

Міністерство освіти та науки України
Державний торговельно-економічний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ З ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ
НА ТЕМУ:
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ

Студентки факультету інформаційних технологій

Групи 12 курсу 3

Войткевич Аліси Андріївни

Науковий керівник старший викладач Костюк Ю.В.

(підпис)

Захищено з оцінкою _____

Київ 2022

Державний торговельно-економічний університет
Кафедра інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки
Дисципліна Організація комп'ютерних мереж
Курс 3 Група 12 Семестр 6

ЗАВДАННЯ
на індивідуальне завдання з практичної підготовки студента

Войткевич Аліси Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема індивідуального завдання Розробка комп'ютерної мережі
2. План індивідуального завдання 1.1. Принципи побудови мереж підприємства; 1.2. Огляд і аналіз комп'ютерних мереж; 1.3. Безпека комп'ютерних мереж; 2.1. Побудова мережі та вибір обладнання; 2.2. Оцінка вартості побудови мережі; 2.3. Моделювання мережі; 2.4. Розрахунок безпроводного каналу зв'язку, зони Френеля; Висновки; Список використаних джерел; Додатки
3. Перелік графічного матеріалу 28 рисунків, 2 таблиці, 8 формул, 5 додатків
4. Термін подання студентом завершеного індивідуального завдання на кафедру 26.06.2022р.
5. Термін захисту індивідуального завдання 30.06.2022р.
6. Дата видачі завдання 23.05.2022р.

Студентка _____ Войткевич А.А.

(підпис)

Науковий керівник _____ ст. викладач Костюк Ю.В.

Завідувач кафедри _____ д.т.н., проф. Криворучко О.В.

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

АНОТАЦІЯ

Індивідуальне завдання з практичної підготовки виконане студенткою групи ФІТ-3-12 Войткевич Алісою Андріївною. Тема «Розробка корпоративної комп'ютерної мережі підприємства».

Під час роботи проводиться огляд топології, архітектури комп'ютерної мережі підприємства, кабельної системи, комунікаційного обладнання та елементів, розглядаються питання принципів побудови та різновиди комп'ютерних мереж, інформаційна безпека мереж, надійність системи, ефективність впровадження проекту.

Робота складається зі вступу, двох розділів з висновками, загального висновку, списку використаних джерел, який складається з 6 найменувань та додатків. Робота містить 28 рисунків і 2 таблиці. Загальний обсяг роботи становить 45 сторінок.

Мета даного комплексного індивідуального завдання полягає в побудові локальної інформаційно-комунікаційної мережі підприємства. Спроектована модель може використовуватись для побудови справжньої мережі на підприємстві.

Об'єктом дослідження є корпоративна комп'ютерна мережа.

В результаті виконання завдання були розглянуті основні методи проектування мереж та оглянуто системи моделювання.

Ключові слова: комп'ютерна мережа, топологія, архітектура комп'ютерної мережі, комунікаційне мережне обладнання, канали передачі даних, маршрутизатор, точка доступу, комутатор.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНА ЧАСТИНА.....	7
1.1. Принципи побудови мереж підприємства.....	7
1.2. Огляд і аналіз комп'ютерних мереж.....	7
1.3. Безпека комп'ютерних мереж	9
Висновки до розділу 1	10
РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ	11
2.1. Побудова мережі та вибір обладнання	11
2.2. Оцінка вартості побудови мережі.....	23
2.3. Моделювання мережі	24
2.4. Розрахунок безпроводного каналу зв'язку, зони Френеля.....	35
Висновки до розділу 2.....	38
ВИСНОВКИ	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	40
ДОДАТКИ	40

ВСТУП

Розвиток комп'ютерних мереж пов'язаний з розвитком комп'ютерних технологій і телекомунікацій. Комп'ютерні мережі можуть розглядатися як засіб передачі інформації на великі відстані, для чого використовуються методи кодування і мультиплексування даних, що отримали розвиток в різних телекомунікаційних системах.

Комп'ютери більш-менш широко почали використовуватися в 50-х роках минулого століття. Тоді їх називали мейнфреймами. Системи пакетної обробки, як правило, будувалися на мейнфреймі. Багатотермінові системи, що працюють в режимі розподілу часу, почали розвиватися і стали першим кроком до створення локальних комп'ютерних мереж.

Комп'ютерна мережа – це система, яка забезпечує обмін даними між пристроями – комп'ютерами, серверами, маршрутизаторами, іншим обладнанням або програмним забезпеченням. У сучасному світі вони використовуються у всіх сферах суспільства: науці, медицині, промисловості, сільському господарстві, військовій, космічній та технологічній сферах, у побуті.

В даний час більшість організацій зберігає і спільно використовує в мережевому середовищі величезні обсяги життєво важливих даних. Ось чому мережі зараз так необхідні, як ще зовсім недавно були необхідні друкарські машинки і картотеки.

Актуальність. Слідуючи з того, якого прогресу змогли досягти комп'ютерні мережі за останні роки, як швидко розвиваються технології і оновлюються дані, не важко здогадатися, що комп'ютерні мережі будуть тільки розширюватись і набувати нових властивостей. Тож знання у сфері розробки мереж для різних будівель, використовуючи різні технології актуальне.

Метою роботи є створення локальної інформаційно-комунікаційної мережі, на основі заданої модифікації мережних технологій Ethernet та об'єднання будівель за допомогою бездротового зв'язку.

Задачі індивідуального завдання:

- описати комп'ютерну мережу;
- розробити структуру (топологію) комп'ютерної мережі;
- обрати кабельну систему;
- обрати необхідне комунікаційне обладнання і комутаційні елементи.

Об'єктом дослідження даного індивідуального завдання є комп'ютерна мережа підприємства.

Предмет дослідження — вивчення основних принципів роботи комп'ютерної мережі транспортного підприємства на основі мережної технології Ethernet.

РОЗДІЛ 1. ОСНОВНА ЧАСТИНА

1.1. Принципи побудови мереж підприємства

Інфраструктура комп'ютерної мережі є основою бізнесу, підприємства. Усі пристрої, програми, програмне забезпечення та більшість робіт підтримуються або будуються на комп'ютерній мережі. Тому планування, проектування, придбання обладнання та безпека бізнес-комп'ютерної мережі повинні бути в пріоритеті.

Щоб побудувати комп'ютерну мережу для компанії, потрібно розглянути досить багато речей. Ефективна робота комп'ютерної мережі в бізнес-середовищі сильно відрізняється від налаштування домашньої або внутрішньої мережі. Дизайн бізнес-мережі має високий ступінь складності та проблем безпеки. Хоча тип мережі для конкретного бізнесу буде залежати від потреб, але компоненти комп'ютерної мережі залишаться незмінними.

До пристроїв, необхідних для налаштування комп'ютерної мережі бізнесу можна включити: модем, маршрутизатор, брандмауер, комутатор, патч-кабель, точку доступу, ретранслятор, панель виправлень.

Просте налаштування офісної мережі виглядає так: підключення до Інтернету надходить через кабель від обраного інтернет-провайдера. Цей кабель підключається до маршрутизатора. Брандмауер фільтрує трафік, що передається через кабель, який потім підключається до перемикача. Потім усі мережеві пристрої отримують доступ до Інтернету, підключившись до цього перемикача.

1.2. Огляд і аналіз комп'ютерних мереж

Комп'ютерні мережі є основою комунікації в ІТ. Вони використовуються у величезній різноманітності способів і можуть включати в себе безліч різних типів мережі. Комп'ютерна мережа – група з двох або більше взаємопов'язаних комп'ютерних систем, які використовують загальні протоколи підключення для обміну різними ресурсами та файлами. Підключення до комп'ютерної мережі

можна встановити за допомогою кабелю або бездротового носія. Кожна мережа включає в себе апаратне та програмне забезпечення, яке з'єднує комп'ютери та інструменти. Найбільш ранні приклади комп'ютерних мереж датуються 1960-ми роками, але з тих пір вони пройшли довгий шлях за півстоліття.

Мережі використовуються для:

- спілкування за допомогою електронної пошти, відео, миттєвих повідомлень та інших методів;
- спільного доступу до пристроїв, таких як принтери, сканери та ксерокси;
- спільного доступу до файлів;
- спільного доступу до програмного забезпечення та операційних програм на віддалених системах;
- надання користувачам мережі легкого доступу та обслуговування інформації. [1]

Найпопулярнішими типами комп'ютерних мереж є:

- PAN (персональна мережа) - це комп'ютерна мережа, сформована в робочій області людини. Як правило, вона складається з комп'ютера, мобільного або особистого цифрового помічника. PAN може бути використаний для налагодження зв'язку між цими персональними пристроями для підключення до цифрової мережі та Інтернету.
- LAN (локальна мережа) - це група комп'ютерних та периферійних пристроїв, які з'єднані на обмеженій території, такій як школа, лабораторія, будинок та офісна будівля. Це широко корисна мережа для обміну ресурсами, такими як файли, принтери, ігри та інші програми.
- MAN (мережа столичних районів) – мережа, що тягнеться по всьому місту, університетському містечку або невеликому регіоні. Цей тип мережі більший, ніж локальна мережа, яка в основному обмежується однією будівлею.

- WAN (широка мережа) - комп'ютерна мережа, яка поширена на великій географічній території. Мережева система WAN може бути з'єднанням локальної мережі, яка з'єднується з іншими локальними мережами за допомогою телефонних ліній і радіохвиль. В основному це обмежується підприємством або організацією. [2]

Класифікація комп'ютерних мереж дозволяє говорити про наступні топології: "шина" - комп'ютери приєднані до однієї шини (лінії зв'язку); "зірка" - комп'ютери з'єднуються один до одного головного комп'ютера; "кільце" - комп'ютери в кільці ліній зв'язку[3].

1.3. Безпека комп'ютерних мереж

Комп'ютерна мережа є шлюзом до ІТ-інфраструктури компанії. Будь-хто, хто має доступ до пристрою, підключеного до мережі або Wi-Fi, також має доступ до всієї інфраструктури. У наш час в Інтернеті доступні попередньо упаковані хакерські сценарії і програми для хакерів-аматорів.

60% малих підприємств, які постраждали від успішної кібератаки, виходять з бізнесу протягом 6 місяців. Тому захист мережі від кібератак має вирішальне значення для стійкості бізнесу.

Використовуйте цей контрольний список безпеки мережі, щоб захистити комп'ютерну мережу від зловмисного програмного забезпечення, фішингу, троянів і несанкціонованого віддаленого доступу.

До апаратних засобів захисту відносяться різні брандмауери, мережеві екрани, фільтри, антивірусні програми, засоби шифрування протоколу.

До програмних засобів захисту можна віднести: відслідковування мережевих підключень (моніторинг мережі), засоби архівації даних, антивірусні програми, криптографічні засоби, засоби ідентифікації та аутентифікації користувачів, засоби управління доступом, аудит. [4]

Як приклади комбінацій вищенаведених засобів можна навести:

- захист баз даних;

- захист інформації при роботі у комп'ютерних мережах.

Для побудови безпечної мережевої архітектури варто використовувати три основні принципи для розробки політики інформаційної безпеки в організаціях – конфіденційність, цілісність, доступність.

Висновки до розділу 1

Комп'ютерна мережа – це об'єднання декількох електронних обчислювальних машин для спільного вирішення інформаційних, обчислювальних, навчальних та інших завдань. По ступеню розсередження комп'ютерні мережі поділяються на локальні, регіональні і глобальні. У залежності від призначення і технічних рішень мережі можуть мати різні конфігурації: шина, зірка, кільце.

Нові технології приносять з собою поліпшення функціональності та ефективності, але водночас приносять нові проблеми безпеки. Таким чином, потрібно регулярно проводити аудит безпеки мережі, щоб підтримувати її в гарному стані та уникати проблем, мати можливість пом'якшити наслідки.

РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ

2.1. Побудова мережі та вибір обладнання

Згідно технічного завдання потрібно спроектувати локальну інформаційно-комунікаційну мережу. Вона повинна бути побудована на основі заданої модифікації мережних технологій Ethernet та об'єднання будівель за допомогою бездротового зв'язку. Структура комп'ютерної мережі, вживані кабелі, комунікаційне і інше обладнання і всі параметри, яких не вистачає, вибираються самим студентом. В процесі розробки комп'ютерної мережі повинні бути:

1. Розроблена структура (топологія) комп'ютерної мережі;
2. Вибрана кабельна система;
3. Вибрані необхідні комунікаційне обладнання і комутаційні елементи (роз'єми, коннектори, кросові панелі і шафи, антено-фідерний тракт).

Локальна комп'ютерна мережа повинна об'єднати комп'ютери, встановлені в будівлях 1 та 5.

Задана модифікація (стандарт) мережної технології –100Base-TX Full Duplex.

На 1 та 2 поверсі 1 будівлі по 25 хостів.

На 3 та 4 поверсі 5 будівлі по 14 хостів.

Швидкість передачі даних у бездротовій мережі –24 Мбіт/с.

Канал передачі даних у бездротовій мережі –1.

Розміри будівель 1 та 5 - 80х64м. Етажність - 10.



Рис. 2.1. Схема розташування об'єктів

За початковими даними стандарт мережної технології - 100Base-TX Full Duplex. Це стандарт фізичного рівня, який дозволяє передавати дані зі швидкістю 100 Мбіт/с в локальних мережах (LAN). Він був випущений як стандарт IEEE 802.3u в 1995 році.

Основою функціонування мережі обрано топологію «зірка», при якій всі комп'ютери за допомогою сегментів кабелю підключаються до центрального компонента – концентратора. За допомогою хаба або концентратора пристрої і спілкуються між собою. Дані надходять на всі робочі станції. Але прийняти їх може тільки та, для якої вони призначалися. Щодо переваг варто відзначити, що до мережі легко підключити новий персональний комп'ютер. Також вона стійка до несправностей окремих вузлів і розривів з'єднання. І доповнює все це можливість здійснення централізованого управління[5]. Правда, є і певні мінуси. Наприклад, значна витрата кабелю. Крім цього, відмова хаба або концентратора негативно вплине на роботу всієї мережі. Тому варто обирати якісний комутатор.

Вертикальна розводка між поверхами робиться за допомогою оптоволоконного кабелю. Таким чином буде підвищено швидкість магістралі для реалізації високошвидкісних комунікацій і захищено магістраль завдяки міцності і якості структури.

Мережа прокладалася у 2 будівлях однакової площі та етажності. Зв'язок між будівлями виконано за допомогою WiMax з'єднання, - технології

безпроводної передачі даних, розробленої на основі стандарту IEEE 802.16. Ця технологія дозволяє створювати мережі з радіусом до 70-100 км при роботі однієї точки доступу (максимальна швидкість до 70 Мбіт/с). В порівнянні з технологією Wi-Fi, точка доступу WiMax створює значно більшу зону стабільного прийому сигналу. Міжповерхові комутатори приєднуються до маршрутизатора, який знаходиться на останньому поверсі в спеціальній кімнаті.

При виборі обладнання необхідно врахувати технічні характеристики та параметри пристроїв, можливості застосування та вартість пристрою.

1. Маршрутизатор - D-Link DAP-1353



Рис. 2.2. Маршрутизатор D-Link DAP-1353

За допомогою бездротової точки доступу D-Link DAP-1353 802.11n можна будувати надійні та безпечні бездротові мережі з високою продуктивністю та найбільшим діапазоном дії. При підключенні бездротових комп'ютерів користувачів і вузлів бездротової мережі, таких як сервери друку, що працюють в діапазоні 2,4 ГГц, ця точка доступу забезпечує високу продуктивність, залишаючись повністю сумісною з пристроями 802.11g і 802.11b.

Інтерфейс Ethernet - Порт 10/100BASE-TX, діапазон частот - 2400 - 2497 МГц, метод кодування - DSSS, OFDM, 3 знімні антени з коефіцієнтом посилення

3dBi (з роз'ємами RP-SMA), 64/128-бітне WEP- шифрування даних Wi-Fi Protected Access (WPA, WPA2).

Завдяки специфікації IEEE 802.11n, DAP-1353 майже гарантовано відповідає остаточній версії стандарту завдяки простій оновленій прошивці, забезпечуючи тривале використання в бізнес-середовищах. Правильне налаштування роутера D-link DAP-1353 забезпечить безпеку. Якщо всі операції з підключення були проведені правильно, то ніхто ніколи не проникне в вашу мережу і не зможе безкоштовно користуватися інтернетом. А також цей маршрутизатор сертифіковано, дано експертне заключення щодо його якості.

2. Комутатор - D-Link DES-1100-24



Рис. 2.3. Комутатор D-Link DES-1100-24

D-Link DES-1100-24 – керований комутатор 3 рівня, що має 24 порти Fast Ethernet (10/100), з можливістю монтажу в стійку.

В якості комутатора в будівлі 1 використаємо 4 комутатори D-Link DES-1100-24. А в будівлі 5 буде використано 2 комутатори D-Link DES-1100-24.

Даний керований комутатор є недорогим, має базовий функціонал, що буде зрозумілий навіть невпевненим користувачам. Відмінно підходить для використання в приватних локальних мережах або офісах.

3. Мережева плата - D-Link DFE-551FX



Рис. 2.4. Мережева плата - D-Link DFE-551FX

На комп'ютерах використаємо мережеву плату D-Link DFE-551FX.

DFE-551FX - високопродуктивний мережевий адаптер, що забезпечує ефективне підключення комп'ютера до мережі Fast Ethernet по оптичному кабелю. Адаптер призначений для шини PCI комп'ютера і передає дані зі швидкістю 100 Мбіт/с в напівдуплексному режимі або 200 Мбіт / с в повнодуплексному режимі.

В двох будівлях знаходяться 78 комп'ютерів, які потрібно оснастити мережевими адаптерами D-Link DFE-551FX.

Адаптер DFE-551FX дозволяє встановити надійне підключення до комп'ютера через оптичний канал зв'язку. Працюючи в режимі Bus Master 32-розрядної шини PCI, адаптер гарантує високу продуктивність. Режим Bus Master дозволяє передавати дані минаючи центральний процесор, що дає можливість розвантажити його для виконання прикладних програм. Адаптер підтримує вбудовану функцію управління потоком, Забезпечуючи засоби захисту даних під час їх передачі за мережі.

4. Сервер ARTLINE Business R15 v15



Рис. 2.5. Сервер ARTLINE Business R15 v15

Для спільного доступу всіх пристроїв до конкретної інформації та для спільного користування наявними ресурсами компанії використовують сервери. У побудованій мережі використаємо по 3 сервери на підмережу: WEB, DNS, DHCP.

Сервер ARTLINE Business має збалансовану продуктивність і низьке енергоспоживання, що дозволить ефективно виконувати бізнес-завдання з мінімальними витратами. Плата підтримує процесори Intel 10-го і 11-го покоління. З особливостей: оптимізована система живлення, повне охолодження і корисність Fan Xpert 2 +, технологія OptiMem для стабільної роботи модулів пам'яті, сучасні інтерфейси: PCIe 4.0, два слоти M.2, 1G Ethernet (контролер Intel), USB 3.2 Gen2 Type-C і внутрішній роз'єм Thunderbolt 4. У цій збірці за продуктивність відповідає процесор Intel Core i3-10100 10-го покоління мікроархітектури Comet Lake, який відноситься до сімейства високопродуктивних процесорів. Intel Core i3-10100 виготовляється за стандартною 14-нм технологією, має 4 ядра, які працюють в 8 потоках зі стандартною тактовою частотою 3,6 ГГц, 4,3 ГГц в режимі Turbo Boost. 16 ГБ оперативної пам'яті DDR4 з ефективною робочою частотою 2666 МГц забезпечить швидку і стабільну роботу сервера.

Сервер ARTLINE Business R15 v15 використовує один з найкращих джерел живлення 400 Вт Seasonic потужністю 400 Вт із сертифікацією 80+ «Бронза».

Якість продукції Seasonic перевірена часом і підтверджена тисячами систем, зібраних на їх основі.

Сервер ARTLINE має збалансовану продуктивність і низьке енергоспоживання, що дозволить ефективно виконувати бізнес-завдання з мінімальними витратами. ARTLINE Business R15v14 втілює у собі надійність, довговічність, продуктивність, економічність, простоту у використанні та обслуговуванні. Професійна збірка сервера ARTLINE і наявність двох 80-мм вентиляторів забезпечують оптимальний потік повітря всередині шасі 2U, що означає відмінне охолодження всіх компонентів.

5. Антена OEM UNI18



Рис. 2.6. Антена OEM UNI18

OEM UNI18 – це спрямована сегментно-параболічна Wi-Fi антена з коефіцієнтом посилення 18 дБі, що працює в діапазоні частот 2,4 ГГц. Ідеально підходить для спрямованого зв'язку на великі відстані поза приміщеннями. Стійка до негоди, підходить для будь-яких погодних умов. Роз'єм N (мама) - підходить для більшості зовнішніх пристроїв. Сумісна зі стандартами 802.11b / g / n.

Антенa OEM UNI18 – гідний варіант надійної, якісної та недорогої антени, простої в обслуговуванні.

6. Конектор RJ45

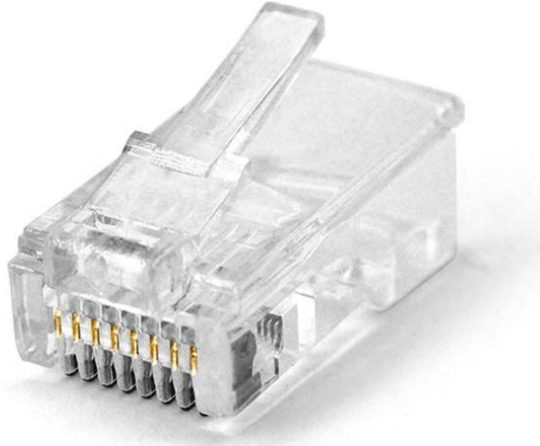


Рис. 2.7. Конектор RJ45

RJ-45 — фізичний інтерфейс, що є одним з засобів з'єднання комп'ютерних мереж за допомогою виті пари. Використовується при створенні мереж за допомогою мережевих комутаторів.

7. Кабель виті пари Panduit NUC5C04BU-CE

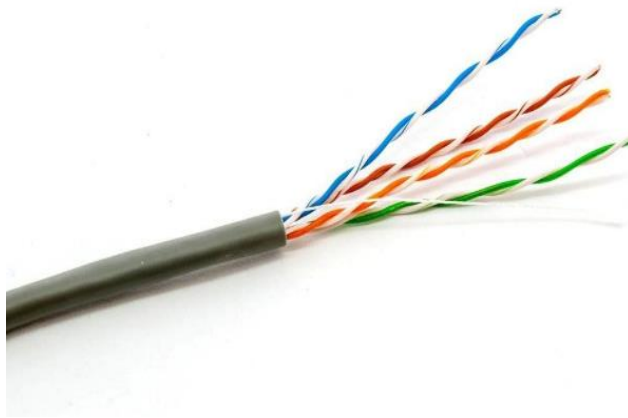


Рис. 2.8. Кабель виті пари Panduit NUC5C04BU-CE

U/UTP кабель витой пары категории 5е, перетин жили 0.51, материал медь, PVC, внутренний.

Необходимую длину кабеля витая пара в будинках порассчитаем с помощью арифметической прогрессии. За расстояния между компьютерами возьмем 2 метра.

Будь-какой член арифметической прогрессии можно рассчитать с формулой:

$$a_n = a_1 + d(n - 1) \quad (2.1)$$

Сумма первых n членов арифметической прогрессии выражается формулой:

$$S_n = (a_1 + a_n)n/2 \quad (2.2)$$

В будинку номер 1 в комнатах объединяем 15 и 10 компьютеров с коммутатором.

Расстояние между коммутатором и первым компьютером $a_1 = 2$ м.

$$A_{15} = 2 + 2 * 14 = 30 \text{ м. } S_{15} = ((2 + 30) * 15)/2 = 240 \text{ м.}$$

В будинку номер 1 наверх нужно 240 м. Так как в здании 2 этажа число умножим на 2:

$240 * 2 = 480 \text{ м.}$ – показывает сколько кабеля нужно использовать на комнаты в будинку 1.

В будинку номер 5 в комнатах объединяем 7 и 7 компьютеров с коммутатором.

Расстояние между коммутатором и первым компьютером $a_1 = 2$ м.

$$A_7 = 2 + 2 * 6 = 14 \text{ м.}$$

$$S_7 = ((2 + 14) * 7)/2 = 56 \text{ м.}$$

Поскольку в этом здании два этажа умножим полученное число на 2:

$$56 * 2 = 112 \text{ м.}$$

Провод гарантирует высокую качество контакта и прочные соединения. Идеально подходит для укладки в середине помещений. Выдерживает большие нагрузки. Его можно эксплуатировать при температуре до -50°C в различных климатических зонах земной кули.

8. Опволоконный кабель FiFix IDx A/G



Рис. 2.9. Оптиволоконний кабель FiFix IDx A/G

Для вертикальної розводки використаємо оптиволоконний кабель FiFix IDx A/G. Оптичне волокно, щільна захисна оболонка з компаунда, що не поширює горіння, низькодимного, безгалогенного (LSZH), силовий елемент – арамідні нитки, 2,0x4,0 mm.

Для вертикальної розводки будинку 1 вистачить оптиволоконового кабелю 64 і 32 метрів від двох комутаторів на нижньому поверсі плюс 3 метра різниці між поверхами. В сумі $(64 + 3) + (32 + 3) = 102$ метра.

В будинку 5 так само 102 метра.

Тепер додамо довжини кабелів оптиволоконового кабелю:

$$102 + 102 = 204 \text{ м.}$$

Даний кабель застосовується для міжблокових з'єднань на станціях зв'язку, для виготовлення з'єднувальних шнурів (пігтейлів і патч-кодів), для створення кабельної проводки в технічних приміщеннях локальних мереж, формування горизонтальних ліній великих структурованих кабельних систем з укладанням в декоративні ящики на робоче місце. Допускається прокладка в приміщеннях вертикальними трубопроводами, вертикальними валами, в будівлях між поверхами. Оболонка кабелю виконана із компаунду, що гарантує непоширення горіння, низькодимного та безгалогенного (LSZH).

9. Медіаконвертер TP-LINK MC110CS



Рис. 2.10. Медіаконвертер TP-LINK MC110CS

Для об'єднання витої пари з оптоволоконним кабелем з однієї сторони і оптоволоконного кабеля з витотою парою використовуємо медіаконвертери TP-LINK MC110CS. MC110CS - це медіаконвертер, що служить для перетворення сигналу і подальшого з'єднання оптоволоконного кабелю 100BASE-FX з крученою парою 100Base-TX і навпаки. Розроблений спеціально під стандарти IEEE 802.3u 10/100Base-TX і 100Base-FX. Серед інших функцій даного пристрою слід зазначити можливість використання медіаконвертера в якості незалежного виробу (для MC110CS не вимагається шасі для кріплення) або разом з 19" шасі TP-LINK з підтримкою Auto MDI/MDI-X і автоматичного узгодження в дуплексному режимі для порту TX, а також оснащення світлодіодними індикаторами стану. MC110CS дозволяє збільшити довжину оптоволоконного каналу на відстань до 20 км завдяки використанню однорежимного оптоволоконного кабелю.

Надійний та якісний медіаконвертер забезпечить стабільну роботу та високу швидкість передавання зв'язку. Серед інших функцій даного пристрою слід зазначити можливість використання медіаконвертера в якості незалежного виробу або разом з 19" шасі TP-LINK з підтримкою Auto MDI/MDI-X і автоматичного узгодження в дуплексному режимі для порту TX, а також оснащеними світлодіодними індикаторами стану. MC110CS дозволяє збільшити

протяжність оптоволоконного каналу на відстань до 20 км, завдяки використанню одномодового оптоволоконного кабелю.

10. Коаксіальний кабель FinMark F 660 BVM



Рис. 2.11. Коаксіальний кабель FinMark F 660 BVM

Для з'єднання передавача - вежі WiMAX з Central Office Server (будівлі, до якої абонентський будинок і бізнес-лінії з'єднані по локальній петлі) використаємо коаксіальний кабель FinMark F 660 BVM. Використовується для зовнішньої прокладки, матеріал жили - сталь – мідь, діаметр жили - 1.02 мм, наявний екран та трос.

11. Для побудови безпроводної мережі також використаємо таке устаткування:

- смуговий фільтр;
- кабельна зборка SMA - RP - plug ↔ N - type – male (входить в комплект, вносить додаткове загасання близько 0,5 дБ);
- інжектор живлення та блок живлення (входять в комплект поставки підсилювачів);
- перехідник TLK -N -type -MM;
- кабельна зборка D-link HQNf -Nm15;
- підсилювач 2,4 ГГц (NCS24XX) - призначений для збільшення потужності сигналу, що передається і підвищення чутливості каналу

прийому у безпроводних мережах передачі даних, а також компенсації втрат в каналі між радіомодемом і антеною.

2.2. Оцінка вартості побудови мережі

У попередньому підрозділі було обрано необхідне обладнання, виходячи з технічних характеристик, параметрів, якості пристрою, топології мережі. Тому необхідно підрахувати приблизну вартість побудови локальної інформаційно-комунікаційної мережі. Врахуємо всі пристрої обох будівель та безпроводного з'єднання.

Таблиця 2.1 - Оцінка вартості побудови мережі

Елементи мережі	Кількість	Вартість елемента (грн./шт.)
Маршрутизатор D-Link DAP-1353	2 (шт.)	750 грн./шт.
Комутатор D-Link DES-1100-24	8 (шт.)	2500 грн./шт.
Мережева плата D-Link DFE-551FX	78 (шт.)	2200 грн./шт.
Сервер ARTLINE Business R15 v15	6 (шт.)	21000 грн./шт.
Антенa OEM UNI18	2 (шт.)	1000 грн./шт.
Конектор RJ45	200 (шт.) упаковка	1,50 грн./шт.
Кабель витої пари Panduit NUC5C04BU-CE	800 (м) запас	16 грн./м
Оптоволоконний кабель FiFix IDx A/G	204 (м)	7 грн./м
Коаксіальний кабель FinMark F 660 BVM	100 (м)	1200 грн.
Медіаконвертор TP-LINK MC110CS	2 (шт.)	1000 грн./шт.

Перехідник TLK -N -type -MM	2 (шт.)	75 грн./шт.
Кабельна зборка D-link HQNf -Nm15	2 (шт.)	75 грн./шт.
Загальна вартість = 339928 гривень		

Так як було обрано топологію «зірка», на мою думку не варто ризикувати неякісними комутаторами і маршрутизаторами, так як це може потягнути за собою збій усієї мережі. Було обрано лише якісне обладнання, тому вартість мережі досить висока – 339928 гривень.

Для розрахунку повної вартості спорудження мережі складаються кошториси на будівництво та монтажні роботи, матеріали і обладнання. Вартість будівельних та монтажних робіт, що включає в себе монтаж гофротруби, прокладку кабелю, встановлення бездротових точок доступу Wi-Max на фасаді будівель, установку роутера і системи безперебійного електропостачання, налаштування роутерів і точки доступу, перевірку роботи системи, складе приблизно 40000 гривень. Тобто загальна вартість робіт з обладнанням буде 379928 гривень.

Через інтенсивний трафік буде дуже важко підтримувати високу якість зв'язку і пропускну здатність. Діапазон швидкості може сильно варіюватися, адже користувач не завжди перебуватиме в ідеальних умовах. Якість послуг знижується в сезон дощів, оскільки погодні стан може переривати сигнал. Мережа WiMAX дуже важка за структурою, тому потребує великої електричної підтримки для запуску мережі. Через важку конструкцію, вежі, антени тощо мережа WiMAX стає сукупно дорогою мережею. Тому в заданих умовах є досить не раціональним і не вигідним будувати таку мережу для підприємства.

2.3. Моделювання мережі

Щоб змодельовати локальну інформаційно-комунікаційну мережу, скористаємось програмним продуктом Cisco Packet Tracer.

Cisco Packet Tracer є відмінним інструментом моделювання та візуалізації мережі, корисним як для навчання як студентів, так і просунутих користувачів,

у яких під рукою немає фізичного обладнання компанії Cisco. Програма-симулятор дозволяє налаштовувати (віртуально) різне телекомунікаційне обладнання фірми Cisco (комутатори, маршрутизатори, ір-телефони, шлюзи, сервера, міжмережеві екрани Cisco ASA і багато іншого). [6]

Приступимо до створення мережі:

1. Запустимо програму:

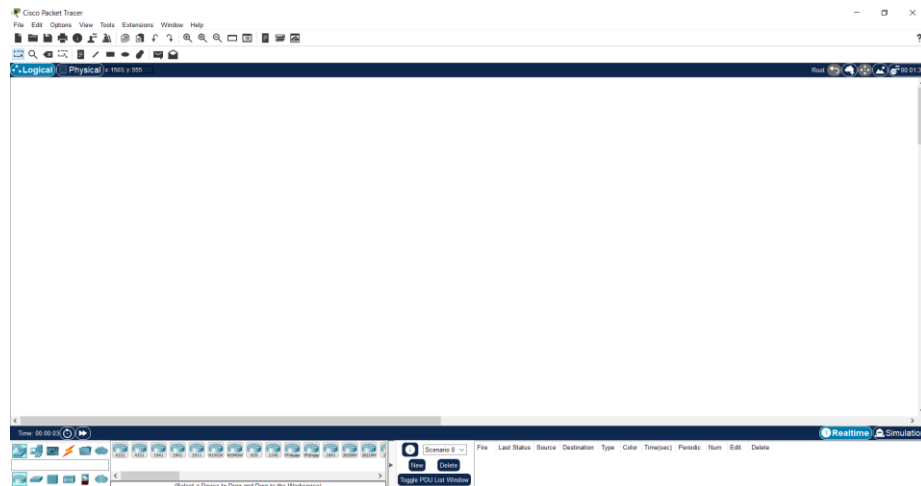


Рис. 2.12. Вікно програми

2. Оберемо необхідні компоненти для майбутньої мережі:



Рис. 2.13. Панель інструментів

3. З'єднуємо обрані елементи за допомогою кабелю:



Рис. 2.14. Панель вибору типів кабелю

4. Далі налаштовуємо IP-Address, SubnetMask та DefaultGateway на комп'ютерах. Налаштовуємо маршрутизатори.

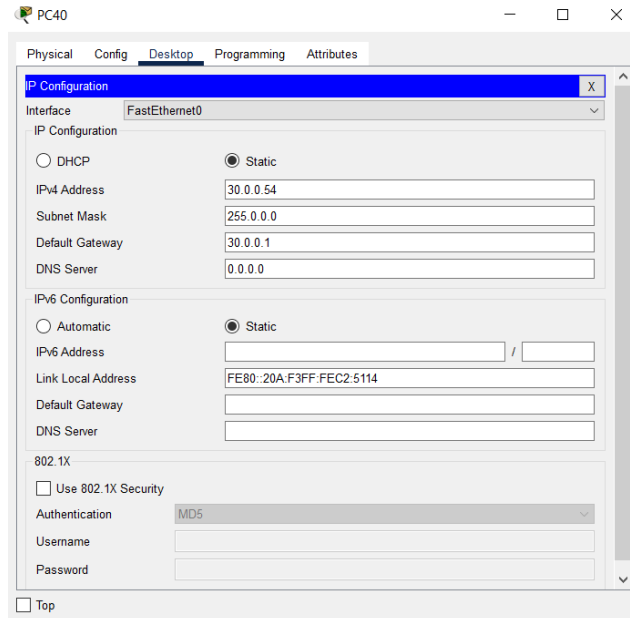


Рис. 2.15. Налаштування комп'ютера

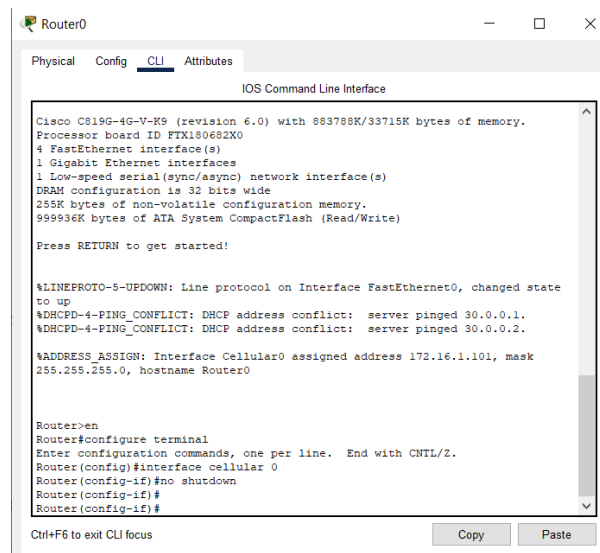


Рис. 2.16. Налаштування маршрутизатора

5. Перевіримо працездатність мережі:

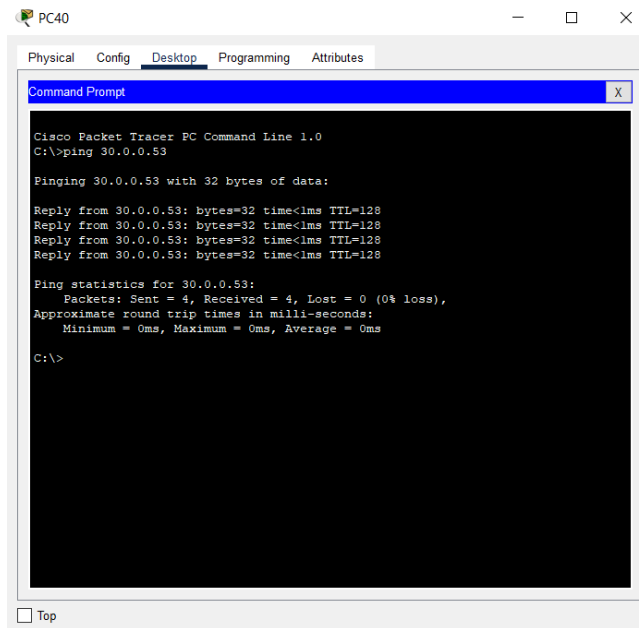


Рис. 2.17. Перевірка зв'язку

6. Налаштуємо сервери:

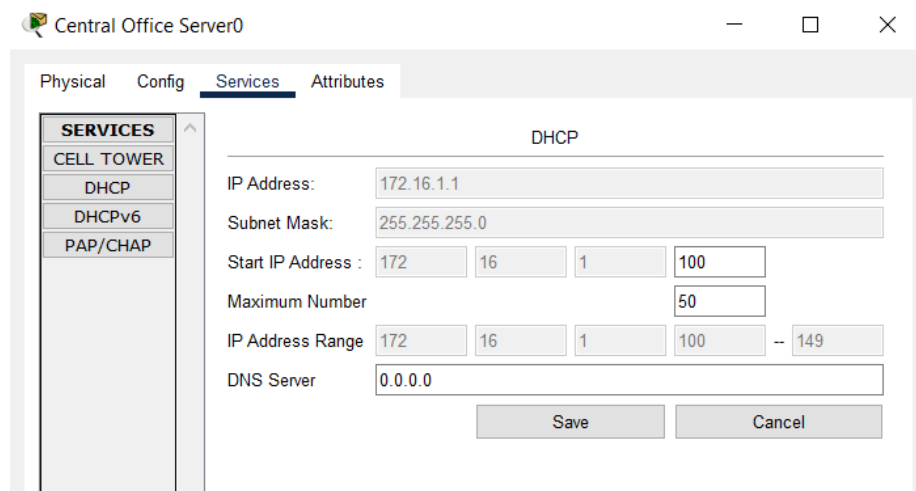


Рис. 2.18. Налаштування Central Office Server

Serv-DHCP

Physical Config **Services** Desktop Programming Attributes

SERVICES

- HTTP
- DHCP**
- DHCPv6
- TFTP
- DNS
- SYSLOG
- AAA
- NTP
- EMAIL
- FTP
- IoT
- VM Management
- Radius EAP

DHCP

Interface: FastEthernet0 Service: ☐ On ☒ Off

Pool Name: serverPool

Default Gateway: 30.0.0.1

DNS Server: 30.0.0.29

Start IP Address: 30 0 0 2

Subnet Mask: 255 0 0 0

Maximum Number of Users: 50

TFTP Server: 0.0.0.0

WLC Address: 0.0.0.0

Add Save Remove

Pool Name	Default Gateway	DNS Server	Start IP Address	Subnet Mask	Max User	TFTP Server	WLC Address
serverPool	30.0.0.1	30.0.0.29	30.0.0.2	255.0.0.0	50	0.0.0.0	0.0.0.0

Рис. 2.19. Налаштування DHCP-Server

Serv-DNS

Physical Config **Services** Desktop Programming Attributes

SERVICES

- HTTP
- DHCP
- DHCPv6
- TFTP
- DNS**
- SYSLOG
- AAA
- NTP
- EMAIL
- FTP
- IoT
- VM Management
- Radius EAP

DNS

DNS Service: ☒ On ☐ Off

Resource Records

Name: Type: A Record

Address:

Add Save Remove

No.	Name	Type	Detail
0	fantazi.com	A Record	30.0.0.29

DNS Cache

☐ Top

Рис. 2.20. Налаштування DNS-Server

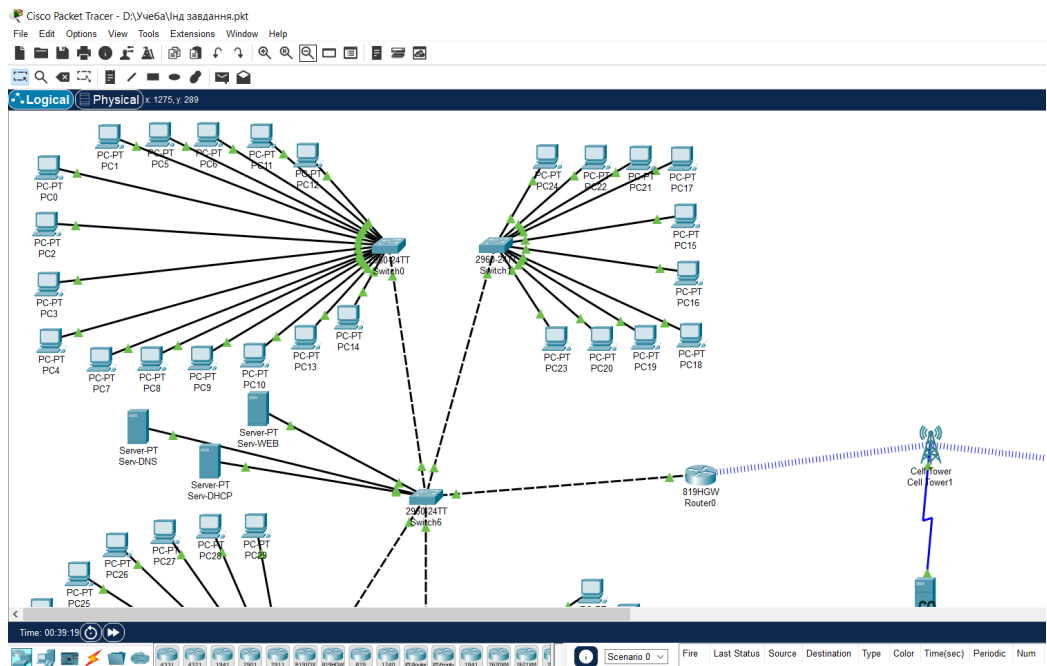


Рис. 2.21. Детальний вигляд мережі першої будівлі (1)

На першому і другому поверхах 1 будівлі знаходяться по 25 хостів. 15 під'єднані до одного комутатора, адже він має змогу під'єднати обмежену кількість пристроїв, а саме – 24, 10 – до іншого, на кожному з поверхів. Міжповерховий комутатор приєднується до маршрутизатора, який знаходиться на останньому поверсі в спеціальній кімнаті. Там же знаходяться і сервери: Web, DHCP та DNS.

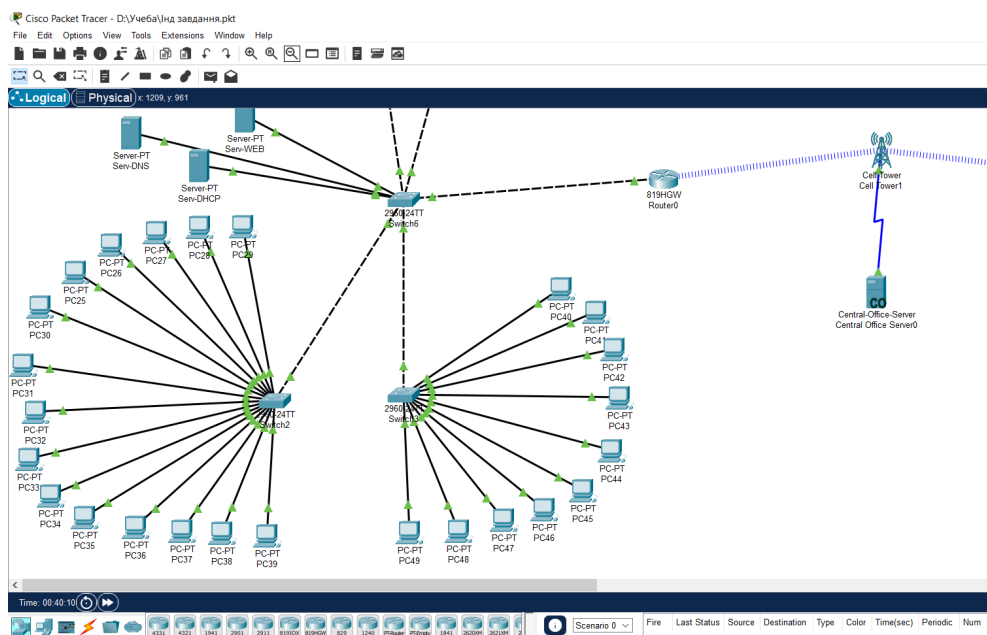


Рис. 2.22. Детальний вигляд мережі першої будівлі (2)

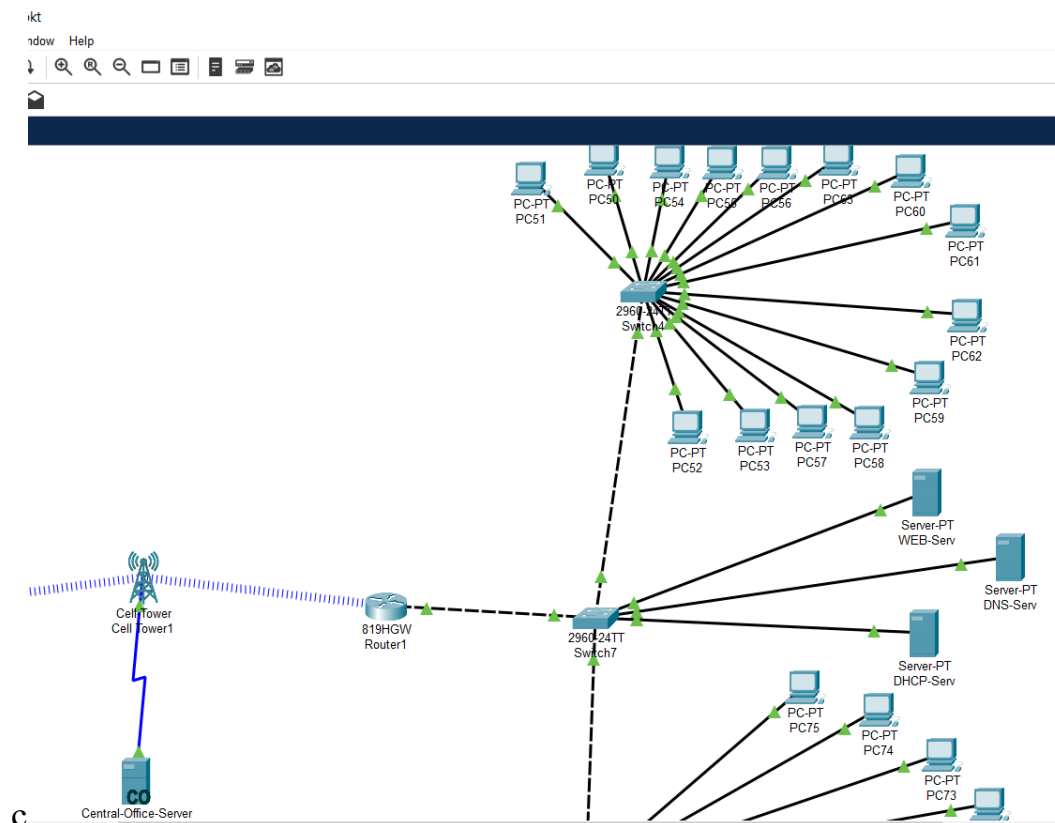


Рис. 2.23. Детальний вигляд мережі п'ятої будівлі (1)

На третьому та четвертому поверхах 5 будівлі маємо по 14 хостів і під'єднуємо їх до комутаторів. Аналогічно до першої будівлі, під'єднуємо міжповерховий комутатор до маршрутизатора.

Встановлюємо бездротовий зв'язок з вежею – приймачем WiMax. Вежа зв'язана з Central Office Server (будівлею, до якої абонентський будинок і бізнес-лінії приєднані по локальній петлі).

WiMax дозволяє розміщувати приймач та передавач в зоні непрямої видимості.

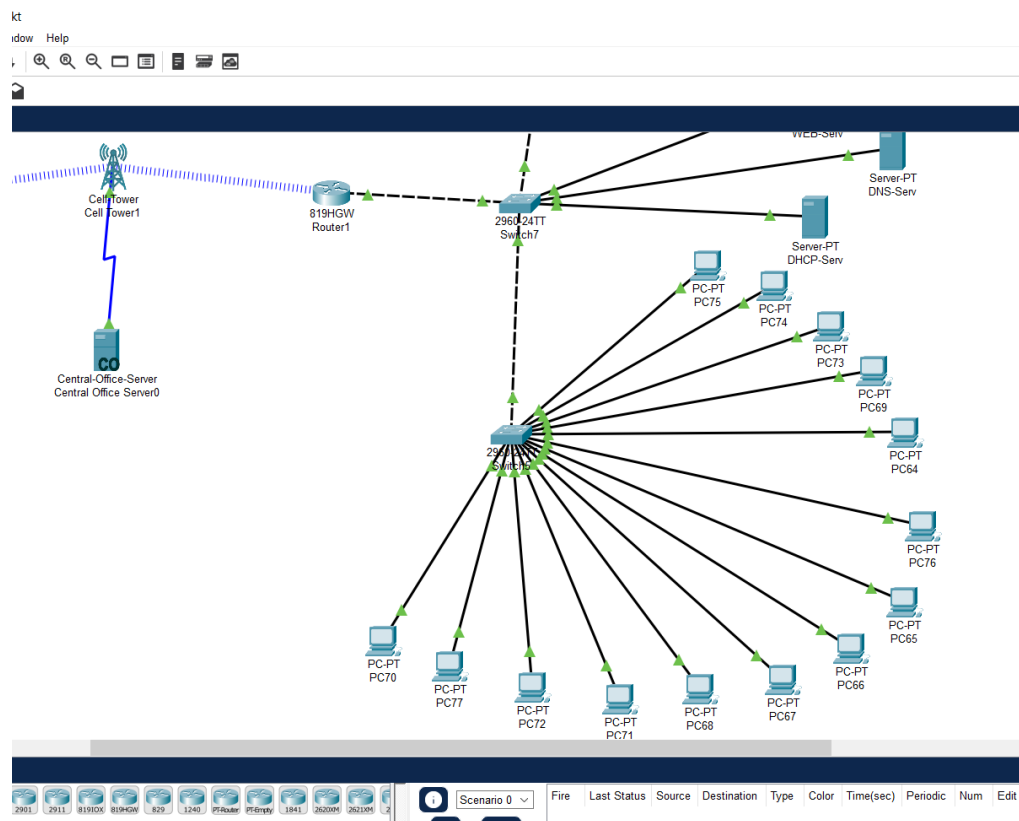


Рис. 2.24. Детальний вигляд мережі п'ятої будівлі (2)

За допомогою графічного редактора було побудовано схеми поверхів кожної з будівель з розташуванням пристроїв у ній (комп'ютерів, світлів, хабів, антен), а також враховано прокладку кабелів.

Схема роботи мережі:

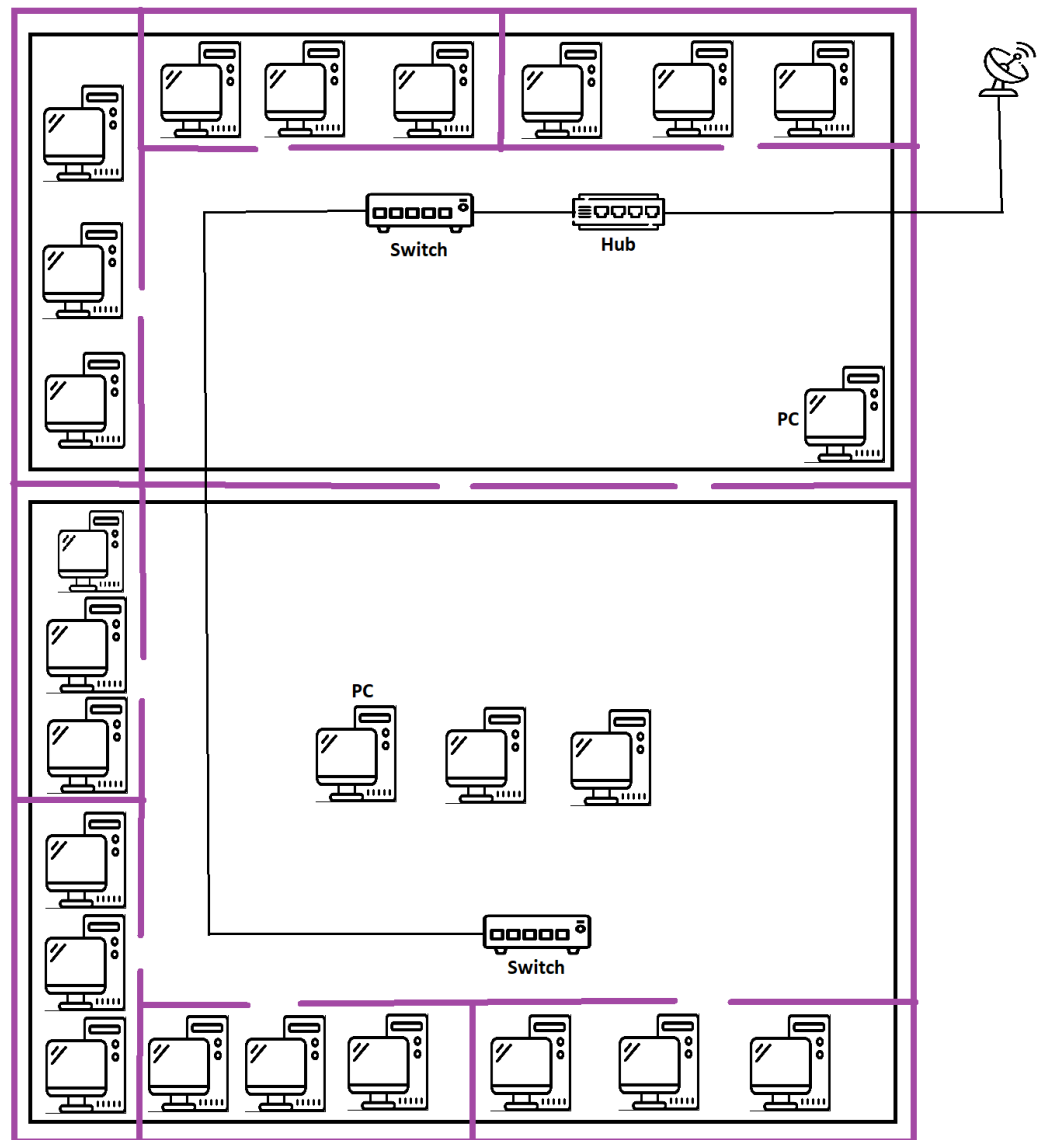


Рис. 2.25. План мережі першого поверху першої будівлі

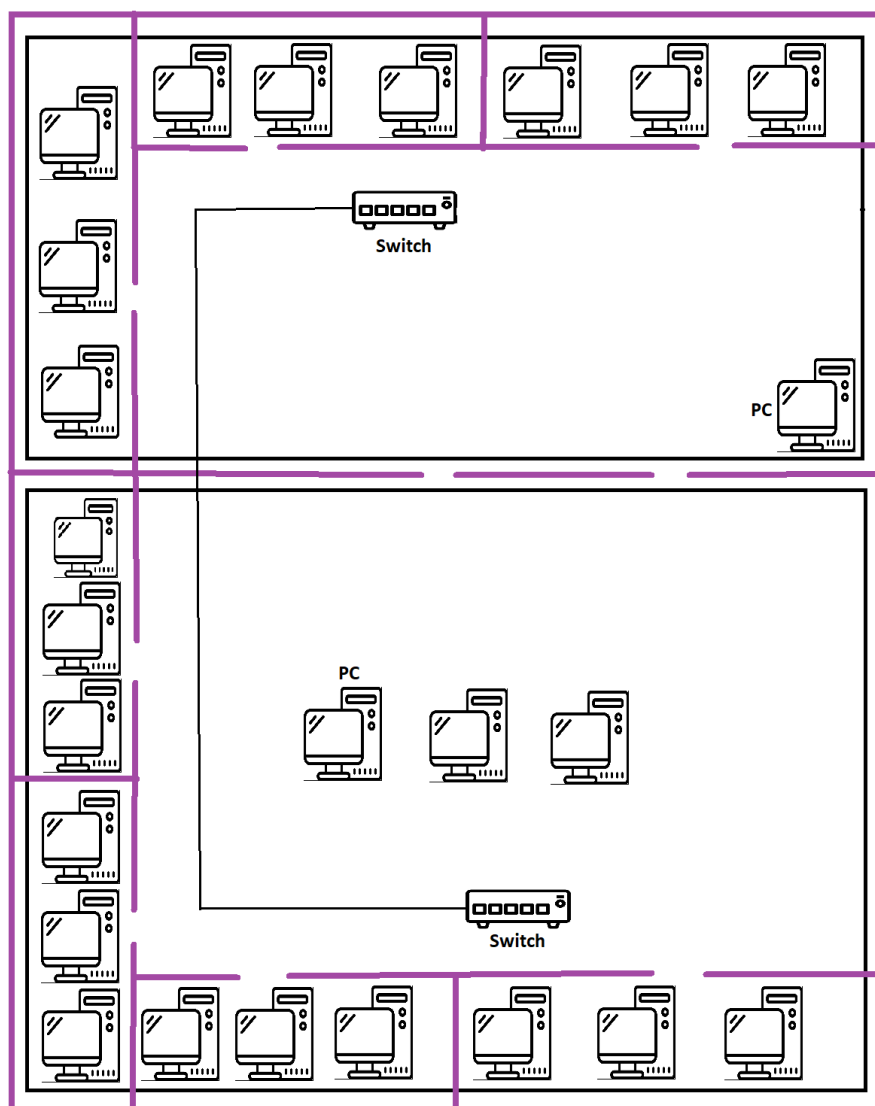


Рис. 2.26. План мережі другого поверху першої будівлі

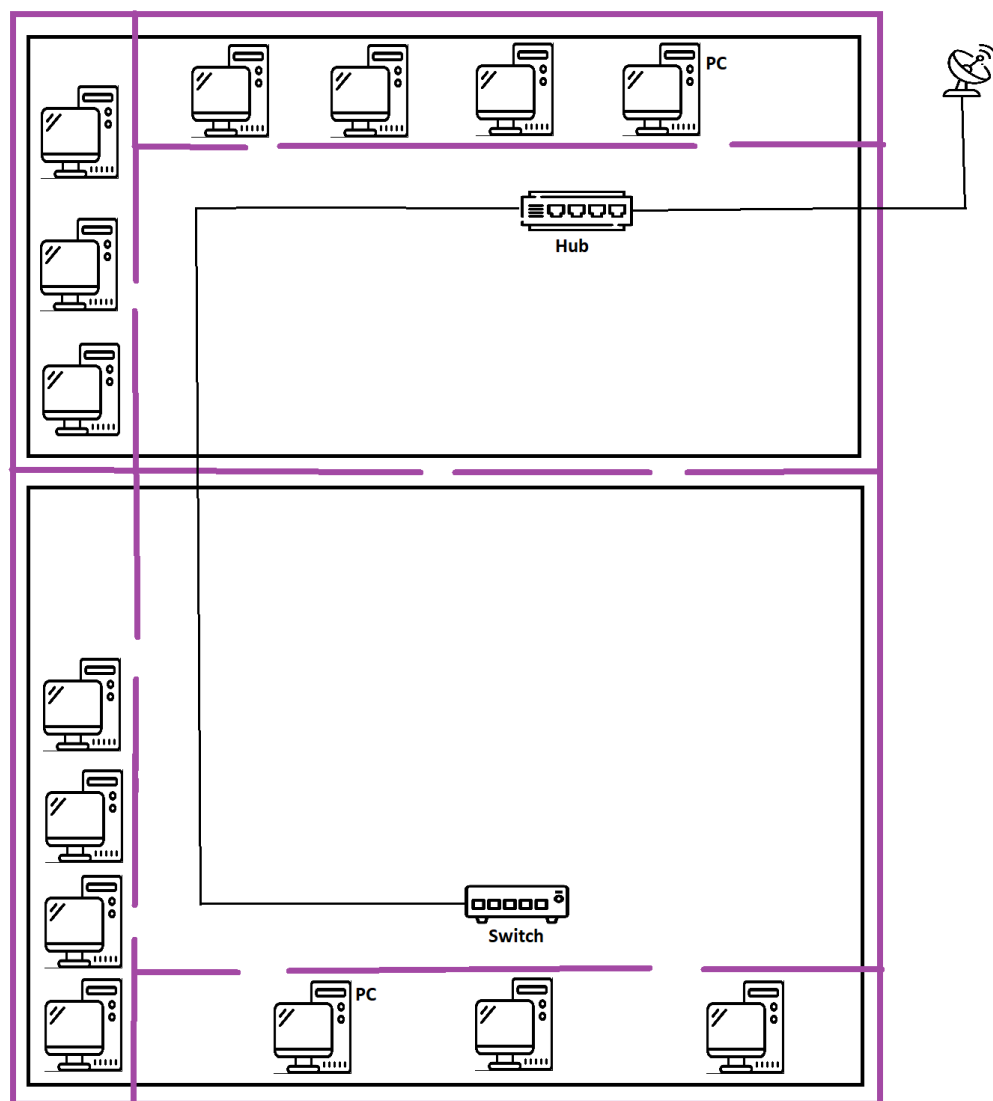


Рис. 2.27. План мережі першого поверху другої будівлі

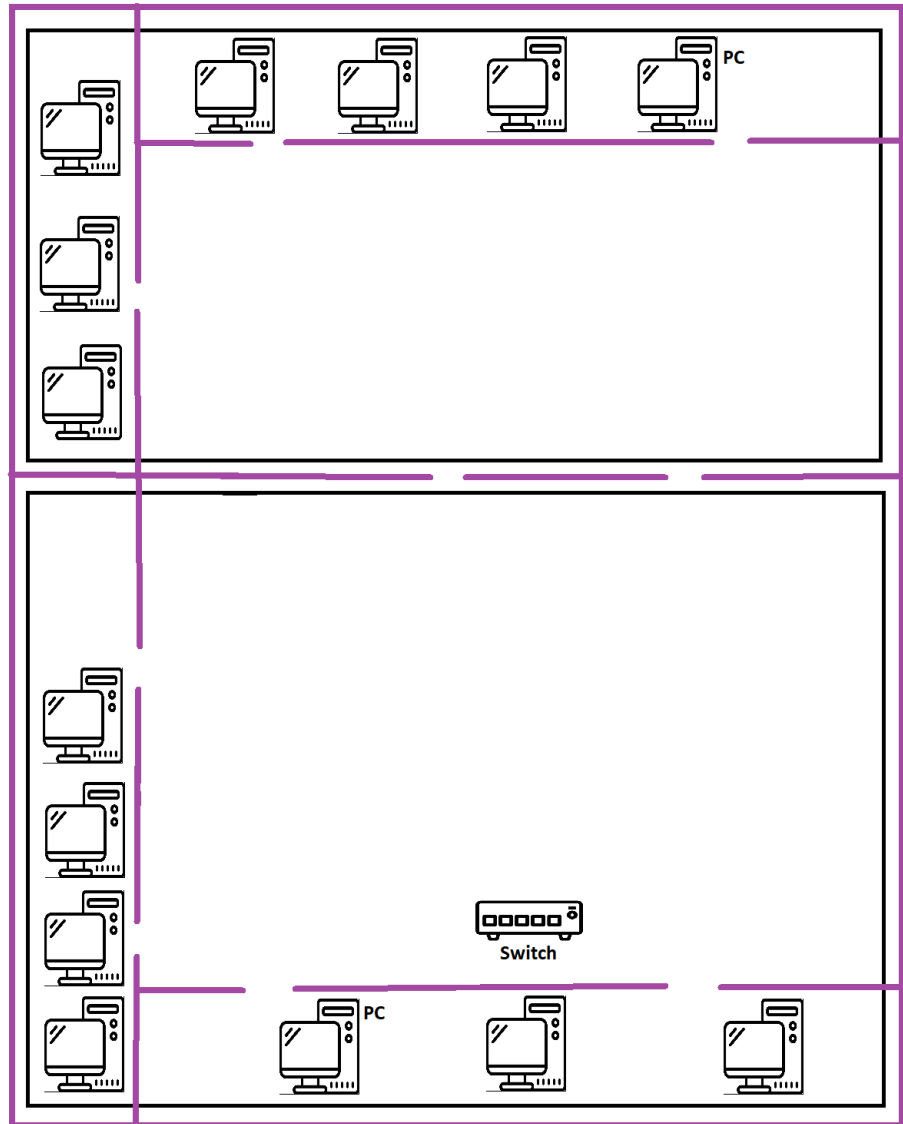


Рис. 2.28. План мережі другого поверху другої будівлі

2.4. Розрахунок безпроводного каналу зв'язку, зони Френеля

Спочатку необхідно порахувати відстань між 1 та 5 будівлею:

$$64 \text{ м} + 680 \text{ м} + 91 \text{ м} + 47 \text{ м} + 18 \text{ м} + 480 \text{ м} + 47 \text{ м} + 370 \text{ м} + 64 \text{ м} = 1861 \text{ м}.$$

Приведемо формулу розрахунку дальності. Вона береться з інженерної формули розрахунку втрат у вільному просторі:

$$FSL = 33 + 20 * (\lg F + \lg D), \quad (2.3)$$

підрахуємо:

$$FSL = 33 + 20 * (\lg(2412 \text{ МГц}) + \lg(1,9 \text{ км})) = 106 \text{ дБ, де}$$

FSL (FreeSpaceLoss) – втрати у вільному просторі (дБ);

F – центральна частота каналу, на якому працює система зв'язку (МГц);

D – відстань між двома точками (км).

FSL визначається сумарним посиленням системи. Воно вважається таким чином:

$$Y_{дБ} = P_{t, дБмВт} + G_{t, дБі} + G_{r, дБі} - P_{min, дБмВт} - L_t, дБ - L_r, дБ, \quad (2.4)$$

де $P_{t, дБмВт}$ – потужність передавача;

$G_{t, дБі}$ – коефіцієнт посилення передавальної антени;

$G_{r, дБі}$ – коефіцієнт посилення приймальної антени;

$P_{min, дБмВт}$ – чутливість приймача на цій швидкості;

$L_{t, дБ}$ – втрати сигналу в коаксіальному кабелі і роз'ємах передавального тракту;

$L_{r, дБ}$ – втрати сигналу в коаксіальному кабелі і роз'ємах приймального тракту.

Потужність передавача та коефіцієнт посилення передавальної антени береться з паспорта обраної точки доступу. Відповідно 27 дБм та 18 дБі.

Коефіцієнт посилення приймальної антени – з паспорта обраної вбудованої бездротової мережевої карти абонента. Відповідно 18 дБі.

Для різних швидкостей приймач має певну чутливість. Для швидкостей 1-2 мегабіт використовується найвища чутливість: від -90 дБм до -94 дБмВт. Чутливість приймача на даній швидкості визначається з таблиці нижче.

Таблиця 2.2 - Залежність чутливості від швидкості передачі даних

Швидкість	Чутливість
24 Мбіт/с	- 80 дБмВт

Втрати сигналу в коаксіальному кабелі і роз'ємах передавального тракту знаходимо за формулою:

$$t = 0,5 \text{ дБ (pigtail)} + 0,5 \text{ дБ (інжектор)} + 6 \text{ дБ (кабельна зборка)} + 0,75 \text{ дБ (роз'єм)} = 7,75 \text{ дБ.}$$

Втрати сигналу в коаксіальному кабелі і роз'ємах приймального тракту:

$$r = 0,5 \text{ дБ (pigtail)} + 0,5 \text{ дБ (інжектор)} + 6 \text{ дБ (кабельна зборка)} \\ + 0,75 \text{ дБ (роз'єм)} = 7,75 \text{ дБ.}$$

$$Y \text{ дБ} = 27 \text{ дБм} + 18 \text{ дБі} + 18 \text{ дБі} - (-80 \text{ дБмВт}) - 7,75 \text{ дБ} - 7,75 \text{ дБ} \\ = 127,5(\text{дБ})$$

FSL обчислюється за формулою:

$$FSL = Y \text{ дБ} - \text{SOM}, \quad (2.5)$$

де SOM (SystemOperatingMargin) – запас в енергетиці радіозв'язку (дБ).

Параметр SOM зазвичай береться рівним 10 дБ. Вважається, що 10-децибельний запас по посиленню достатній для інженерного розрахунку. Значення SOM враховує можливі фактори, що негативно впливають на дальність зв'язку, такі як: температурний дрейф чутливості приймача і вихідної потужності передавача, несприятливі погодні умови, невідповідність антени, приймача, передавача з антено-фідерним шляхом.

$$FSL = 127,5 \text{ дБ} - 10 \text{ дБ} = 117,5(\text{дБ})$$

Розрахуємо дальність зв'язку:

$$D = 10 (FSL/20 - 33/20 - \lg F). \quad (2.6)$$

$$D = 10(117,5 \text{ дБ}/20 - 33/20 - \lg(2412 \text{ МГц})) = 10(5,875 - 1,65 - 3,4) \\ = 8,25 \text{ км}$$

Енергетичний запас радіоканалу становить:

$$Z = Y \text{ дБ} - FSL \quad (2.7)$$

$$Z = 127,5 \text{ дБ} - 117,5 \text{ дБ} = 10 \text{ дБ}$$

При виборі висоти розташування точок доступу необхідно враховувати особливості поширення радіохвиль. Радіохвиля при поширенні має вигляд еліпсоїда обертання з найбільшим радіусом посередині, що називається зоною Френеля.

Радіус першої зони Френеля над передбачуваною перешкодою може бути розрахований за допомогою формули:

$$R = 17,3 \sqrt{\frac{1}{f} * \frac{SD}{S+D}}, \quad (2.8)$$

де R – радіус зони Френеля (м);

S, D – відстань від антен до самої вищої точки передбачуваної перешкоди (км);

F – частота (ГГц).

На шляху між будівлями 1 і 5 стоїть перешкода: будівля 4 ($6 * 3 = 18$ м).

$S=1.380$ км (від 1 до 4 будівлі)

$D=481$ м = $0,481$ км (від 4 до 5 будівлі)

$f=2,4$ ГГц.

Розрахуємо радіус першої зони Френеля:

$$R = 17.3 \sqrt{(1/(2.4 \text{ ГГц})) * ((1.380 \text{ км} * 0.481 \text{ км})/(1.380 \text{ км} + 0.481 \text{ км}))} \\ = 6 \text{ (м)}$$

Висота розташування антени, яка знаходиться на першому будинку дорівнює 30 м. З цього маємо: $30 - 6 = 24$ м - початок першої зони Френеля на відстані 1.380 км від 1 будинку. Маємо запас у вигляді 6 метрів (24-18).

Висновки до розділу 2

У цьому розділі було проаналізовано завдання, у відповідності до заданих модифікацій визначено технології побудови мережі та обрано необхідне обладнання для максимальної продуктивності мережі. Для проектування комп'ютерної мережі на підприємстві було обрано топологію зірку. Також схематично побудовано локальну інформаційно-комунікаційну мережу у графічному редакторі, топологію у програмному додатку Packet Tracer, на основі заданої модифікації мережних технологій Ethernet та об'єднання будівель за допомогою бездротового зв'язку WiMax. Розраховано приблизну кількість і вартість необхідного устаткування та зроблено відповідні розрахунки безпроводного каналу зв'язку, зони Френеля.

ВИСНОВКИ

У комплексному індивідуальному завданні з практичної підготовки було побудовано локальну інформаційно-комунікаційну мережу на основі заданої модифікації мережних технологій Ethernet та об'єднання будівель за допомогою бездротового зв'язку, а також проведено аналіз цієї мережі. Були використані такі мережні технології, як 100Base-TX і WiMax.

Як і в будь-якій бездротовій технології, вимоги до WiMAX в основному є передавачем і приймачем. Передавач являє собою вежу WiMAX, дуже схожу на GSM-вежу. Одна вежа, також звана базовою станцією, може забезпечити зону покриття в радіусі близько 50 км. Вежа - це частина послуг постачальника послуг, користувач не управляє нею. WiMAX досить потужний, зі швидкістю до 70 Мбіт / с, що дуже багато.

Якщо ми маємо намір використовувати WiMAX, потрібно буде інвестувати лише в обладнання з підтримкою WiMAX або пристрій, який буде підключатися до існуючого обладнання. Такими пристроями в побудованій мережі є маршрутизатори D-Link DAP-1353, а також комутатори D-Link DES-1100-24, сервери ARTLINE Business R15 v15, антени OEM UNI18 і кабелі Panduit NUC5C04BU-CE та FiFix IDx A/G, перехідники TLK -N -type -MM та кабельна зборка D-link HQNf -Nm15

В якості вибору обладнання для реалізації проекту було віддано перевагу на користь фірми D-Link. Вибір обладнання обґрунтовано врахуванням технічних характеристик, параметрів, можливостей застосування та вартості пристрою.

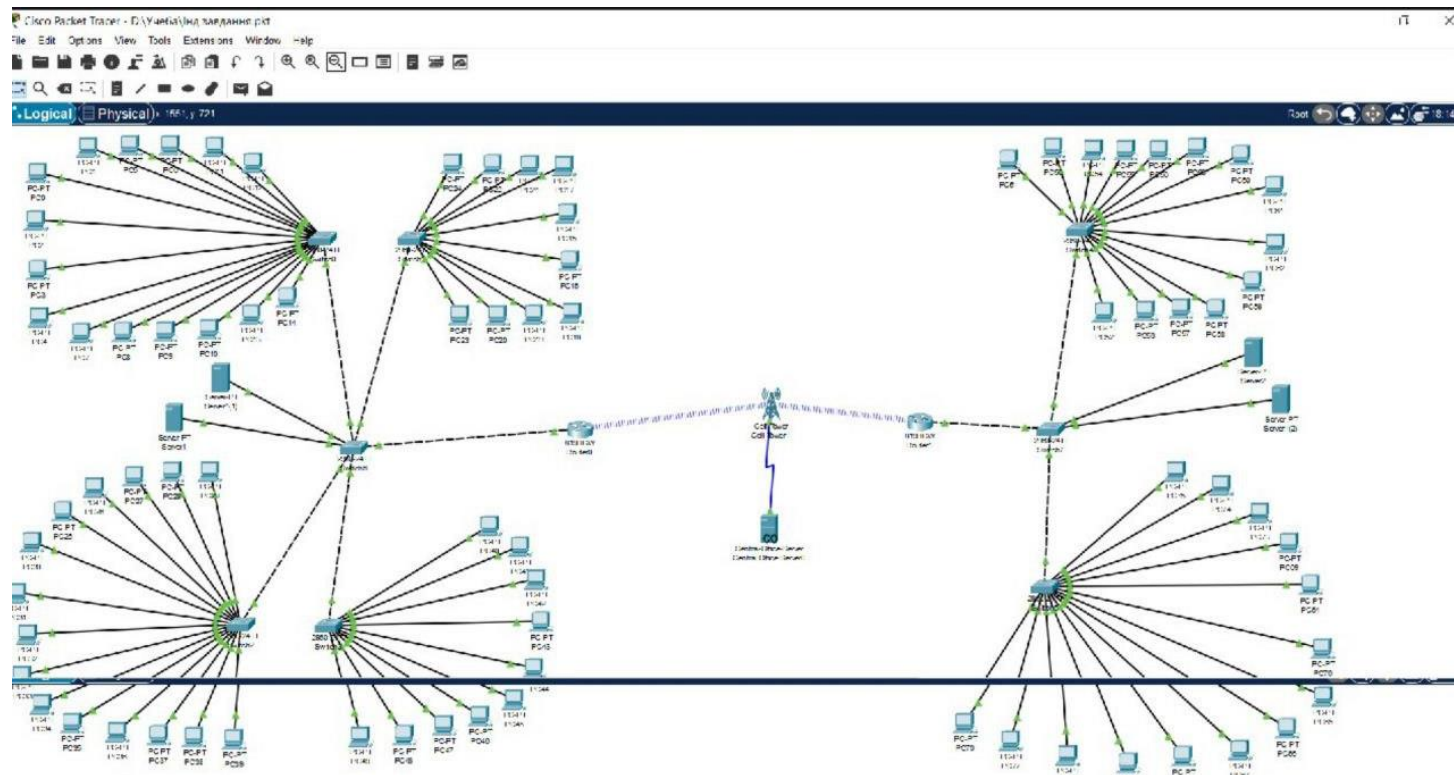
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. What is a Computer Network? [Електронний ресурс]: Field engineer blog.
-URL: <https://www.fieldengineer.com/blogs/what-is-a-computer-network>
(дата звернення: 15.06.2022)
2. Types of Computer Network: What is LAN, MAN and WAN [Електронний ресурс]: Guru99. -URL: <https://www.guru99.com/types-of-computer-network.html> (дата звернення: 15.06.2022)
3. Комп'ютерна мережа: що таке, як побудувати [Електронний ресурс]: Hi-news. -URL: <https://hi-news.pp.ua/tehnka-tehnologyi/2319-kompyuterna-merezha-scho-take-yak-pobuduvati.html> (дата звернення: 15.06.2022)
4. Безпека операційних систем. Засоби захисту інформації в мережі [Електронний ресурс]: Ni.biz.ua. – URL: http://www.ni.biz.ua/11/11_13/11_130623_bezopasnost-operatsionnih-sistem-sredstva-zashchiti-informatsii-v-seti.html (дата звернення: 15.06.2022)
5. Мережеві топології: переваги та недоліки [Електронний ресурс]: Tostpost.com. – URL: <https://tostpost.com/uk/komp-yuteri/6585-merezhev-topolog-perevagi-ta-nedol-ki.html> (дата звернення: 15.06.2022)
6. Основи використання симулятора мереж Cisco Packet Tracer [Електронний ресурс]: Telusuri.info. -URL: <https://www.telusuri.info> (дата звернення: 15.06.2022)
7. Ноутбуки та комп'ютери [Електронний ресурс]: Rozetka. – URL: <https://rozetka.com.ua/> (дата звернення: 15.06.2022)

ДОДАТКИ

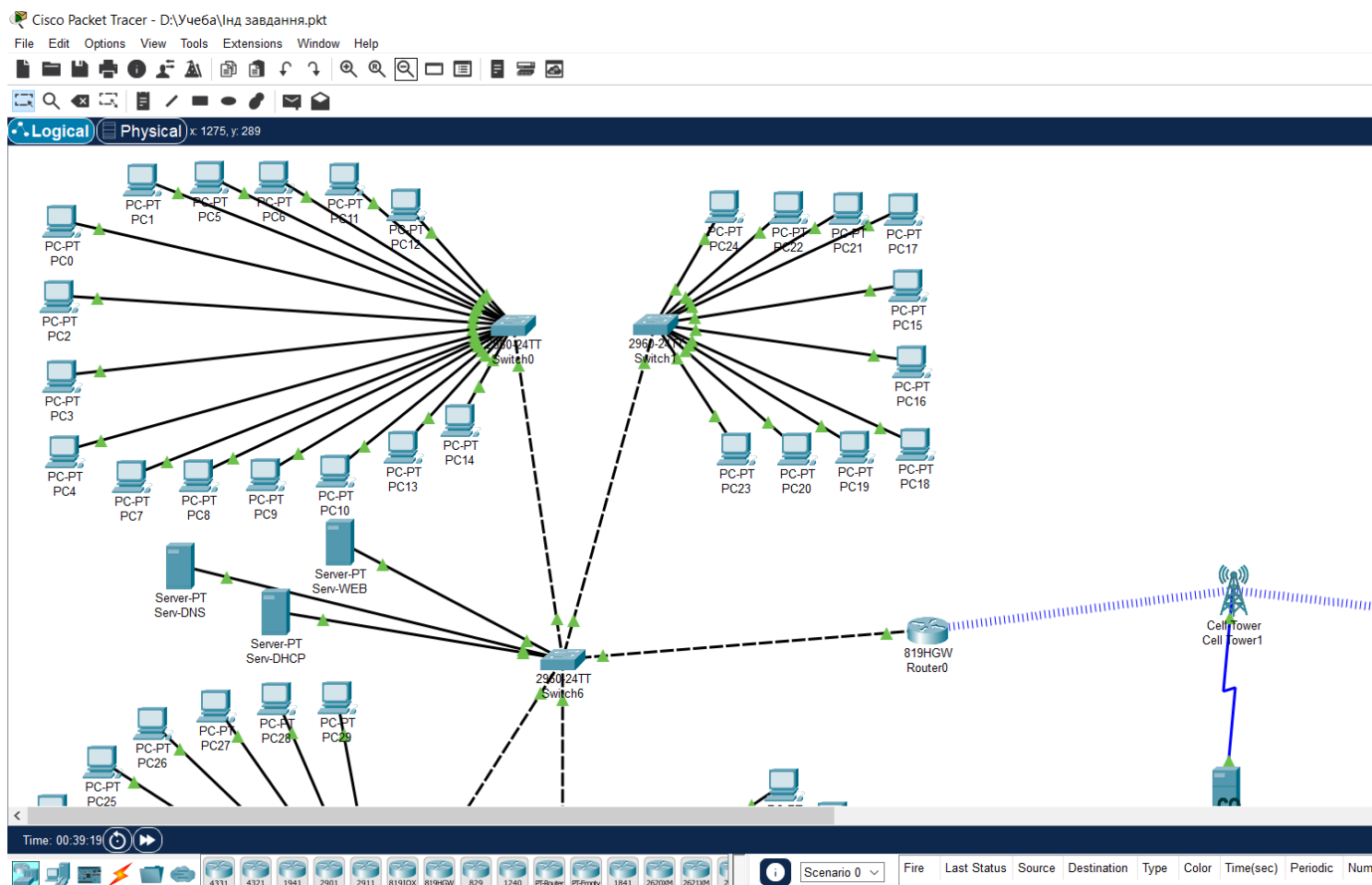
Додаток А

Загальний вигляд мережі



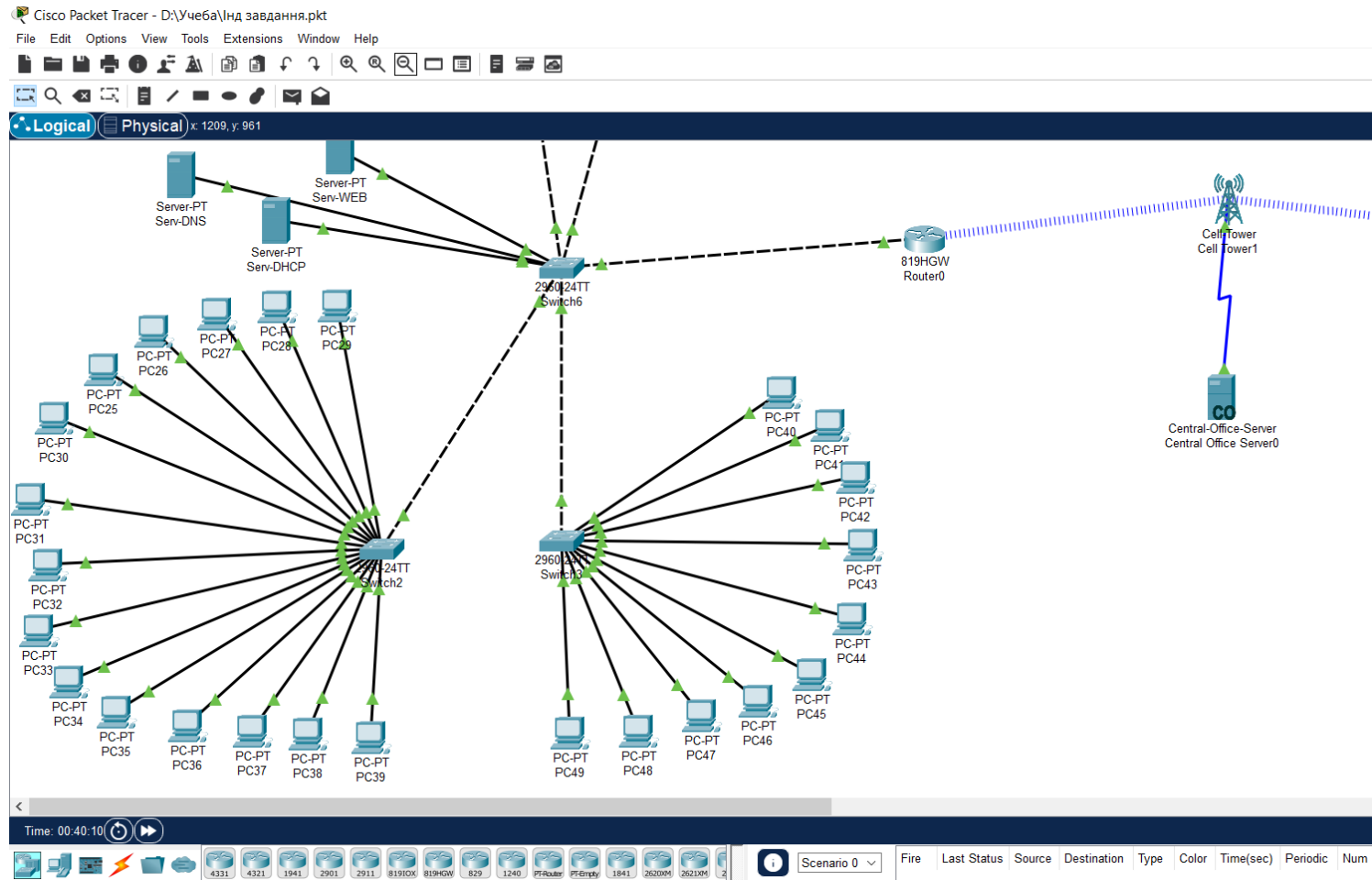
Додаток Б

Детальний вигляд мережі першої будівлі (1)



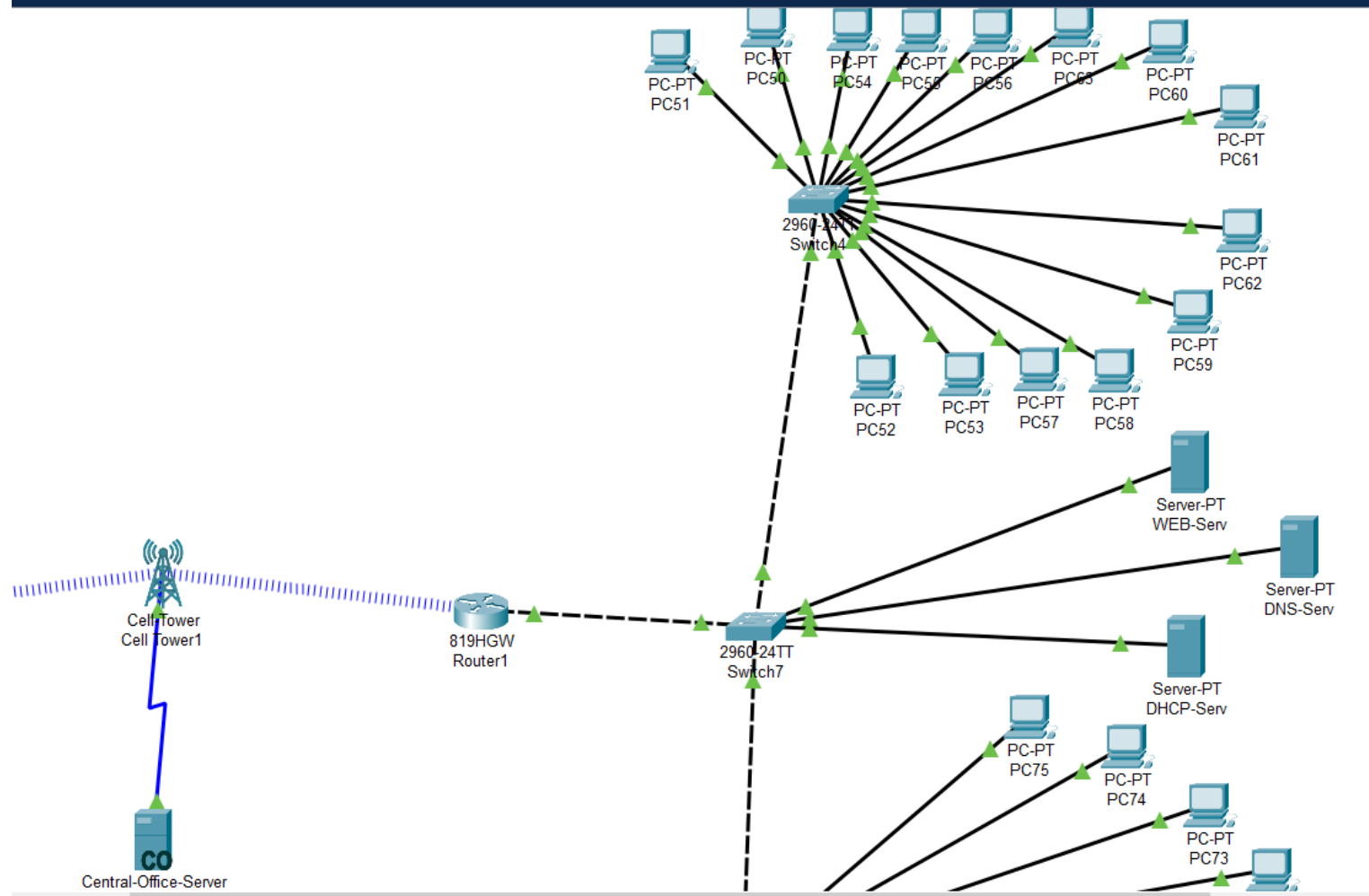
Додаток В

Детальний вигляд мережі першої будівлі (2)



Додаток Г

Детальний вигляд мережі п'ятої будівлі (1)



Додаток Д

Детальний вигляд мережі п'ятої будівлі (2)

