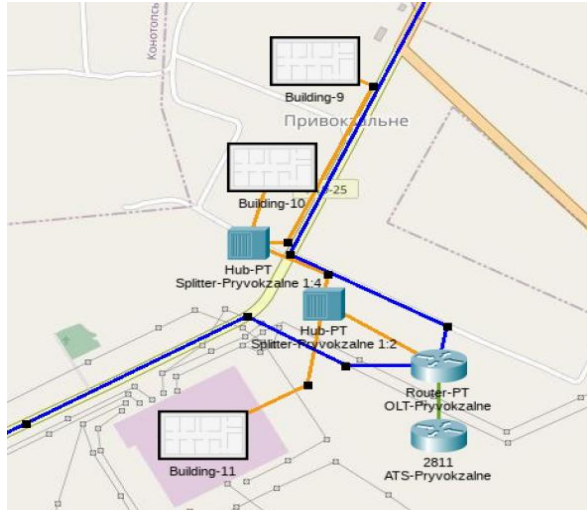


Рисунок 1.13 – Схема підключень до магістральної мережі

Наступною є загальна схема з'єднання абонентів всіх населених пунктів, яка має тільки схему з'єднання центральних точок присутності (рис. 1.14).

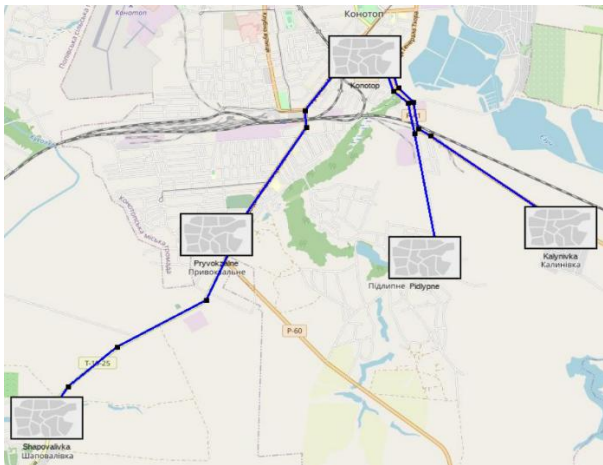


Рисунок 1.14 – Загальна схема з'єднання абонентів

Та така ж сама загальна схема з'єднання абонентів всіх населених пунктів, яка вже має більш деталізоване представлення з'єднання центральних точок присутності, із визначенням мережевого обладнання (рис. 1.15).

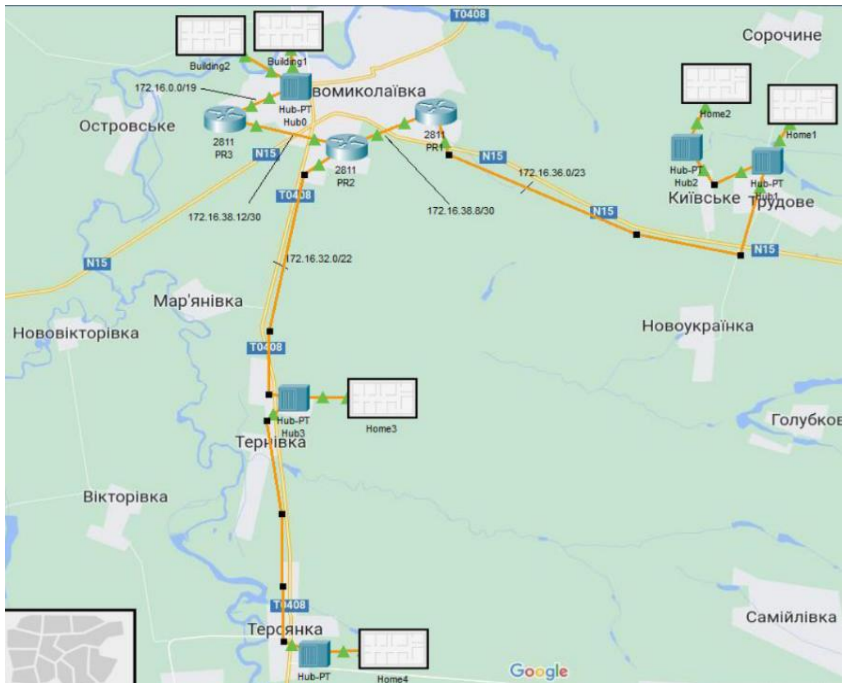


Рисунок 1.15 – Загальна схема з'єднання

І функціональна схема розподіленої мережі, при виконання її у середовищі моделювання Cisco Packet Tracer, може виглядати наступним чином (рис. 1.16).

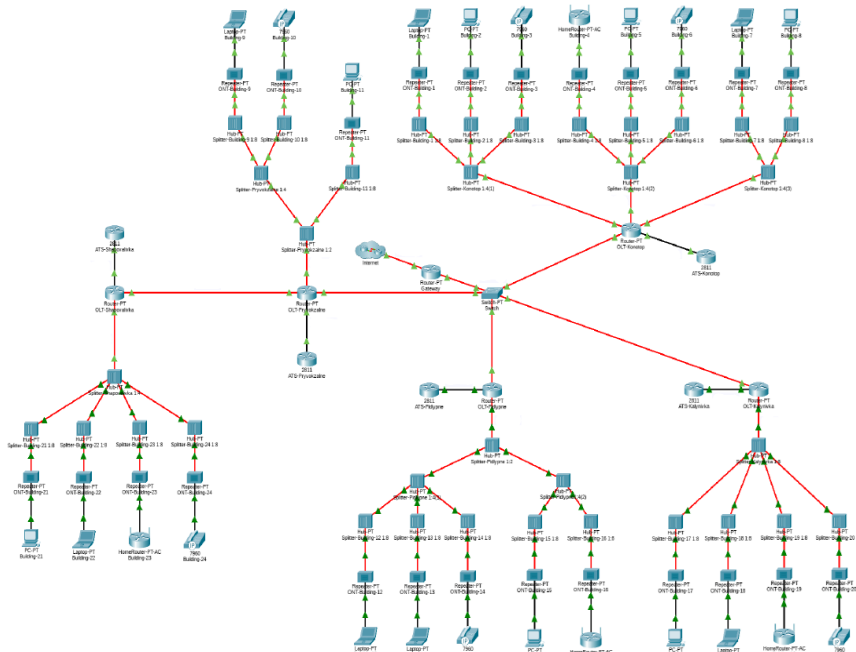


Рисунок 1.16 – Функціональна схема мережі

1.10 Структура звіту

- хід проектування мережі;
- налаштування мережевого обладнання;
- налаштування IP-телефонії для одного абонента в кожному населеному пункті;
- функціональна схема мережі в системі моделювання;
- монтажна схема підключень абонентів на мапі.
- наведення необхідних розрахунків.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Odom, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1. Cisco Press. 2019.
2. Odom, W. CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 2. Cisco Press. 2019.
3. Santitoro, R. Metro Ethernet Services—A Technical Overview. In Metro Ethernet Forum (Vol. 2006). 2003.
4. Жураковський Б. Ю., Зенів І. О. Комп'ютерні мережі. Частина 2. Навчальний посібник. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2020. 372 с.
5. Блозва А.І. Комп'ютерні мережі [навчальний посібник] / А.І.Блозва, Ю.В.Матус, В.В.Смолій, Б.С.Гусев, Д.Ю.Касаткін, Т.Ю.Осипова, Я.А.Савицька. К.: Компрінт, 2017. 821 с.
6. Odom, W. Cisco CCENT/CCNA ICND1 100-101. Indianapolis: Cisco Press. 2013.
7. Odom, W. CCNA Routing and Switching ICND2 200-101 Official Cert Guide. Cisco Press. 2013.
8. Hucaby D. CCNP Routing and Switching SWITCH 300-115 Official Cert Guide. 2nd Edition. USA: Cisco Press, 2015. 578 p.
9. Бортник Г. Г., Васильківський М. В., Кичак В. М. Транспортні телекомунікаційні технології. Вінниця:ВНТУ, 2017. 162 с.
10. Балашов В. О. Проектування, будівництво та експлуатація мереж широкосмугового доступу: [навчальний посібник для дипломного проектування та виконання магістерських робіт]:[ВО Балашов, ІБ Барба, ВІ Корнійчук, АГ Лашко, ЛМ Ляховецький, ВІ Орешков] //Одеса: РВЦ ОНАЗ ім. ОС Попова. 2012. 32с.
11. Tulloch M., Team WS Introducing Windows Server 2012 R2. - Microsoft press, 2013.
12. Krause J. Mastering Windows Server 2016. - Packt Publishing Ltd, 2016.
13. ІТ Блог Тараса Кучинського. Знайомство з програмою "Cisco packet tracer". URL: <https://kychinskiy.blogspot.com/2017/12/cisco-packet-tracer.html>.