

Хмельницький національний університет
Факультет програмування
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр

Освітній рівень

Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії

Назва теми

КвРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ

Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»

Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»

Назва


Виконав: студент ІІІ курсу, група КІ2с-19-1


Підпис

О.В. Дарійчук

Ініціали, прізвище


Керівник


Підпис, дата

В.В. Яцків

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

С.М. Лисенко

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри комп'ютерної
інженерії та інформаційних
систем


Підпис

Т.О. Говорущенко

Ініціали, прізвище

« 8 » червня 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорущенко

“ 11 ” 01 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Дарійчуку Олександрю Вадимовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії

Керівник проекту (роботи) Яцків В.В., д.т.н., професор

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 05.02.2022 р. № 11

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 07.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

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

Дослідження предметної області та постановка задачі

Вибір, аналіз, розрахунок характеристик та функціонування компонентів мережі

Програмно-апаратна реалізація мережі





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

Структурна схема мережі

Функціональна схема локальної мережі

Карта локальної мережі

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КІСП		
Антиплагиат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КІСП		

7. Дата видачі завдання « 11 » 01 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напряму дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи з керівником	11.01.2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	01.02.2022	виконано
3	Робота над розділом 1 – дослідження предметної області та постановка задачі	01.03.2022	виконано
4	Робота над розділом 2 – вибір, аналіз, розрахунок характеристик та функціонування компонентів мережі	01.04.2022	виконано
5	Робота над розділом 3 – програмно-апаратна реалізація мережі	30.04.2022	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	31.05.2022	виконано
7	Попередній захист ВКР	02.06.2022	виконано
8	Захист ВКР на засіданні ЕК	Червень 2022 року	

Студент


Підпис

О. В. Дарійчук

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)



В.В. Яцків

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії

Автор роботи: Дарійчук Олександр Вадимович

Керівник роботи: Яцків Василь Васильович.

Пояснювальна записка: 64 с., 26 рис., 12 табл., 3 дод., 21 джерел.

Графічна частина: 15 презентаційних слайдів.

ПРОТОКОЛ ІР, ЛОКАЛЬНА МЕРЕЖА, МЕРЕЖА ІРV4, МЕРЕЖА ІТ ФІРМИ

Мета дипломної роботи – розробити локальну комп'ютерну мережу для ІТ-компанії

Об'єкт дослідження – комп'ютерні мережі

Розробка проекту комп'ютерної мережі, було виконання її моделювання, розрахунок та побудова логічної структури, вибір і обґрунтування варіанту топології комп'ютерної мережі, проектування та розрахунок кабельної системи, підбір відповідного обладнання для керування мережею та її обслуговування, яке забезпечуватиме її максимальну продуктивність. В роботі описати всі складові мережі і провести вартісну оцінку мережі. Виконати вибір програмного забезпечення для роботи в офісних програмах, обрати сервер для встановлення, а також антивірусного програмного забезпечення що надасть хороший захист мережі та зможе вберегти від DoS-атака.







Підпис студента

08.06.2022
Дата

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	4
ВСТУП.....	5
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	7
1.1 Аналіз предметної області та її особливостей	7
1.2 Обґрунтування вибору мережевих технологій	14
1.3 Визначення вимог до розробки мережі та розробка технічного завдання	20
1.4 Висновок	21
2 ВИБІР, АНАЛІЗ, РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ МЕРЕЖІ.....	22
2.1 Проектування схем кабельних систем корпоративної КМ.....	22
2.2 Архітектура мережі в будівлі.....	22
2.3 Вибір компонентів мережі	23
2.4 Розрахунок розташування компонентів мережі	31
2.4.1 Розрахункова частина проекту	31
2.4.2 Максимальна продуктивність мережі.....	33
2.4.3 Розрахунок PDV	36
2.4.4 Розрахунок PVV	37
2.4.5 Розрахунок електричних характеристик для розроблюваної мережі	38
2.5 Схема логічної та фізичної адресації в мережі	40
2.7 Висновок	42
3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ.....	44
3.1 Вибір програмного забезпечення	44
3.2 Моделювання мережі.....	49
3.3 Розрахунок вартості мережних апаратних та програмних засобів	56
3.4 Висновок	57
ВИСНОВКИ.....	58

КвРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ									
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів	
Виконав		Дарійчук О. В.						2	64
Перевір.		Яцків							
Н.контр.		Лисенко С.М.							
Затвер.		Говорущенко Т.О.							
						ХНУ, КІ2с-19-1			

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	60
Додаток А Копія креслення «Структурна схема мережі».....	61
Додаток Б Копія креслення «Проект приміщення з прокладеною локальною мережею».....	63
Додаток В Копія креслення «Карта локальної мережі».....	64

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		3

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

GUI – графічний інтерфейс користувача
HTTPS – стандарт шифрування в цілях підвищення безпеки
IPv4 – інтернет стандарт 4-ї версії
IP – інтернет стандарт
RIP – інформаційний стандарт маршрутизації
ILDE – міжпакетний розрив
LAN – локальна мережа
MAC – контроль доступу до носія
NIC – мережа корпусу
OSI – взаємозв'язок відкритої системи
TLS – захист транспортного рівня
TTL – час життя пакету в мережі
UDP – стандарт датаграм користувачів
URL – посилання
WAN – широкопasmутова мережа
АПЗ – антивірусне програмне забезпечення
ЛОМ – локальних обчислювальних мереж
КСЕФ – контрольна стрічка в електронній формі
ОС – операційна система
ПБЖ – пристрій безперебійного живлення
ПЗ – програмне забезпечення
СУБД – система управління базами даних

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

Комп'ютерні мережі та їх технології опрацювання інформації стали основними для побудови сучасних інформаційних систем. Комп'ютер зараз потрібно розглядати не як окремий засіб обробки, а як "вікно" в комп'ютерні мережі та засіб комунікацій з мережевими ресурсами та іншими користувачами мереж.

Однак масового застосування деяких ПК які не взаємозв'язані породжує ряд певних проблем: як зберігати використовувану деяку інформацію, та надати доступ іншим користувачам, як ділитися нею з іншими людьми, як спільно користуватися дорогими портативними (HDD, принтерами, сканерами, модемами) декільком користувачам. Вирішити цю проблему можна за допомогою комп'ютерної мережі у єдину комунікаційну систему.

Комп'ютерні мережі будують з метою організації обмінів інформацією між пристроями, які входять до мережі. Сучасні комп'ютерні локальні мережі, основним з яких є Інтернет мережа що дає змогу нам, не залишаючи власного будинку або робочого місця, отримувати потрібні дані практично у будь-якому місці нашої планети: із будинку, квартири, з урядових підприємств, із фірм та бібліотек та усього світу тощо.

Об'єднання комп'ютерів в одну локальну мережу дає такі три переваги.

По-перше, для користувачів які працюють разом потрібно менше дискового простору ніж кожному, саме тому що вони можуть використати одну копію файлів та ПЗ. Це дозволяє економити в можливості купувати накопичувачі дещо меншої ємкості, також купити лише три принтери на групу користувачів фірми, а не для кожного з них окремо.

По-друге, це частково зменшується вартість обслуговування техніки, у такому випадку можна застосувати ПК та ноутбуки. Якщо використати локальну мережу для використання декількома користувачами, то легко можна централізувати адміністрування інформації на диску. При відсутності комп'ютерної мережі, співробітники потрібно було б використовувати портативні дискові HDD накопичувачі для обміну даними.

					КвРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		5

Третій аргумент пов'язаний з ПЗ, та він є дуже вагомим на користь мережі.

Таким чином, комп'ютери що об'єднані у мережу дають змогу економити кошти. Причому економія на апаратній частині вона складає лише маленьку частину, а основна економією є зменшення витрат робочого часу самим співробітниками фірми.

В даний час в діяльність майже для кожної фірми дуже важливу роль відіграє створення КМ, тому з її допомогою відбувається зв'язок як між співробітниками всередині офісу (організації, приміщення), так та в рамках міжрайонного або навіть міжміського сполучення.

Ефективне управління фірмою неможливе без безперервного відслідковування інформації даних та без оперативної координування роботи всіх співробітників.

За допомогою встановлення серверу в мережі з'являється змога зберігати дані у одному місці без створення створенням копії їх повторно.

Дана робота по створенню є дуже актуальною, тому розроблена в ній мережа може бути реалізована фізично та застосовуватися в роботі ІТ фірми.

Метою даного дипломного проекту є розробка проекту комп'ютерної мережі для ІТ фірми.

У результаті розробленого дипломного проекту повинні отримати локальну мережу для фірми, які мають профіль діяльності – розробка програмного забезпечення.

Також необхідно встановити поштовий сервер та FTP для загального доступу до файлів.

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		6

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Аналіз предметної області її структурних та функціональних особливостей

Мережа, яка проектується, буде базуватися на наступних мережевих архітектурах:

- 1) IEEE 802.3 1000 Base-T;
- 2) IEEE 802.11ac.

Технологія 1000BASE-T [8].

Характеристики кабелів категорії 5 та нормативні обмеження, визначені вище, створюють значну проблему у визначенні фізичного рівня 1000 Мбіт/с.

На щастя, технології цифрового зв'язку, розроблені в останні роки, можна використовувати для розробки надійних приймачів, які здатні забезпечити надійну роботу в кабельному середовищі 5 категорії.

Кабель цієї категорії за визначенням ANSI/TIA/EIA-568-A на даний момент є найпоширенішим кабелем класу даних у США. Нещодавнє дослідження Sage показало, що понад 72% їхньої вибірки мережевих установок повідомили про наявність кабелів категорії 5. 1000BASE-T призначений для забезпечення рішення Gigabit Ethernet для цих застарілих мереж. Відповідно, запит на авторизацію проекту (PAR) для проекту 1000BASE-T спеціально вимагає роботи з чотирма парами 100 Ом збалансованих мідних кабелів категорії 5, як визначено ANSI/TIA/EIA-568-A.

1000BASE-T використовує декілька з цих методів для перетворення бажаної швидкості передачі даних у прийнятну швидкість передачі даних (сигналізаційні події в секунду) для роботи через 4-парні кабелі категорії 5. «Т» означає що це є кабель витої пари, його топологія 1000BASE-T через виту пару вона показана на рисунку 1.1.

1000BASE-T (також відомий як IEEE 802.3ab) є стандартом для Gigabit Ethernet через мідний дріт.

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		7

Кожен сегмент мережі 1000BASE-T може мати максимальну довжину 100 метрів та повинен використовувати кабель категорії 5 або краще (Cat 5e та Cat 6).

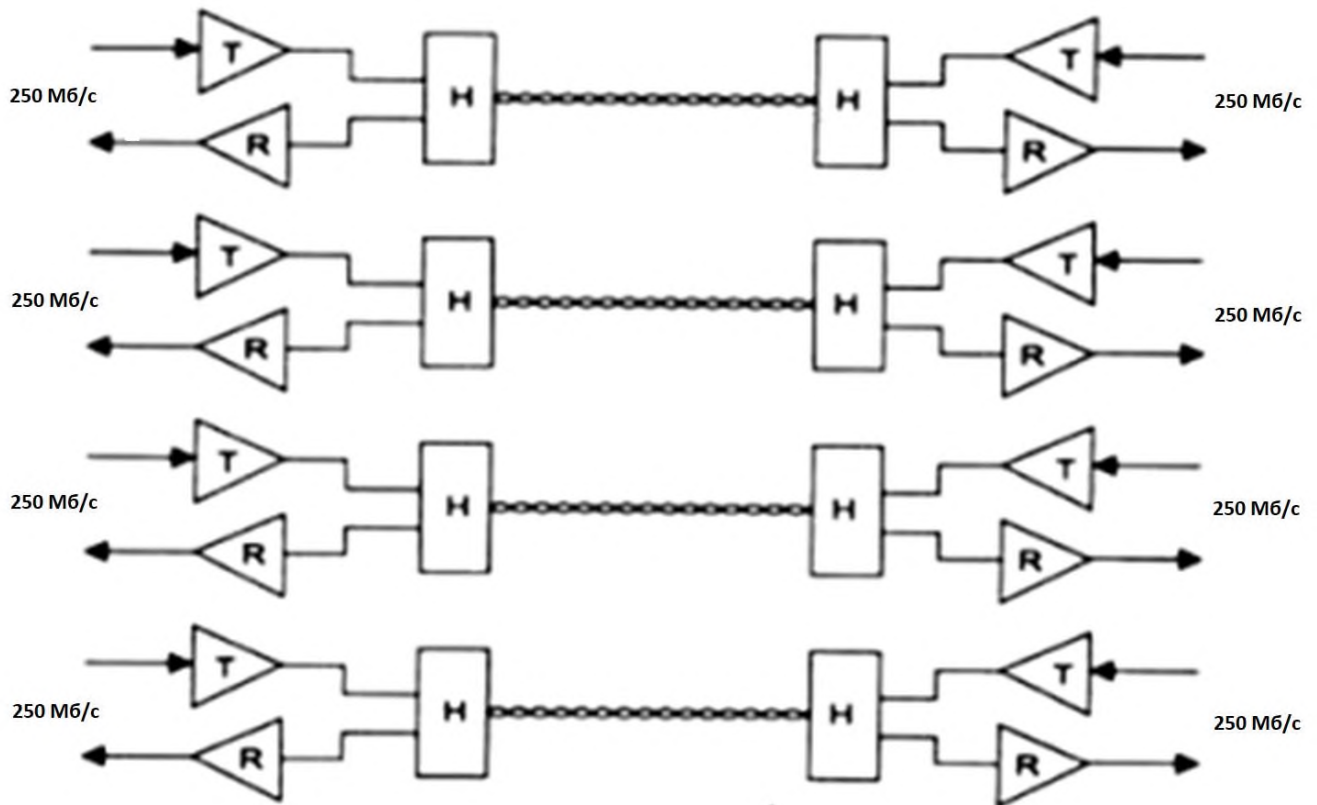


Рисунок 1.1 – Топологія 1000BASE-T через виту пару

З моменту запуску національної специфікації технології пристроїв комутацій Gigabit Ethernet, застосування технології Gigabit Ethernet швидко розвивалося. З наступних причин 1000BASE-T, що досягає Gigabit Ethernet через кручені пари категорії 5 (кат.5), стає одним з найкращих виборів для мережевих менеджерів.

По-перше, він відповідає зростаючому попиту на більш високу пропускну здатність.

По-друге, щодня з'являються нові програми, в той час як кількість перемикачів краю збільшується. Gigabit Ethernet може захистити існуючі пристрої компанії, такі як Ethernet і Fast Ethernet.

По-третє, це може забезпечити простий, ефективний і недорогий підхід до модернізації, в той же час він дозволить їм використовувати існуючі заводи з виробництва мідних кабелів, а вартість входу для мідних рішень традиційно була нижчою, ніж рішення на основі волокон. Крім того, перекошу затримки, який є

різницею між найповільнішою та найшвидшою парами в кабелі, стає все більш важливим із збільшенням швидкості передачі даних.

У роботі виконано короткий опис цього стандарту, зупинимося на ключових змінах та можливостях порівняно з попереднім стандартом Wi-Fi 4 (IEEE 802.11n).

Технологія IEEE 802.11ac. IEEE 802.11ac – стандарт бездротових локальних мереж Wi-Fi, який працює в діапазоні частот 5 ГГц. Отримав назву Wi-Fi 5. Назад сумісний з IEEE 802.11n та IEEE 802.11a; пристрої цього стандарту зазвичай також реалізують стандарт 802.11n в діапазоні 2,4 ГГц. Фінальна версія специфікації IEEE 802.11ac була прийнята у січні 2014 року. Переваги та основні можливості цієї технології:

- робота бездротового зв'язку трафіку відбувається лише у діапазоні частот 5 ГГц;
- збільшення продуктивності та швидкості бездротової мережі передачі даних (стандарт 802.11ac іноді називають VHT – Very High Throughput; дуже висока пропускна спроможність);
- збільшення ширини каналів;
- збільшення кількості просторових потоків;
- використання нової та більш ефективної модуляції сигналу;
- використання технології розрахованого на багато користувачів MIMO (Multi-User MIMO).

Стандарт бездротових мереж 802.11ac використовує лише діапазон частот 5 ГГц (стандарт 802.11n працює у діапазонах 2,4 та 5 ГГц) [2].

Через велику кількість пристроїв, які працюють у діапазоні 2,4 ГГц, сигнал у діапазоні 5 ГГц менше схильний до різних перешкод. Використання діапазону 5 ГГц забезпечує більш вільний радіоефір, також він може призводити до підвищення стабільності та швидкості з'єднання.

Значне збільшення швидкості передачі даних. Гігабітна швидкість на Wi-Fi. Раніше про це можна було тільки мріяти, але схоже, мрії стають реальністю. Стандарт 802.11ac заявляє про максимальну теоретичну швидкість підключення до 7 Гбіт/с. Пристроїв, з підтримкою такої швидкості, поки що немає (теоретично це має бути точка доступу або маршрутизатор з вісьмома антенами), але у вільному

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
						9
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

продажу вже зараз можна зустріти пристрої зі швидкістю передачі даних до 1,3 Гбіт/с.

Домогтися суттєвого збільшення швидкості передачі вдалося досягти за рахунок збільшення самої ширини каналу лише до 80 МГц, а збільшення загального к-во просторових потоків та підтримки нової модуляції 256-QAM(рис. 1.2).

	802.11ac Wave1	802.11ac Wave2	802.11ac (IEEE)
MIMO	Single User(SU)	Multi User(MU)	Multi User(MU)
Channel width	20, 40, 80 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz	20, 40, 80, 80+80, 160 MHz
Spatial streams	3	4	8
PHY rate	1.3 Gbps	3.47 Gbps	6.9 Gbps
MAC throughput	845 Mbps	2.26 Gbps	4.49 Gbps

Рисунок 1.2 – Характеристики технології IEEE 802.11ac

Ширина каналу була збільшена до 80 МГц [12]. Відповідно до стандарту 802.11ac, ширина бездротового каналу для передачі сигналу була збільшена до 80 МГц (опціонально* розширення ширини каналу можливе до 160 МГц).

Дворазове збільшення ширини каналу (порівняно зі стандартом 802.11n, який використовує ширину каналу до 40 МГц) призводить до підвищення швидкості передачі даних та поліпшення пропускнуої спроможності.

Збільшено кількість просторових потоків.

Попередній стандарт 802.11n передбачає можливість використання до 4 просторових потоків, а в 802.11ac їхня кількість була збільшена до 8.

Коли одночасно з різних антен відбувається передача радіосигналу, щоб уникнути колізій, передача повинна здійснюватися через окремі просторові потоки (Spatial Streams).

Технологія MIMO (Multiple-InputMultiple-Output, "Кілька входів, кілька виходів") забезпечує одночасний прийом/передачу кількох потоків даних через

кілька антен. Чим більше просторових потоків, тим більше потрібний антен для їх передачі та прийому.

Чим більше пристрій використовує антен для одночасної роботи передачі/приймання, тим вище максимальна швидкість передачі даних технологію одночасного прийому/передачі подано на рисунку 1.3.

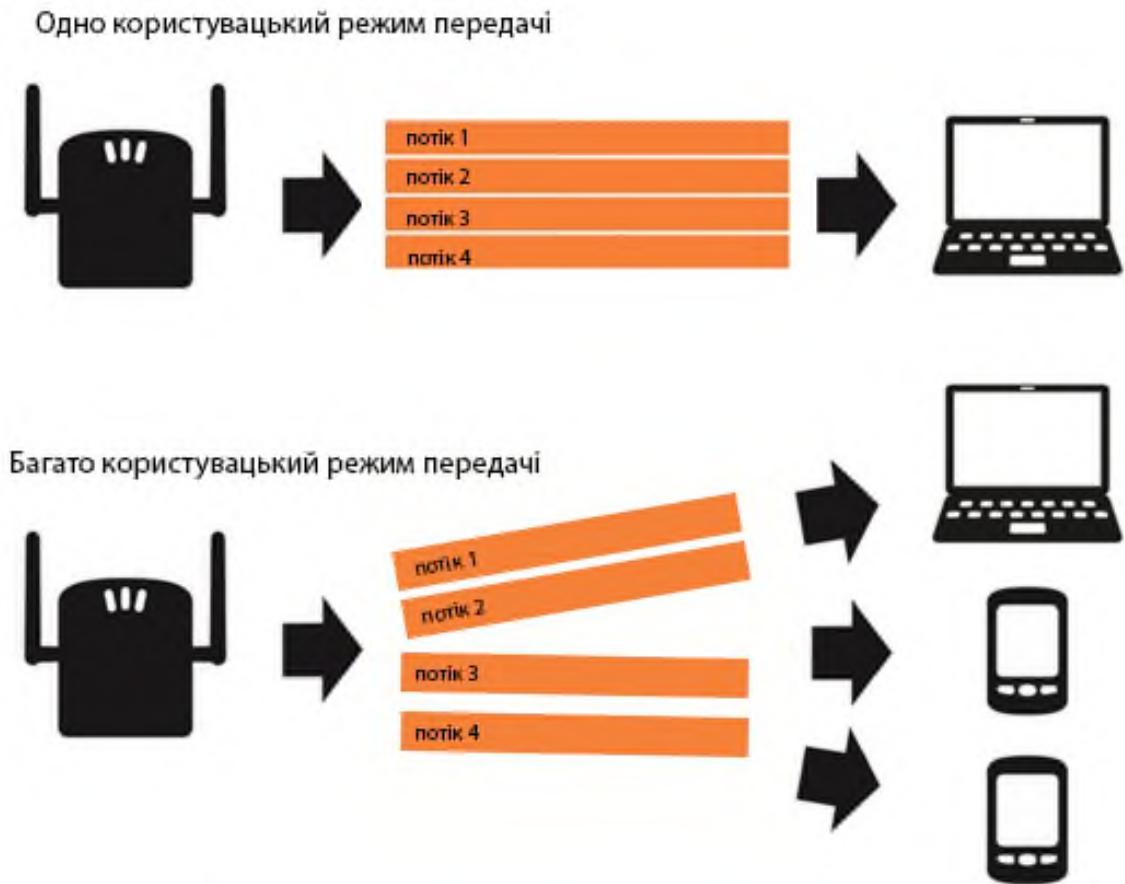


Рисунок 1.3 - Технологія одночасного прийому/передачі MIMO

Підтримка нової модуляції високої щільності 256-QAM Застосування в стандарті 802.11ac нової та більш продуктивної системи модуляції сигналу 256-QAM забезпечує приріст пропускної спроможності бездротової мережі.

Нижче наведено таблиця 1.1 максимальних швидкостей передачі даних (DataRate) стандарту 802.11ac, залежно від різних параметрів: тип модуляції (Modulation), швидкість кодування (CodingRatio), кількість просторових потоків (SpatialStream), ширина каналу (20/40/80) /160-MHz).

Таблиця 1.1 – Максимальні швидкості передачі даних

Індекс MCS	Просторові потоки	Тип модуляції	Швидкість кодування	Швидкість передачі даних (у Мбіт/с)			
				80 MHz канал		160 MHz канал	
				800 нс GI	400 нс GI	800 нс GI	400 нс GI
0	1	BPSK	1/2	29.3	32.5	58.5	65
1	1	QPSK	1/2	58.5	65	117	130
2	1	QPSK	3/4	87.8	97.5	175.5	195
3	1	16-QAM	1/2	117	130	234	260
4	1	16-QAM	3/4	175.5	195	351	390
5	1	64-QAM	2/3	234	260	468	520
8	2	256-QAM	3/4	702	780	1404	1560
9	2	256-QAM	5 6	780	866.7	1560	1733.4
0	3	BPSK	1/2	87.8	97.5	175.5	195
1	3	QPSK	1/2	175.5	195	351	390
2	3	QPSK	3/4	263.3	292.5	526.5	585
3	3	16-QAM	1/2	351	390	702	780
6	1	64-QAM	3/4	263.3	292.5	526.5	585
7	1	64-QAM	S'6	292.5	325	585	650
8	1	256-QAM	3/4	351	390	702	780
9	1	256-QAM	S'6	390	433.3	780	866.7
0	2	BPSK	1/2	58.5	65	117	130
1	2	QPSK	1/2	117	130	234	260
2	2	QPSK	3/4	175.5	195	351	390
3	2	16-QAM	1/2	234	260	468	520
4	2	16-QAM	3/4	351	390	702	780
5	2	64-QAM	2 3	468	520	936	1040
6	2	64-QAM	3/4	526.5	585	1053	1170

Модуляція 256-QAM у порівнянні з 64-QAM (на стандарті 802.11n) значно (приблизно до 25%) збільшує швидкість передачі даних.

Тепер, знаючи ширину каналу, кількість просторових потоків та тип модуляції, використовуваний пристроєм, можна дізнатися максимально можливу теоретичну швидкість передачі даних у кожному конкретному випадку.

У цьому типі топології мережі всі вузли окремо підключаються до одного загального концентратора. Станції передачі підключені до центрального вузла таким чином, якщо конструкція нагадує форму зірки. Конструкція з топологією зірки нагадує велосипедне колесо зі спицями, які виходять від центру. У такому випадку обмін даними може відбуватися лише опосередковано через загальний вузол, до якого підключені всі інші вузли.

Топологія зірки також має свої позитивні та негативні сторони, які необхідно враховувати при оцінці доцільності налаштування. Незважаючи на те, сама ізоляція пристроїв є його тріумфальною карткою — більшість його переваг зосереджені саме на цьому аспекті, його залежність від центрального концентратора, безумовно, викликає занепокоєння [12]. При її використанні можна отримати такі переваги:

- встановити та керувати топологією мережі «зірка» дуже легко, оскільки це найпростіша з усіх, яка стосується функціональності;
- усунути неполадки цього типу мережі легко, оскільки всі комп'ютери залежать від центрального концентратора, яка завжди означає, що будь-яка проблема залишає мережу непрацездатною, можна простежити до центрального концентратора;
- у топології мережі «зірка» пакети даних не повинні пробиватися через різні вузли. Той факт, що немає зіткнень даних, додає його продуктивності, завдяки чому передача даних значно швидка;
- пакети даних проходять лише через три різні точки, гарантує безпеку даних;
- оскільки вузли не з'єднані один з одним, будь-яка проблема в одному конкретному вузлі не заважає роботі інших вузлів мережі;

- у цій топології мережі легко додати нові машини або замінити старі, оскільки для того, щоб сприяти тому, не потрібно руйнувати всю мережу.

Недоліками використання такої мережі будуть:

- основна проблема з топологією мережі «зірка» складається в тому, що вона дуже сильно може залежати від функціонування центрального концентратора;
- розмір мережі залежить від кількості підключень до концентратора. Зі збільшенням кількості з'єднань збільшується розмір, а отже, та інфраструктура;
- якщо ви виберете топологію «зірка», вам знадобиться більше кабелю, ніж у випадку, якщо ви виберете топологію лінійної шини. Отже, витрати, понесені на перший, також будуть відносно високими;
- продуктивність цієї всієї мережі безпосередньо залежить від загальної продуктивності комутатора. Якщо сервер працює повільно, це призведе до сповільнення всієї мережі;
- один із вузлів використовує значну частину можливостей обробки центрального концентратора, це відбивається на продуктивності інших вузлів;
- центральний концентратор зламано, це зробить всю мережу вразливою.

1.2 Обґрунтування вибору мережевих технологій

Еталонна модель OSI (стандарт визначення за винятком фізичного середовища) показана на таблиця 1.2. Ця модель була взята на розробку Міжнародною організацією із стандартизації згідно за стандартом «Стандарт визначення Міжнародна організація по стандартизації» і є першим кроком до міжнародної стандартизації протоколів [18], що використовуються в різних рівнях моделі. Називають цю структуру еталонною моделлю взаємодії відкритих систем, оскільки вона з'єднує відкриті системи з іншими системами.

Розбиття сукупності (стеку) мережевих протоколів за рівнями пов'язане зі спробою уніфікації апаратного та програмного забезпечення. Формати даних на заданому рівні моделі для відправника та одержувача мають бути ідентичними.

Ця модель містить у собі дві різні моделі:

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		14

- горизонтальну модель що створена на базі протоколів, які забезпечують механізми взаємодії програм та процесів на різних ПК;
- вертикальну модель яка побудована на основі послуги, що забезпечувалася сусіднім рівнями.

Таблиця 1.2 – Еталонна модель OSI Модель має сім рівнів.

Дані	7 прикладний (application)	Доступ до мережевої служби
	6 представлень (presentation)	Представлення та кодування даних
	5 сеансовий (session)	Управління сеансами зв'язку
Сегменти	4 транспортний (transport)	Забезпечення прямого зв'язку між кінцевими пунктами
Пакети	3 мережевий (network)	Визначення маршруту та логічна адресація
Кадри	2 каналний (datalink)	Фізична адресація
Біти	1 фізичний (physical)	Робота з сигналами двійковими даними та середовищем передачі

У горизонтальній моделі дві програми яким потрібен загальний стандарт обміну даними. У вертикальній – сусідні рівні виконують обмін даними з застосуванням інтерфейсів API.

Механічні та електричні/оптичні особливості самого середовища для передачі визначаються фізично:

- тип кабелю та роз'єму;
- розведення контакту у роз'ємах;
- схеми кодування сигналу для значень 0 та 1.

До найбільш поширених варіантів фізичного рівня відносяться:

- EIA-RS-232-C, ССІТТ V.24/V.28 – електричні/механічні характеристики збалансованого певного інтерфейсу;

- EIA-RS-422/449, CCITT V.10 – електроні та оптичні характеристики відбалансованого інтерфейсу;
- IEEE 802.3 - Ethernet;
- IEEE 802.5 - Tokenring.

Рівень 2, каналний. Канальний рівень виконує, прийом і передачу кадрів з даними. Він рівень обслуговує запити мережевого рівня та використовує сервіс додатково фізичний рівень для приймання та передачі пакетів. Специфікації IEEE 802.x поділяють каналний рівень на два рівні: управління логічного каналу (LLC) і управління доступом до середовища (MAC). LLC забезпечує обслуговування мережевого рівня, а підрівень MAC регулює доступ до фізичного середовища.

Найбільш часто використовувани на рівні 2 протоколи включають:

- HDLC для послідовних з'єднань;
- IEEE 802.2 LLC забезпечують MAC для середовищ 802.x%;
- Ethernet;
- Tokenring;
- FDDI;
- X.25.

Рівень 3, мережевий. Мережевий рівень працює по розподілу користувачів на певні групи. На цьому рівні відбувається деяка маршрутизація пакетів на основі перетворення MAC-адресів у мережеві адреси. Мережевий рівень забезпечує просту передачу пакетів на транспортний рівень.

Найчастіше на мережевому рівні застосовують такі протоколи:

- IP-протокол Internet;
- IXX – протокол між мережевого обміну;
- X.25 (частково цей протокол є лише на другому рівні);
- CLNP – мережевий протокол без організації з'єднань.

Рівень 4, транспортний. Транспортний рівень поділяє потоки інформації на досить малі фрагменти (пакети) передачу їх у мережевий рівень.

Найбільш поширений протокол транспортного рівня використовує:

- TCP – протокол керування передачею;
- NCP – Netware Core Protocol;

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
						16
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- SPX – впорядкований обмін пакетами;
- TP4 – протокол передачі класу 4.

Рівень 5, сеансів. Сеансовий рівень організовує обмін даними між кінцевими користувачами. Цей рівень зазвичай є складовою частиною функцій трьох верхніх рівнів описаної моделі. При цьому є різні сервіси, серед них управління діалогів, управління маркерів і синхронізація.

Рівень 6, представлення. Рівень представлення працює за можливість діалогу між програмами на різних ПК. Цей рівень виконує зміни даних (кодуває, компресує тощо) прикладного рівня потоку інформацію для транспортного рівня. Протоколи рівня подання зазвичай є складовим частиною функцій трьох верхніх рівнів цієї моделі.

Рівень 7, прикладний. Цей рівень відповідає за доступ програм до мережі. Завданнями цього рівня є перенесення деяких файлів, обмін поштовими повідомленнями та управління мережею.

До найбільш поширених протоколів верхніх рівнів відносяться:

- FTP - протокол збереження файлів;
- TFTP - спрощений протокол для перенесення файлів;
- X.400 - відповідає за електронну пошту;
- Telnet;
- SMTP – простий протокол що здійснює поштовий обмін;
- SNMP – протокол управління інформацією;
- SNMP – звичайний протокол управління мережею;
- NFS – мережева файлова система;
- FTAM – метод доступу що здійснює перенесення файлів.

Модель TCP/IP – мережна модель передачі даних, представлених у цифровому вигляді. Модель визначає способи передачі від певного джерела інформації до кінцевого одержувача. Її особливості:

- була розроблена до моделі OSI;
- не зовсім схожа на модель OSI;
- складається з п'яти рівнів: прикладного, транспортного, мережевого, канального та фізичного рівня;

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		17

- перші чотири рівні забезпечують фізичні стандарти, мережевий інтерфейс, роботу в мережі та транспортні функції, які відповідають першим чотирьом рівням моделі OSI, та ці чотири рівні представлені в моделі TCP/IP одним рівнем, який називається прикладним рівнем.

TCP/IP – це ієрархічний стандарт, що складається з інтерактивних модулів, та кожен з них забезпечує функціональність, її функції показано на рисунку 1.5.

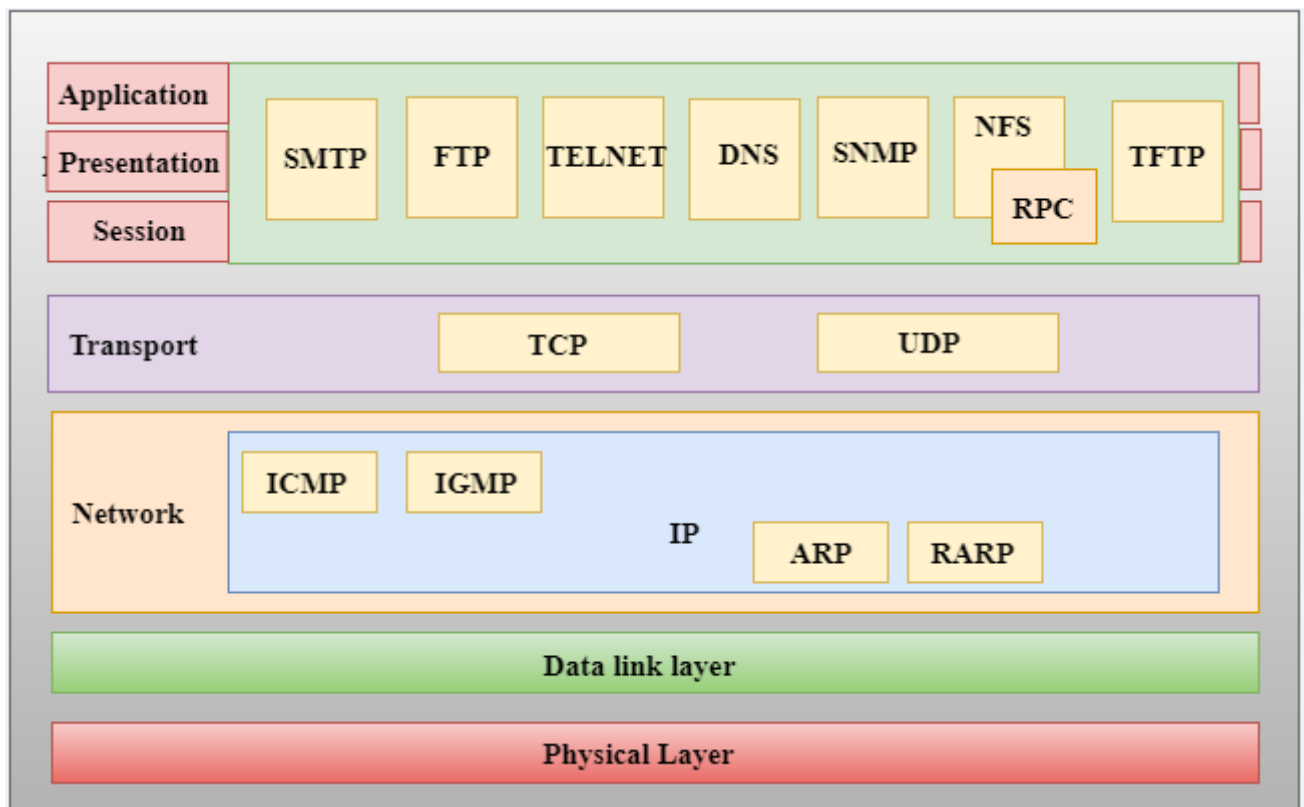


Рисунок 1.5 – Функції рівнів TCP/IP

Рівень доступу до мережі:

- найнижчий рівень моделі TCP/IP;
- комбінація фізичного рівня та канального рівня, визначених у еталонній моделі OSI;
- він визначає, яким чином дані повинні надсилатися фізично через мережу;
- цей рівень в основному відповідає за передачу даних між двома пристроями в одній мережі;

- функції, які виконує цей рівень, полягають у інкапсуляції IP-дейтаграми у кадри, що передаються мережею, та відображення IP-адрес у фізичні адреси.

Протоколи, які використовуються цим рівнем: Ethernet, Token ring, FDDI, X.25, Frame Relay. Інтернет-рівень є другий рівень моделі TCP/IP. Інтернет-рівень також відомий як мережевий рівень. Основна відповідальність рівня Інтернету полягає в тому, щоб відправити пакети з будь-якої мережі, та вони прибувають до місця призначення незалежно від маршруту, яким вони йдуть.

Протоколи, які використовуються на цьому рівні:

- стандарт IP: на цьому рівні використовується стандарт IP, та він є найважливішою частиною всього пакету TCP/IP;

- IP-адресація: цей стандарт реалізує логічні адреси хостів, відомі як IP-адреси. IP-адреси використовуються Інтернетом та вищими рівнями для ідентифікації пристрою та забезпечення маршрутизації мережі;

- зв'язок між хостом: він визначає шлях, через який дані мають передаватися;

- інкапсуляція та форматування даних: IP-стандарт приймає дані з протоколу транспортного рівня. Стандарт IP гарантує, що дані надсилаються та отримані безпечно, він інкапсулює дані в повідомлення, відоме як IP-дейтаграма;

- фрагментація та повторна збірка . Обмеження, накладене на розмір IP-дейтаграми протоколом каналного рівня, відоме як максимальна одиниця передачі (MTU). Якщо розмір IP-дейтаграми більше, ніж одиниця MTU, то стандарт IP розбиває дейтаграму на менші блоки, щоб вони могли переміщатися по локальній мережі. Фрагментація може бути здійснена відправником або проміжним маршрутизатором. На стороні приймача всі фрагменти знову збираються, щоб утворити оригінальне повідомлення;

- маршрутизація: коли IP-датаграма надсилається через ту саму локальну мережу, як LAN, MAN, WAN, вона відома як пряма доставка. Коли джерело та призначення знаходяться в віддаленій мережі, IP – дейтаграма надсилається опосередковано. Це можна досягти шляхом маршрутизації IP-дейтаграми через різні пристрої, такі як маршрутизатори;

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		19

- стандарт ARP – це стандарт мережевого рівня, який використовується для пошуку фізичної адреси за IP-адресою.

Стандарт ICMP – механізм, який використовується хостами або маршрутизаторами для відправки сповіщень про помилки назад до відправника.

Датаграма рухається від маршрутизатора до маршрутизатора, поки не досягне місця призначення. Якщо маршрутизатор не може маршрутизувати дані через якісь незвичайні умови, такі як вимкнені зв'язки, пристрій загоряється або перевантаженість мережі, стандарт ICMP використовується для інформування відправника про те, що датаграму неможливо доставити.

Стандарт ICMP в основному використовує два терміни:

- ICMP Test: ICMP Test використовується, щоб перевірити, чи доступний пункт призначення чи ні;
- ICMP Reply: ICMP Reply використовується, щоб перевірити, чи відповідає пристрій призначення чи ні.

Основна відповідальність протоколу ICMP – повідомляти про проблеми, а не виправляти їх. Відповідальність за виправлення несе відправник. ICMP може надсилати повідомлення лише до джерела, але не до проміжних маршрутизаторів, оскільки IP - датаграма містить адреси джерела та призначення, але не маршрутизатора, якому вона передається.

1.3 Визначення вимог до розробки мережі та розробка технічного завдання

Потрібно створити проект комп'ютерної мережі яка забезпечить діяльність IT компанії. Кількість стаціонарних персональних робочих місць має становити 20 одиниць, окрім того ще потрібно 12 портативних ноутбуків [5]. Також необхідно забезпечити безпроводним зв'язком Wi-Fi, як самих співробітників підприємства так та клієнтів під час відвідування фірми або на час проведення презентацій. Потрібно декілька принтерів для тестування та друку різних документів.

Базові вимоги:

- мережева технологія за якою розроблена мережа є ISO/EC 11801;
- топологія "зірка", що допускає додаткові з'єднання розподільних пунктів

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		20

- одного рівня;
- швидкість передачі інформації не менше 100 Мбіт/с;
- автономна робота фірми у випадку відсутності мережі;
- стабільний та швидкий безпроводний зв'язок Wi-Fi;
- створення поштового сервера та FTP для централізованого збереження файлів;

Підтримка фізичних носіїв інформації наступних типів:

- застосування кабелів "вита пара" категорії Cat 5e для побудови кабельної системної мережі;
- централізоване управління з активним мережевим обладнанням;
- можливість подальшого нарощення пристроїв та їх підключення до відомчої (корпоративної) мережі обміну даними з мінімальними додатковими витратами.

1.4 Висновок

В процесі виконання цього розділу обґрунтовано варіант топології комп'ютерної мережі який можна застосувати, було обрано та показано технології які будуть використані при розробці локальної мережі для ІТ фірми, описано деякі переваги та недоліки мережі. Було визначено точні вимоги до розробки локальної мережі яка буде спроектована в дипломному проекті та описана у технічному завданні.

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		21

2 ВИБІР, АНАЛІЗ, РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ МЕРЕЖІ

2.1 Проектування схем кабельних систем корпоративної КМ

Прокладення кабелю потрібно виконувати вздовж стін від кожного комп'ютера до свіча через кабель канал. Оскільки на даній фірмі є незначна кількість ПК, тому буде застосовано лише один 24 портовий свіч. При прокладенні кабелю буде обраний мінімальний маршрут до робочих станції.

Підрахунок протяжності кожного сегменту в мережі здійснюватиметься за допомогою програми Компас 3D 12 оскільки в ній легко та зручно це робити з реальними розмірами приміщення, тому саме вона гарантує розрахунки з високою точністю та відповідність усієї протяжності мережі по приміщенню(див. додаток В).

Отже, загальна довжина кабелю становить 600 м., однак варто враховувати ще запас кабелю (близько 20% від загальної довжини кабелю). В щзагальному для прокладання локльної мережі на підприємстві потрібно близько 700 м. кабелю Cat 5 категорії.

2.2 Архітектура побудови мережі у будівлі

Згідно технічного завдання потрібно побудувати комп'ютерну мережу для роботи 20 комп'ютерів [8].

Буде розміщено один свіч до якого буде під'єднано ПК даного приміщення за допомогою швидкої технології Fast Ethernet 1000Base-T, а комутатор та маршрутизатори буде з'єднано за допомогою технології Gigabit Ethernet 1000BASE-T, за цією ж технологією буде з'єднані між собою і маршрутизатори.

Згідно завдання потрібно забезпечити фірму безпроводним зв'язком Wi-Fi який дозволить розгорнути локальну мережу без прокладання витої пари для співробітників фірми. Розмістити його потрібно так щоб у будь якому місці не було проблем з сигналом. Він має підтримувати різні стандарти та можливість

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

створювати декілька точок доступу. Потужність радіо модуля має складати 15 - 20 дБм тоді він прокриватиме сигналом все приміщення.

Принтери обов'язково мають бути безпроводні для цього не потрібно виділяти окремого ПК що здійснювати управління принтерами і він може розташовуватися так щоб було зручно для друку документів.

Здійснивши аналіз вихідних даних до проекту я розподілив комп'ютери між декількома кабінетами.

Габаритні розміри підприємства становлять 65×40 м. Висота стелі становить 3 м. Загальна товщина між стінами становить 0.4 м.

В якості кабелю для з'єднання буде використаний кабель екранована вита пара 5-ї категорії.

Кабель зазвичай складається з чотирьох витих пар. Провідники в парах можуть бути виготовлені з монолітного мідного дроту завтовшки 0,6 – 0,75 мм. Товщина ізоляції – близько 0,2 мм, матеріал зазвичай використовують полівінілхлорид, для якісних зразків для 5 категорій – поліпропілен (PP), поліетилен (PE).

1000Base-T визначає свої засоби передачі як Cat.5 UTP. Існують інші стандарти 1000Base-T. ANSI/EIA/TIA-568-A(1995) визначає продуктивність чотирьох пар кат.5. TIA/EIA-TSB-95 визначає інші параметри продуктивності (наприклад, втрату повернення та ELFEXT).

Розділи 6, 8 і 9 стандарту ISO/IEC 11801 також мають стандартизовані втрати FEXT (ELFEXT) і зворотні втрати для 1000Base-T. Такі стандарти, як EN50082-1 і IEC 1000-4-3 (IEC 801-3 рівень 2), визначають необхідний допуск до джерела безперервної хвилі 3 В/м вище 27 МГц. Якихось додаткових каналів в підлозі, які могли б бути використані для прокладення кабелю, схемою будівництва не передбачено.

2.3 Вибір компонентів мережі

Апаратне забезпечення для локальної мережі потрібно обирати у відповідності до вимог, що ставлять перед роботою даної локальної мережі [10].

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		23

Зовнішній вигляд самого ПК показано на рисунку 2.1. А його технічні характеристики представлені у таблиці 2.1. Для відділу розробки програмного забезпечення потрібні потужні стаціонарні комп'ютери їх переваги:

- будь-яка звичайна клавіатура стаціонарного комп'ютера є зручніша за клавіатуру ноутбука;
- монітор з великим екраном;
- широкі можливості для модернізації;
- більша продуктивність чи ноутбуків.



Рисунок 2.1 – Комп'ютер ALMATECH XR318

Таблиця 2.1 – Характеристики комп'ютера ALMATECH XR318

Тип процесора	Intel Core i7 10700F
Оперативна пам'ять	16GB DDR4 3200MHz
Відеоадаптер	GeForce GT710
HDD	HDD 1 ТБ + SSD 480 ГБ
Корпус	Вага: 6 кг Енергоспоживання: 250Вт Розміри: 400 x 457 x 205 мм

Роз'єми	4 x USB 3.2 Gen1, 1 x RJ-45 LAN, 4 x USB 2.0, 2 x PS/2, 2 x DVI-D, 2 x HDMI, 1 x DisplayPort, 3 x Audio
---------	---



Рисунок 2.2 – Монітор Lenovo Think Vision 25

Ще одна частина ІТ відділу має необхідність у ноутбуках. Зовнішній вигляд ноутбука зображено на рисунку 2.3. Характеристики подано у таблиці 2.2. їх переваги:

- компактність на столі стоїть лише один пристрій, ні монітора, ні клавіатури, ні миші, ні колонок, під столом немає дротів;
- легкість при транспортуванні - взяв та пішов куди треба;
- безперебійна робота - акумуляторна батарея ноутбука може витримати 5-6 години роботи;
- ноутбук займає мало місця та не потребує постійного комп'ютерного столу.



Рисунок 2.3 – Ноутбук ASUS VivoBook S14 M433UA

Таблиця 2.2 – Характеристики ноутбука ASUS VivoBook S14 M433UA

Тип процесора	Intel Core i5 10500
Оперативна пам'ять	8GB DDR4 2400MHz
Відеоадаптер	IntelGraphics
HDD	SSD 480 ГБ
Бездротовий зв'язок	Bluetooth 5.0; Wi-Fi 6
Корпус	Вага: 1.4 кг Енергоспоживання: 5-10 Вт Акумулятор: 3-комірковий, 50 Вт*г Розміри: 360 x 285 x 16 мм
Роз'єми	1 x USB 3.2 Type-A Gen1 / 1 x USB 3.2 Type-C Gen1 / 2 x USB 2.0 / HDMI Комбінований аудіороз'єм для навушників/мікрофона Картридер Micro SD

Для встановлення поштового та файлового сервера необхідно створити різні права доступу до будь-яких файлів та зробити так, щоб персоналу було зручно та легко з ними працювати.

Зовнішній вигляд сервера HP ProLiant DL380 зображено на рисунку 2.4. Характеристики подано у таблиці 2.3.

Завдання, які має виконувати файловий сервер FTP:

- визначення для кожного працівника (або команди працівників) максимального обсягу сховища, яким він може розпоряджатися на власний розсуд;
- створення окремих каталогів для різних груп користувачів. Для кожного з них необхідно встановити дозволи;
- поділ прав доступу до запису та читання даних;
- обмеження можливостей завантаження та копіювання файлів.



Рисунок 2.4 – Сервер HP ProLiant DL380

Таблиця 2.3 – Характеристики Сервера HP ProLiant DL380

Тип процесора	2 шт x E5-2630L v3 1.80-2.90 GHz, 8-Core, 20MB, 55W, 1866
Оперативна пам'ять	32 GB (4 X 8 GB) DDR4
Відеоадаптер	Intel Graphics
HDD	8*8TB +8*512 GB SSD
Корпус	Вага:7,5 кг Енергоспоживання 30-600Вт Розміри: 436 (413) x 740 (760) x 88мм Кількість комірок для HDD: 8 Кількість комірок для SSD: 4 Блок живлення 500 Вт
Роз'єми	1 DVI-I 2 USB 2.0, 2 USB 3.0, 4 RJ45

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ

Арк.

27

Для друку документів потрібно 3 бездротові принтери. В ньому вбудований Wi-Fi.

Він зменшить кількість дротів на робочому місці, тому що для підключення до комп'ютера та інших пристроїв він використовує бездротову мережу.



Рисунок 2.5 – Принтер HP NEVERSTOP LASER 1000W

Щоб мережа стабільно та надійно працювала необхідним буде хороший комутатор який має 24 активних порти, цього запасу має вистачити навіть у випадку незначного розширення компанії.



Рисунок 2.6 – Комутатор Brocade 300 FC

Для підключення до бездротової мережі потрібно застосувати три Wi-Fi роутери. Які вони також буде використано для власних потреб безпроводного зв'язку Wi-Fi. Дана модель Wi-Fi роутера може дати доступ до мережі інтернет 128 клієнтам.

Блоки безперебійного живлення типу офлайн, часто використовуються для оргтехніки на офісі чи персональних комп'ютерів.



Рисунок 2.7 – Роутер Wi-Fi Asus RT-AX55

Вони здійснюють корегування вихідної напруги для пристроїв. Вмикають акумулятор живлення лише, тоді коли напруга падає нижче певного допустимого порогу, або вже при повній її відсутності останньої.

Для кожного розробника цей пристрій є дуже важливим, оскільки дозволяє закінчити роботу до кінця та внесенні зміни не зникнуть.

До переваг резервних UPS віднесемо:

- проста побудову;
- невисока ціну;
- широкий вибір різних моделей;
- невеликі розміри пристрою.

Недоліками можна вважати:

- відсутність стабілізації живлення від акумулятора;
- перемикання на роботу акумулятору лише при різких стрибках напруги;
- невеликий діапазон роботи від вхідної напруги;
- затримка перемикання в роботі на АКБ складає в 2-15 мілісекунд.

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата



Рисунок 2.8 – ПБЖ ENERGENIE EG-UPS-033

Для проведення презентацій необхідний проектор тому виберемо бездротовий проектор. Який є портативним та легким у транспортуванні.

Переваги проєкторів:

- можливість показу відео та комп'ютерного зображення;
- мобільність, портативність, демонстрація у приміщеннях з дошкою;
- демонстрація при освітлених приміщеннях.

Недоліки:

- для підготовки матеріалів презентації потрібний комп'ютер або відеокамера.



Рисунок 2.9 – Проектор Acer X1626AH

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

2.4 Розрахунок надійності компонентів мережі

Надійність мережі – це властивість будь-якої комунікації, яка працює відповідно до її вимог та використання. Метою надійності є зв'язок з кожним вузлом мережі та точний розрахунок надійності в мережі, оскільки вона різного розміру та дуже складною. Для проектування ефективної мережі необхідні деякі аспекти, такі як RAS.

Розрахунок надійності був популярним напрямком досліджень і в останні кілька років зробив значний внесок, було зроблено при проектуванні мережі так, щоб витрати та помилки були зведені до мінімуму.

Це стає важливим, оскільки мережеві послуги ростуть з величезною швидкістю, і тепер створено велику кількість точок доступу 3G/4G.

Проблема пошуку надійності в різноманітних мережах є NP – Hard problem. Бездротовий моделювання надійності відрізняється від провідної мережі. У мережі зв'язку вузла може відправити пакет до вузла призначення з маршрутом точки доступу.

У найбільшій інфраструктурній мережі вузли зазвичай втрачали свій шлях і квазі не працювали. Мережа змінюється з кожним днем, як і раніше є вимога (покриття та надійність) однаково за низькою ціною.

Проблеми проектування комунікаційної мережі використовуються для мінімізації вартість мережі. Мережа дозволяє клієнту отримати доступ до мережі за допомогою точки доступу.

Пункт реле виступає в якості реле для обробка трафіку. Шлюз виконує роль мосту. У цій структурі користувачі спілкуються один з одним через точку доступу. WSN використовується для проектування екологічно чутливих мереж з цим несприятливе оточення; ми отримали інформацію.

Запропонований метод забезпечує спрощення питань проектування мережі та допомагає досягти максимуму надійності з мінімальними несправностями, і наші припущення такі:

- вузли повністю надійні;

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
						31
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- єдиним є збій зв'язку;
- причина збою в мережі;
- посилання повинно мати початкове значення. Кожне посилання є двонаправленим і є надійним фіксується;
- часто роблять припущення, оскільки посилання може вийти з ладу випадковим чином.

Розрахунок надійності. Запропонований метод включає штучну нейронну мережу, яка допомагає в навчанні даних набір. Нейронні мережі можуть бути адаптовані для зміни вхідних даних; отже, результати мережевого виведення найкращі без нього переробка критеріїв. Існує ряд областей, в яких використовується нейронна мережа.

2.4.1 Розрахункова частина проекту

Для коректної роботи мережі Ethernet, що складається із сегментів різної фізичної природи, необхідно виконання трьох основних умов:

- 1) кількість станцій в мережі не перевищує 1024;
- 2) подвоєна затримка поширення сигналу (Path Delay Value, PDV) між двома найвіддаленішими станціями мережі не перевищує 575 бітових інтервалів;
- 3) скорочення між кадрової відстані при проходженні послідовності кадрів через усі повторювачі не більше ніж 49 бітових інтервали.

Дотримання таких вимог забезпечує коректність роботи локальної мережі навіть у випадках, коли відбуваються порушення простих правила конфігурування, які зазначають максимальну кількість повторювачів та максимальну довжину для сегменту будь якого типу.

Фізичний зміст обмежує затримку поширення сигналу в мережі. Дотримання цієї вимоги забезпечить унеможливлення появи колізій.

Обмеження на деяку мінімальну для кадрів відстань пов'язане з тим, що під час проходження кадру через повторювач ця відстань стає меншою. Кожен пакет, прийнятий повторювачем, синхронізується для виключення тремтіння сигналів, накопиченого при проходженні послідовності імпульсів по кабелю та через

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

інтерфейсні схеми. Тому не допускається сумарне зменшення для міжкадрового інтервалу щоб було більше ніж на 56 бітових інтервали.

Величину зменшення для між кадрової відстані під час переходу між сусідніми сегментами зазвичай називають у літературі Segment Variability Value, SVV, а сумарну величину яка зменшень для між кадрового інтервалу підчас проходженні всіх повторювачів – Path Variability Value, PVV. Очевидно, що величина PVV дорівнює деякі сумі SVV для усіх сегментів, лише окрім останнього.

2.4.2 Максимальна продуктивність мережі

Для комунікаційного устаткування найбільш складним режимом є опрацювання кадрів найбільш мінімальної довжини. Це було зумовлено саме тим, що на обробку деякого змісту кожного кадру, комутатор чи роутер, витрачає приблизно такий самий же час, пов'язаний з переглядом таблиць просування пакету, формуючи новий кадр (для маршрутизатора) та т.п.

Покращення продуктивності мережевих пристроїв, таких як комутатори, маршрутизатори та роз'єми, такі як кабелі Ethernet, було величезним за останні роки. Але наші мікропроцесори відстають в обробці отриманих даних і передачі їх через них.

Організація може витратити гроші на покупку високоякісних кабелів Ethernet або інших мережевих пристроїв для надсилання терабайтів або петабайтів даних, але може не відчувати покращення продуктивності, оскільки, зрештою, з даними має працювати ядро операційної системи.

Ось чому, щоб отримати максимальну віддачу від вашого швидкого кабелю Ethernet, а також підтримки високої пропускної здатності та високої швидкості передачі даних, важливо налаштувати свою операційну систему.

Дані, призначені конкретній системі, спочатку приймаються NIC і зберігаються в кільцевому буфері прийому (RX), наявному в NIC, який також має TX (для передачі даних). Як тільки пакет стає доступним для ядра, драйвер

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		33

пристрою викликає softirq (програмне переривання), що змушує систему DMA (доступ до пам'яті даних) надсилати цей пакет до ядра Linux.

Пакетні дані зберігаються в структурі даних sk_buff, щоб утримувати пакет до MTU (максимальна одиниця передачі). Коли всі пакети заповнюються в буфері ядра, вони відправляються на верхній рівень обробки – IP, TCP або UDP. Потім дані копіюються в бажаний процес отримання даних.

Метод моніторингу та налаштування продуктивності мережі — в основному параметри та налаштування, доступні в ОС і мережевій інтересній платі (NIC), такі як можна налаштувати для підвищення продуктивності вашої мережі в цілому. Ця пропускна здатність є зазвичай менша за номінальну бітову швидкості протоколу Ethernet за рахунок таких факторів:

- переносить службову інформацію для кадру;
- надає міокардові інтервалів (IPG);
- очікує деякий час доступ до середовища.

Для кадрів мінімальної довжини корисна пропускна здатність розраховують за формулою:

$$C_{\text{мін}} = P \times D \times 8, \quad (2.1)$$

де P – максимальна можлива здатність;

D – розмір деякого мінімального кадру;

$$C_{\text{мін}} = 148800 \times 46 \times 8 = 54,8 \text{ Мбіт/с.}$$

Це становить набагато менше ніж 1000 Мбіт/с, але варто враховувати, що кадри які мають мінімальну довжину використовуються зазвичай для передачі квитанцій, так що до передачі даних ця швидкість ніякого відношення не має.

Для кадрів що мають максимальну довжину корисна пропускна здатність розраховується за формулою:

$$C_{\text{макс}} = P \times D \times 8, \quad (2.2)$$

де D – кадр максимальної довжини;

P – поле що має максимальну довжину даних.

$$C_{\text{макс}} = 813 \times 150000 \times 8 = 930 \text{ Мбіт/с.}$$

Отримане значення є дуже близьким до номінальної швидкості протоколу.

До такої швидкості можна досягнути у тому випадку, коли двом взаємодіючим вузлам у мережі Ethernet інші вузли не заважатимуть, а це буває дуже рідко.

При використанні кадрів середнього розміру з полем що складає 520 байт пропускна здатність мережі складає близько 930 Мбіт/с, що теж досить близько до граничної пропускної здатності в 1000 Мбіт/с.

Багато апаратних систем використовують переривання керування системою (SMI) для різноманітних функцій обслуговування, таких як повідомлення про помилки пам'яті з кодом виправлення помилок (ECC), підтримка застарілої сумісності USB, керування вентилятором та керування параметрами живлення, керованими BIOS.

SMI є перериванням з найвищим пріоритетом у системі і переводить ЦП у режим керування. Цей режим випереджає всі інші дії, поки SMI запускає процедуру обслуговування переривань, яка зазвичай міститься в BIOS.

На жаль, така поведінка може призвести до стрибків затримки на 100 мікросекунд або більше.

Якщо вам потрібно досягти найменшої затримки, ви повинні запитати версію BIOS у свого постачальника обладнання, яка зменшує SMI до найменшого можливого ступеня. Ці версії BIOS часто називають «Біос із низькою затримкою» або «Біос без SMI». У деяких випадках апаратна платформа не може повністю виключити активність SMI, оскільки вона використовується для керування основними функціями (наприклад, вентиляторами охолодження). Щоб контролювати модерацію переривань, деякі мережеві адаптери надають різні рівні модерації переривань, різні параметри об'єднання буферів (іноді окремо для буферів надсилання та отримання) або обидва.

Вам слід розглянути можливість модерації переривань для робочих навантажень, пов'язаних із процесором. Використовуючи модерацію переривань,

подумайте про компроміс між заощадженням центрального процесора та затримкою в порівнянні зі збільшенням економії центрального процесора хоста через більше переривань і меншу затримку. Якщо мережевий адаптер не виконує модерацію переривань, але надає можливість об'єднання буферів, ви можете підвищити продуктивність, збільшивши кількість об'єднаних буферів, щоб дозволити більше буферів на надсилання або отримання.

2.4.3 Розрахунок PDV

PDV (Path Delay Value) – час подвійного обігу сигналу між найвіддаленішими вузлами в мережі. Він не повинен бути більшим, ніж 575 бітових інтервали [5].

Для розрахунку PDV для Fast Ethernet комітет IEEE 802.3 наводить дані про подвоєних затримках, внесених кабельними сегментами, мережевими адаптерами та повторювачами Fast Ethernet. У порівнянні з аналогічними даними для Ethernet-мереж методика розрахунку дещо змінилася - сегменти тепер не діляться на лівий, правий та проміжні.

Затримки, що вносяться мережевими адаптерами тепер враховують преамбули кадрів, тому розраховане значення PDV потрібно порівнювати не з 575bt, а з 512bt, тобто часом передачі кадру мінімальної довжини без преамбули. Відповідно до рекомендацій IEEE достатнім є запас в 4-6 бітових інтервалів.

Таблиця 2.4 – Затримки, що вносять кабель

Вид кабелю	Затримка, для bt
STP	1.112
Оптоволокно	1.0
UTP cat.3	1.14
UTP cat.4	1.14
UTP cat.5	1.112

Затримки, що вносяться адаптерами показано у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Затримки, що вносить адаптер

Тип адаптерів	Затримка, bt
Пара адаптерів типу TX/FX	100
Два адаптери по технології Fast Ethernet	70
Один TX/FX та один T4	127

В даній мережі є сегмент Fast Ethernet:

- 1) Сегмент 1(К1 – PC20);
- 2) Сегмент 2(К1 – P1).

Затримка, що вноситься кабелем мережі для стандарту UTP Cat 5 1,112 bt.

$$D = K \times D + T, \quad (2.3)$$

де K – коефіцієнт що вноситься кабель підключення;

D – довжина усього сегменту;

T – затримка комутатора.

Затримка концентратора $T = 70\text{bt}$;

сегмент₁ = $40 * 1,112 + 70 = 114,48\text{bt}$;

сегмент₂ = $20 * 1,112 + 70 = 92,24\text{bt}$;

$PDV = 114,48 + 92,24 = 206,72 \text{ bt}$.

Знайдене значення значно менше за 512 bt, отже наша мережа відповідає стандарту.

2.4.4 Розрахунок PVV

Для розрахунку показника PVV потрібно використовувати табличні значення максимальної величини для того щоб зменшити кадровий інтервал

при проходженні різних повторювачів та фізичних середовищ, що проходить сигнал, вони приведені таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Дані для розрахунку PVV

Тип сегмента	Проміжний сегмент	Передавальний сегмент
10Base-T	8	10.5
100 Base TX	8	10.5
100 Base T4	8	10.5
1000 Base T	8	10.5
10Base-5 або 10Base-2	11	16
10Base-FB	2	-
10Base-FL	8	10.5

$$PVV = PVV1 + PVV2 + PVV3 \quad (2.4)$$

де PVV1 – база лівого сегмента;

PVV2 – база проміжного сегмента;

PVV3 – база передавального сегмента.

Виконаємо розрахунки:

PVV1 (база лівого сегмент)=10,5 б.

PVV2 (база проміжний сегмент)= 8 б.

PVV3(база передавальний сегмент) =10,5 б.

$PVV = 10,5+8+10,5 = 29$ бітовий інтервал.

Сума цих величин дає значення PVV, що дорівнює 29, що менше граничного значення 49 бітових інтервалів.

2.4.5 Розрахунок електричних характеристик для розроблюваної мережі

Здійснимо розрахунок споживаної потужності проектованої мережі, а також підключення робочих станцій, модемів та мережних принтерів до даних фазних

щитків. Використовуванні в дипломному проекті пристрої та споживані ними потужності приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Споживана потужність пристроїв

Використовуваний пристрій	Споживана потужність, Вт
Сервер	500
Комутатор	80
Принтер	30
Ноутбук	15
Стаціонарний комп'ютер	250
Wi-Fi роутер	15

Розберемо підключення для першого приміщення, у якому розміщується наша спроектована мережа, тобто це робочі станції ПК1-ПК5, Wi-Fi роутер WF1, принтера та 3 ноутбуків

До першої фази підключаються робочі станції ПК1 – ПК5. Споживана потужність робочих станцій, підключених до даної фази:

$$P_{11} = 250 * 5 = 1250 \text{ Вт.}$$

Також до неї ж підключено ще додатково Wi-Fi роутер 3 ноутбуки та принтер

$$P_{12} = 15 * 1 + 30 * 1 + 3 * 15 = 90 \text{ Вт.}$$

Загальна потужність що споживають пристрої у проектованій мережі в приміщенні першої групи складає:

$$P_1 = P_{11} + P_{12} = 1250 + 90 = 1340 \text{ Вт.}$$

Розглянемо підключення до електричного щитка по фазах для другого приміщення, у якому розміщується спроектована мережа, тобто для робочих станцій ПК6 – ПК15, Wi-Fi роутер WF2, принтера П2 та 6 ноутбуків

До другої фази підключаються робочі станції ПК11 - ПК15. Споживана потужність усіх пристроїв, підключених до даної фази:

$$P_{21} = 250 * 10 = 2500 \text{ Вт.}$$

Також до неї ж підключено додатково Wi-Fi роутер, 6 ноутбуків та принтер

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		39

$$P_{22} = 30 * 1 + 30 * 6 + 15 * 1 = 225 \text{ Вт.}$$

Загальна потужність яку споживають пристрої у проєктованій мережі в приміщенні другої групи складає:

$$P_2 = P_{21} + P_{22} = 2500 + 225 = 2725 \text{ Вт.}$$

Розберемо підключення для третього приміщення, у якому розміщується наша спроектована мережа, тобто це робочі станції ПК16 – ПК20, принтер ПЗ, Wi-Fi роутер WF3 та 3 ноутбуків.

До третьої фази підключені ПК16-ПК20:

$$P_{31} = 250 * 5 = 1250 \text{ Вт.}$$

Також до неї ж підключено додатково Wi-Fi розтер, 3 ноутбуків та принтер.

$$P_{32} = 15 * 1 + 30 * 1 + 3 * 15 = 90 \text{ Вт;}$$

$$P_3 = P_{31} + P_{32} = 1250 + 90 = 1340 \text{ Вт.}$$

Розберемо підключення до електричного щитка по фазі для четвертого приміщення, у якому розміщується сервер S1 та комутатор K1.

До третьої фази підключені S1:

$$P_{41} = 500 * 1 = 500 \text{ Вт.}$$

Також до неї ж підключено ще додатково принтер комутатор K1

$$P_{42} = 80 * 1 = 80 \text{ Вт;}$$

$$P_4 = P_{41} + P_{42} = 500 + 80 = 580 \text{ Вт.}$$

Загальна потужність споживана всією мережею дорівнює:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1340 + 2725 + 1340 + 580 = 5985 \text{ Вт.}$$

2.5 Схема логічної та фізичної адресації в мережі

Логічна адреса генерується центральним процесором під час виконання програми. Логічна адреса є віртуальною адресою, оскільки вона не існує фізично, тому вона також відома як віртуальна адреса. Ця адреса використовується як посилання для доступу до фізичної пам'яті центральним процесором. Термін логічний адресний простір використовується для набору всіх логічних адрес, згенерованих перспективою програми.

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		40

Апаратний пристрій під назвою Memory-Management Unit використовується для зіставлення логічної адреси з відповідною фізичною адресою.

Фізична адреса визначає фізичне розташування необхідних даних у пам'яті. Користувач ніколи не має справу безпосередньо з фізичною адресою, але може отримати доступ за відповідною логічною адресою. Програма користувача генерує логічну адресу і вважає, що програма виконується за цією логічною адресою, але програма потребує фізичної пам'яті для її виконання, тому логічна адреса повинна бути зіставлена з фізичною адресою MMU, перш ніж вона буде використана. Термін фізичний адресний простір використовується для всіх фізичних адрес, що відповідають логічним адресам у логічному адресному просторі.

Основна відмінність між логічною та фізичною адресою полягає в тому, що логічна адреса генерується центральним процесором у перспективі програми, тоді як фізична адреса є місцем, яке існує в блоці пам'яті.

Логічний адресний простір — це набір усіх логічних адрес, згенерованих ЦП для програми, тоді як набір усіх фізичних адрес, зіставлених на відповідні логічні адреси, називається фізичним адресним простором.

Логічна адреса не існує фізично в пам'яті, тоді як фізична адреса — це місце в пам'яті, до якого можна отримати фізично доступ.

Ідентичні логічні адреси генеруються методами прив'язки адрес під час компіляції та часу завантаження, тоді як вони відрізняються один від одного методом прив'язки адрес під час виконання. Будь ласка, зверніться до цього, щоб дізнатися більше.

Логічна адреса генерується центральним процесором під час виконання програми, тоді як фізична адреса обчислюється блоком управління пам'яттю (MMU). Враховуючи вищесказане виберемо IP-адреси в мережі з діапазону 192.168.10.0 з маскою мережі 255.255.255.0:

S1: 192.168.10.1;

K1: 192.168.10.2;

PC1 – PC20: від 192.168.10.3 до 192.168.10.21;

L1 – L12: від 192.168.10.22 до 192.168.10.34;

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
						41
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

P1- P3: 192.168.10.35 до 192.168.10.37;

WF1 – WF3: 192.168.10.37 - 192.168.10.40 з налаштованим DHCP для адрес в межах від 192.168.101.1 до 192.168.101.128.

Адресація в мережі буде виконана динамічно, за допомогою вбудованих налаштувань у DHCP-серверу на роутері. Його налаштування подано на рисунку 2.9.

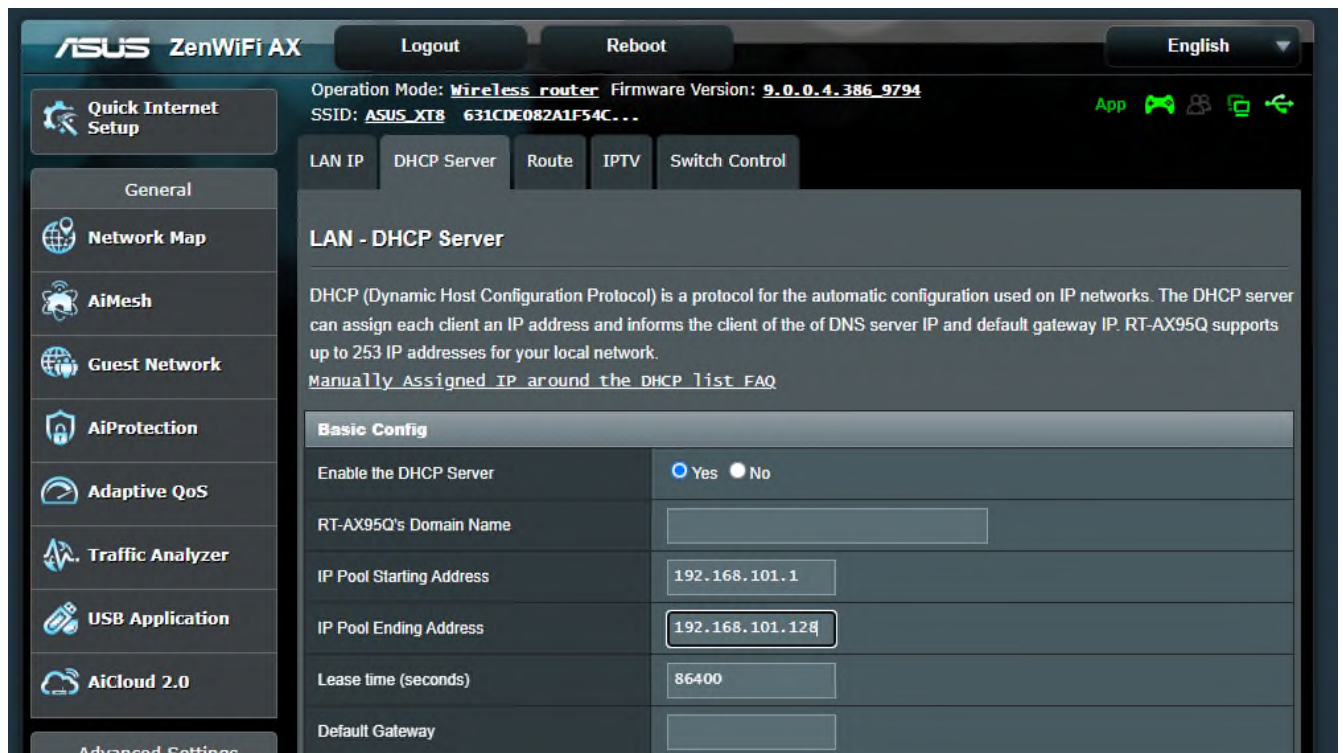


Рисунок 2.9 – Налаштування DHCP-сервера для Asus RT-AX55 його GUI

Кожен з адаптер Ethernet має свій ПЗП адрес, в якому є унікальний мережевий адрес комп'ютера MAC, щоб встановлений фірмою-виробником адаптера. Жодна з цих адрес не повторюється. Кожна фірма-виробник має адреси у певному діапазоні. Довжина фізичної адреси для мережі Ethernet складає 48 біт, тобто всього їх може бути лише $2^{48}-1=281\,475\,976\,710\,655$ адрес.

2.7 Висновок

В ході виконання даного розділу було покращено навички розробки комп'ютерних мереж такі як: побудову схем структури мережі, створено деякі

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		42

таблиці для маршрутизації в мережевих пристроях та тонких клієнтів, виконано вибір апаратних компонентів мережі, розраховано основні її параметри, проектування приміщення, розраховано споживану потужність для розроблюваної локальної мережі. Описано її логічну та фізичну адресацію.

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		43

3 ПРОГРАМНО-АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ

3.1 Вибір програмного забезпечення

Спочатку потрібно обрати ОС для сервера, він має бути надійним щоб усі розробки фірми були завжди доступні.

FreeBSD – це безкоштовна, потужна, надійна, гнучка та стабільна операційна система з відкритим вихідним кодом на базі Unix, яка розроблена з урахуванням безпеки та швидкості[14]. Вона може працювати з великою різноманітністю сучасних архітектур ЦП та може жити сервери, настільні комп'ютери та деякі користувацькі вбудовані системи, найбільш помітною з яких є Raspberry Pi SBC. Ця ОС є повністю закінчена, що розробляються як єдине ціле. Якщо вирішують додати підтримку алгоритму стиснення, якщо є команди видачі будь-якої статистики, всі вони використовують бібліотеку типу libxo, уніфікуючи різні варіанти виведення. Усі команди створюються під одну гребінку.

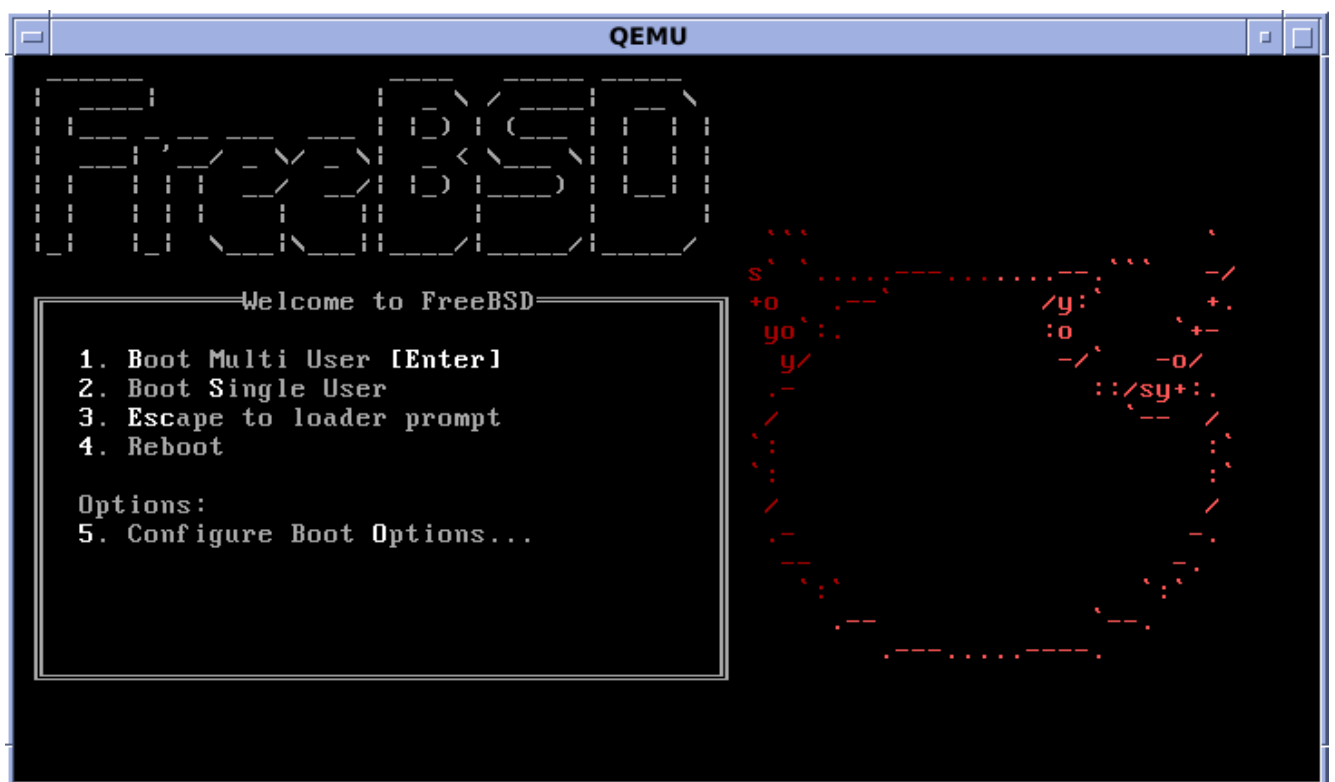


Рисунок 3.1 - Завантаження ОС FreeBSD

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Якість ПЗ BSD систем значно краща. Якщо розробники кажуть, що такий функціонал готовий до промислового використання, то це так. Роками багато фіч можуть бути включені в ОС з гучними позначками про те, що це EXPERIMENTAL та тільки після перевірки часом та впевненості розробників цю позначку знімуть.

Немає багато утиліт, коли одну й ту саму дію можна потенційно виконати безліччю інструментів. Якщо вам хочеться отримувати різного роду статистику та інформацію про ОС, то `fstat`, `gstat`, `ifmstat`, `iostat`, `iffstat`, `kldstat`, `lockstat`, `netstat`, `nfsstat`, `plockstat`, `pmcstat`, `prostat`, `pstat`. Хочеться щось налаштувати? `aspriconf`, `atmconfig`, `bsdconfig`, `ifconfig`, `kldconfig`, `mdconfig`, `pciconf`, `usbconfig`, `sysctl`, `sysrc`. Багато мають уніфіковані правила обробки аргументів, конфігураційних файлів, висновку.

Framework для конфігурування мережі штатний один: налаштування в `rc` файлі, що викликають `ifconfig` команди.

У FreeBSD є три firewall-а: `ipf`, `ipfw`, `pf` — кожен зі своїми за/проти, але кожен з них є повноцінним закінченим firewall-ом. `ipfw` це IPv4, IPv6, TCP/UDP/SCTP, ICMP*, Ethernet, traffic shaper/scheduler, NAT, NAT64, NPTv6, IPsec, stateless/stateful firewall в одному флаконі.

Має багату документацію у вигляді величезної кількості `man`-ів для кожної команди, кожної підсистеми, кожного модуля ядра та його налаштування та у вигляді FreeBSD Handbook. З останнім ви зможете, практично нічого не знаючи про Unix, повністю налаштувати собі та мережі та диски та софт та багато всього ще. В OpenBSD взагалі майже все є в `man`-ах, без `handbook`-ів, не вимагаючи доступу до Інтернету для зовнішніх посилань.

Продуктивність не завжди краща/вища ніж у GNU/Linux (хоча майже завжди це пов'язано з більш простою архітектурою/кодом, а значить та більшою надійністю), але одні з найнавантажених серверів у світі – WhatsApp, тримають 2M+ конкурентних TCP з'єднань. 60% трафіку в США (мережна та дискові підсистеми) генерується Netflix, що повністю працює на FreeBSD. Найбільша IT компанія в РФ - Яндекс для своїх ядерних мережеских рішень також використовує FreeBSD. Колись Quake3-for-Linux, що запускався в режимі емуляції під FreeBSD, давав на 10-15% більше FPS.

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
						45
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Просте та логічне управління пам'яттю та нестачею пам'яті. Має систему портів та паралельно систему бінарних пакетів. Хто хоче збирати з вихідників – будь ласка, хто хоче одразу бінарник кимось зібраний завантажити – будь ласка.

Як правило, чудова підтримка серверного заліза. Драйвери, буває, навіть раніше, ніж для GNU/Linux з'являються.

IPsec ESP реалізація можливо швидка та стабільна, але не підтримує ні TFC, ні ESN - останній дуже актуальний для 10Gbps каналів зв'язку. Security Policies не дозволяють ставити ідентифікатори сторін.

Розглянемо FTP сервер який необхідно встановити для ОС FreeBSD [11].

Pure-FTPd активно підтримується, та він завжди розроблявся з урахуванням безпеки, та код завжди повторно перевіряється, коли обговорюються нові види вразливостей.

Сервер може працювати з розділенням привілеїв для параноїдальної безпеки. Він навіть може працювати на 100% без root-прав з його вбудованою емуляцією chroot() та віртуальними обліковими записами.

```
Desempaquetando libfile-copy-recursive-perl (de .../libfile-copy-recursive-perl_0.38-1_all.deb) ...
Seleccionando el paquete update-inetd previamente no seleccionado.
Desempaquetando update-inetd (de .../update-inetd_4.43_all.deb) ...
Seleccionando el paquete openbsd-inetd previamente no seleccionado.
Desempaquetando openbsd-inetd (de .../openbsd-inetd_0.20091229-2_i386.deb) ...
Seleccionando el paquete pure-ftpd-common previamente no seleccionado.
Desempaquetando pure-ftpd-common (de .../pure-ftpd-common_1.0.36-1.1_all.deb) ...
Seleccionando el paquete pure-ftpd previamente no seleccionado.
Desempaquetando pure-ftpd (de .../pure-ftpd_1.0.36-1.1_i386.deb) ...
Procesando disparadores para man-db ...
Configurando libfile-copy-recursive-perl (0.38-1) ...
Configurando update-inetd (4.43) ...
Configurando openbsd-inetd (0.20091229-2) ...
[ ok ] Stopping internet superserver: inetd.
[info] Not starting internet superserver: no services enabled.
Configurando pure-ftpd-common (1.0.36-1.1) ...
Configurando pure-ftpd (1.0.36-1.1) ...
Starting ftp server: Running: /usr/sbin/pure-ftpd -l pam -8 UTF-8 -E -0 clf:/var/log/pure-ftpd/transfer.log -u 1000 -B
root@virtue:~# _
```

Рисунок 3.2 – Процес встановлення FTP серверу

Передачу паролів та команд із відкритим текстом можна уникнути: Pure-FTPd має додаткову підтримку рівня шифрування SSL/TLS за допомогою бібліотеки OpenSSL.

Сам вихідний код компілюється та працює на Linux, MACOS, OpenBSD, NetBSD, DragonflyBSD, FreeBSD, Solaris та похідних, Tru64, Irix, HPUX та AIX.

Попередньо вбудовані бінарні пакети доступні практично для всіх

операційних систем. Усі повідомлення сервера перекладено російською. Це допомагає вашим клієнтам зрозуміти діагностику, навіть якщо англійська не є їх рідною мовою. Повідомлення зберігаються в незалежних файлах, та їх можна легко перекладати на нові мови або налаштувати. Реалізовано прозоре перетворення кодувань клієнта у файлову систему з підтримкою UTF-8.

Є гнучким для провайдерів та послуг хостингу:

- системні облікові записи можуть негайно отримати доступ до FTP;
- усі облікові записи можна легко завантажити за замовчуванням;
- вбудовані безпечні криптографічні хеші можна використовувати з будь-яким сервером LDAP, навіть з тими, які не підтримують ці хеші;
- інформація про користувача також може бути централізована в базах даних MySQL з транзакціями або без них;
- кілька методів аутентифікації можна об'єднати в ланцюжок у будь-якому порядку. Наприклад, облікові записи SQL, каталоги LDAP та системні облікові записи можна використовувати одночасно;
- можна легко додати спеціальні методи аутентифікації. Pure-FTPd підтримує зовнішні модулі аутентифікації, та написати новий бекенд може бути так само просто, як кілька рядків сценарію оболонки;
- підтримується обмеження пропускну здатності з різними налаштуваннями для завантаження;
- кожному користувачеві можна призначити індивідуальну квоту, співвідношення та пропускну здатність;
- кожному користувачеві може бути дозволено підключатися лише з певного діапазону IP-адреси або лише до свого власного віртуального хоста;
- кожен користувач може бути індивідуально обмежений до свого домашнього каталогу чи ні;
- кожному користувачеві може бути дозволено підключатися лише протягом налаштованого діапазону часу (наприклад, лише в робочий час);
- максимальне одночасне з'єднання з тієї ж IP-адреси можна застосувати, щоб уникнути втрати пропускну здатності та атак відмови в обслуговуванні.

WireGuard є надзвичайно простим, але швидким та сучасним VPN, який

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		47

використовує найсучаснішу криптографію. Він має на меті бути швидшим , простішим , компактнішим та кориснішим, ніж IPsec, уникаючи при цьому величезного потоку операцій. Він має намір бути значно продуктивнішим, ніж OpenVPN. WireGuard розроблено як VPN загального призначення для роботи як на вбудованих інтерфейсах, так та на суперкомп'ютерах, що підходить для багатьох різних обставин. Спочатку випущений для ядра Linux, тепер він є кросплатформним (Windows, MACOS, BSD, iOS, Android) та широко розгортається. Наразі він активно розробляється, але вже може вважатися найбезпечнішим, найпростішим у використанні та найпростішим рішенням VPN у галузі.

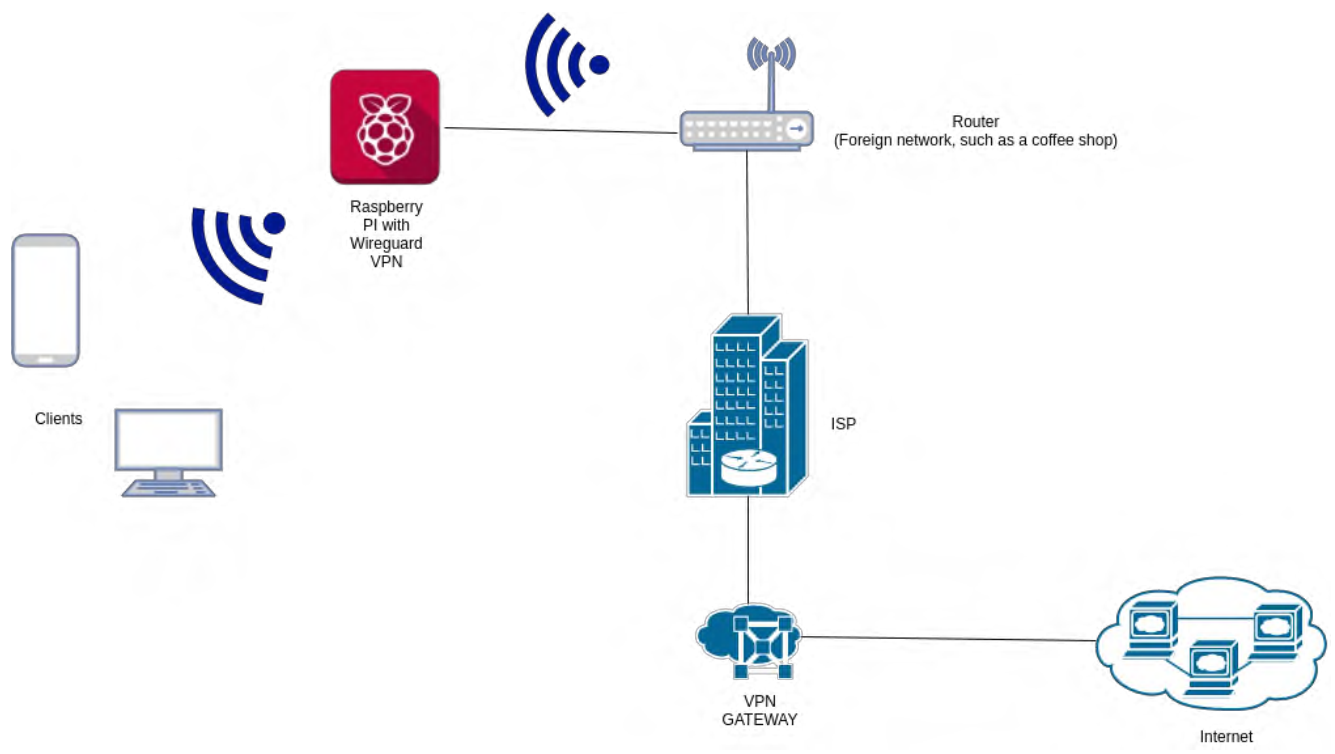


Рисунок 3.3 – Приклад роботи VPN-з'єднання WireGuard

Простий та легкий у використанні. WireGuard має на меті бути таким же простим у налаштуванні та розгортанні, як та SSH. VPN-з'єднання здійснюється просто шляхом обміну дуже простими відкритими ключами – точно так само, як обмін ключами SSH – а все інше прозоро обробляється WireGuard. Він навіть здатний переміщатися між IP-адресами, як та Mosh.

Немає потреби керувати з'єднаннями, турбуватися про стан, керувати

демонами чи турбуватися про те, що знаходиться під капотом. WireGuard представляє надзвичайно простий, але потужний інтерфейс.

Криптографічно надійний. WireGuard використовує найсучаснішу криптографію, як-от фреймворк протоколу Noise, Curve25519, ChaCha20, Poly1305, BLAKE2, SipHash24, HKDF, та безпечні надійні конструкції. Він робить консервативний та розумний вибір та був перевірений криптографами.

Мінімальна поверхня атаки. WireGuard був розроблений з урахуванням простоти впровадження та простоти. Він призначений для легкої реалізації в дуже кількох рядках коду та легкого аудиту на предмет виявлення вразливостей безпеки. Порівняно з гігантами, такими як *Swan/IPsec або OpenVPN/OpenSSL, в яких аудит гігантських кодових баз є непосильним завданням навіть для великих команд експертів з безпеки, WireGuard призначений для всебічного перегляду окремими особами.

Висока ефективність. Поєднання надзвичайно високошвидкісних криптографічних примітивів та того факту, що WireGuard живе всередині ядра Linux, означає, що безпечна мережа може бути дуже високошвидкісною. Він підходить як для невеликих вбудованих пристроїв, таких як смартфони, так та для повністю завантажених магістральних маршрутизаторів.

Добре визначено та ретельно продумано. WireGuard є результатом тривалого та ретельно продуманого навчального процесу, результатом якого є технічна документація, академічна дослідницька робота, яка чітко визначає стандарт та інтенсивні міркування, які стосуються кожного рішення.

3.2 Моделювання мережі

Для моделювання комп'ютерної мережі потрібно використати програму Cisco Packet Tracer.

PacketTracer – емулятор мережі передачі даних, що випускається фірмою Cisco Systems [1]. Дозволяє створювати діючі моделі мережі, налаштувати їх (командами Cisco IOS) маршрутизатори та комутатори, виконувати взаємодію між декількома користувачами. У програму входять маршрутизатори серії Cisco 1830,

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		49

2650, 2850 та комутаторів 2650, 2660, 3670. Крім цього є сервери HTTP, TFTP, DHCP, FTP, робочі станції, різні модулі до комп'ютерів та маршрутизаторів, пристрої Wi-Fi, різні кабелі. Створення мережі виконується наступним чином.

Спочатку необхідно запустити програму: Пуск – Програми – Cisco Packet Tracer. Її вікно наведено на рисунку 3.4.

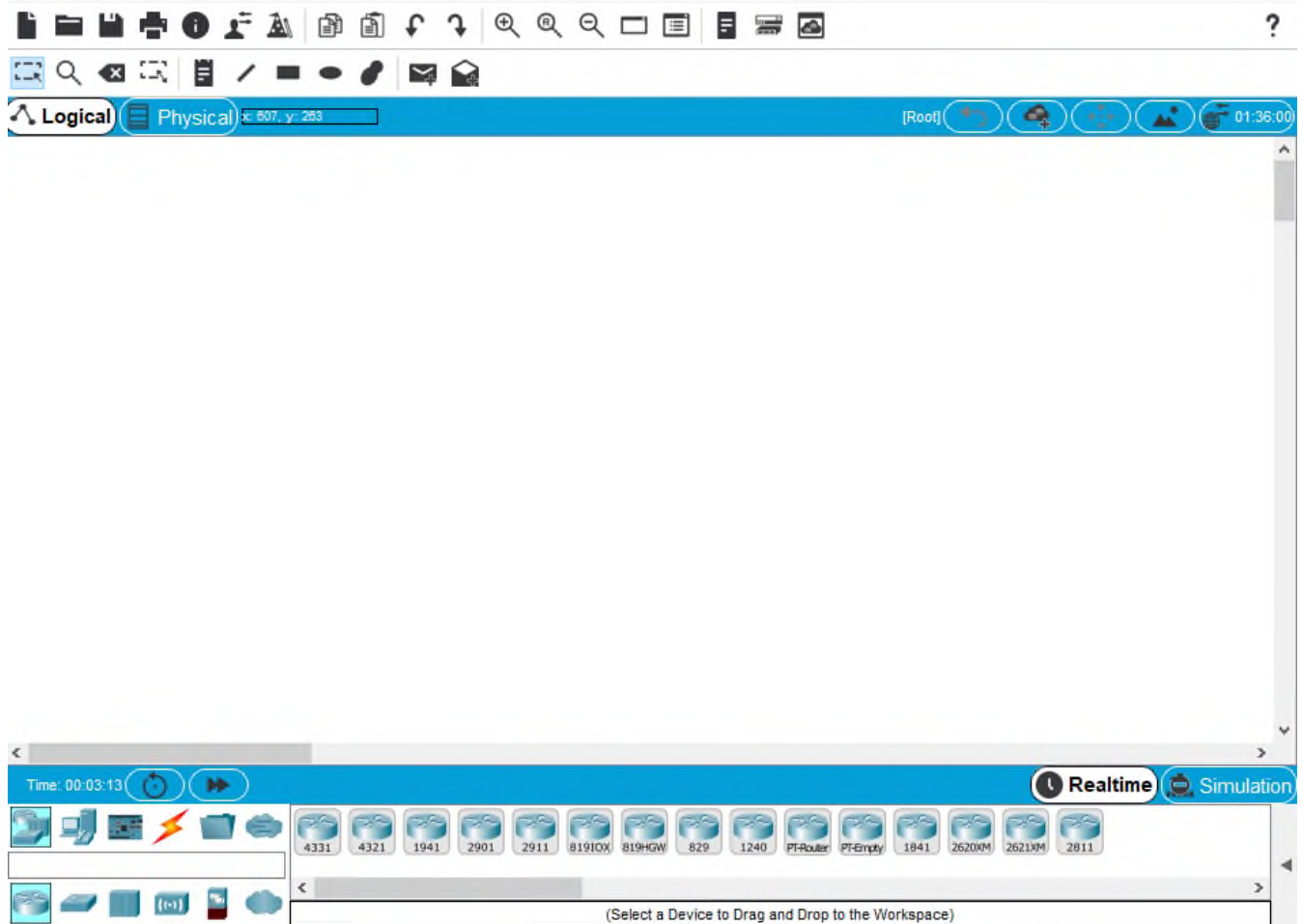


Рисунок 3.4 – Вікно програми Packet Tracer

Наступним кроком вибрати компоненти необхідні для створення мережі. Вона показана на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Панель пристроїв

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		50

Додаються необхідні елементи можна перетягувати на робочу область. Наступним кроком для з'єднання елементів мережі потрібно використати кабель. Їх види подано на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Вікно програми з'єднань

Вікно схеми локальної мережі приведено у додатку В. Далі потрібно налаштувати кожен маршрутизатор та комп'ютер. Для цього натискаємо лівою кнопкою миші на комп'ютер та переходимо на вкладку Desktop – IP Configuration та вказуємо значення IP-Address, SubnetMask як показано на рисунку 3.6.

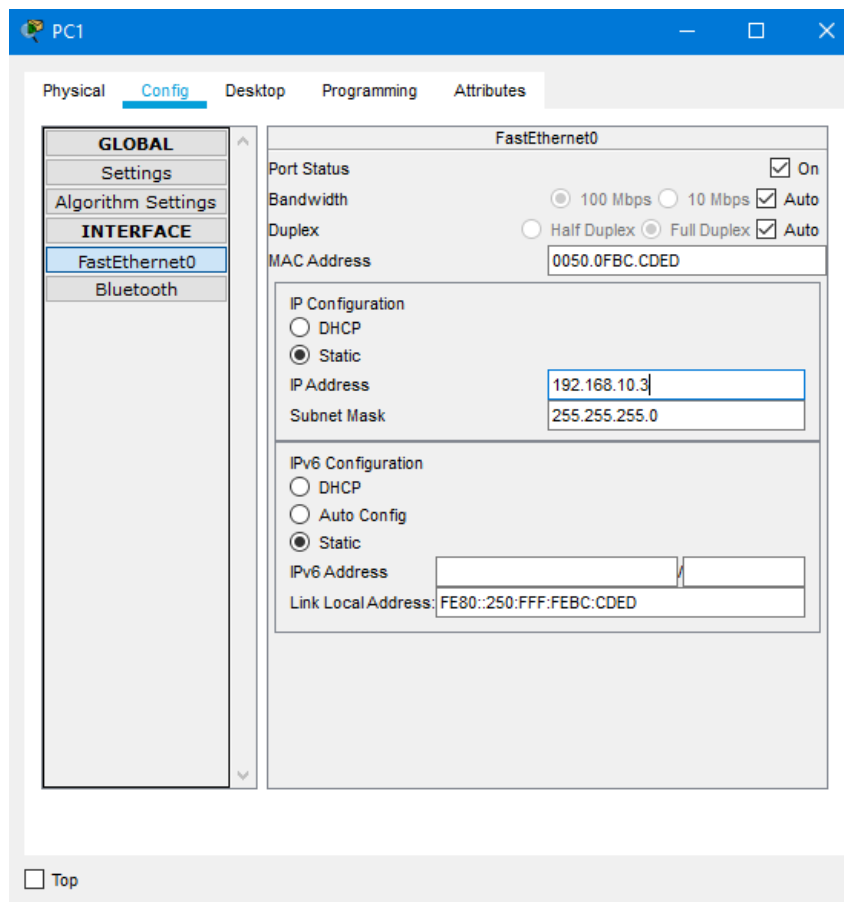


Рисунок 3.6 – Вікно налаштування PC1

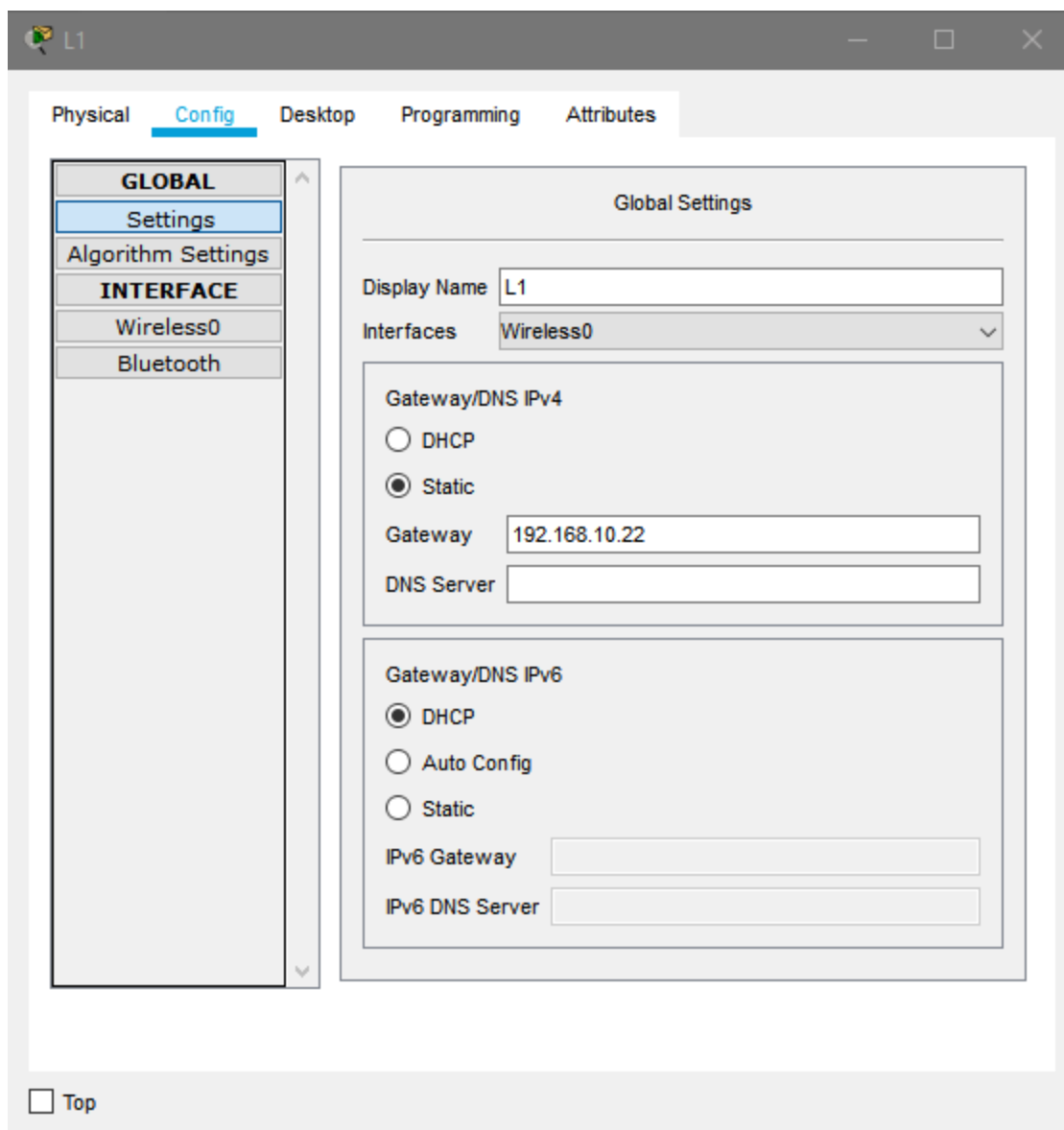


Рисунок 3.7 – Вікно налаштувань портативного ноутбука L1

Наступним кроком необхідно налаштувати комутатор та маршрутизатор.

На вкладці Config прописуємо відповідні IP-адреси для потрів, та заповнимо пункт STATIC в якому вказано всі мережі з якими був з'єднаний комутатор, як показано на рисунках 3.8 - 3.11 нижче:

Далі потрібно налаштувати всі 3 принтера.

Для цього натискаємо лівою кнопкою мишки на нього та переходимо на вкладку Config – Settings і вказуємо значення для поля Gateway (рисунок 3.12).

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

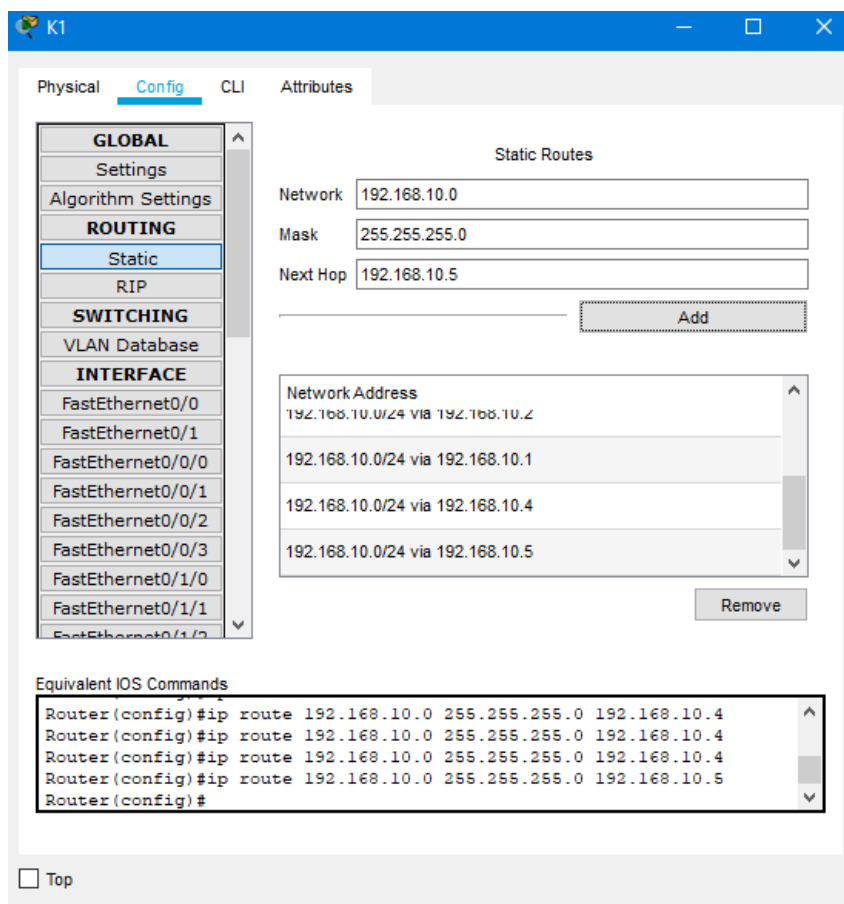


Рисунок 3.8 – Вікно поля конфігурації Static Routes

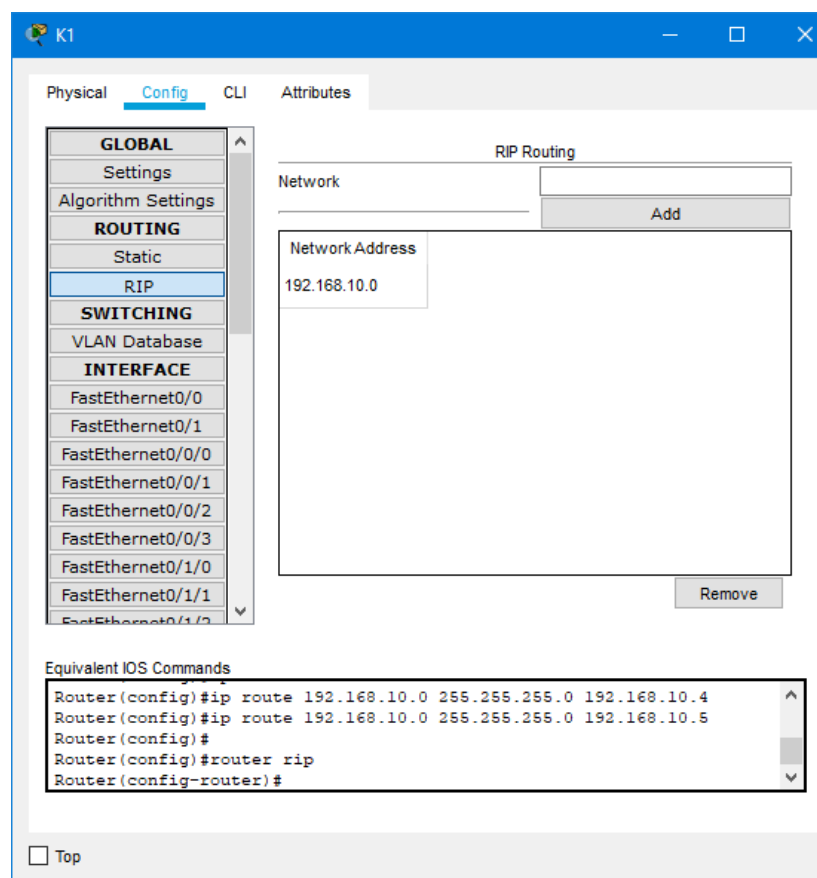


Рисунок 3.9 – Вікно поля конфігурації RIP

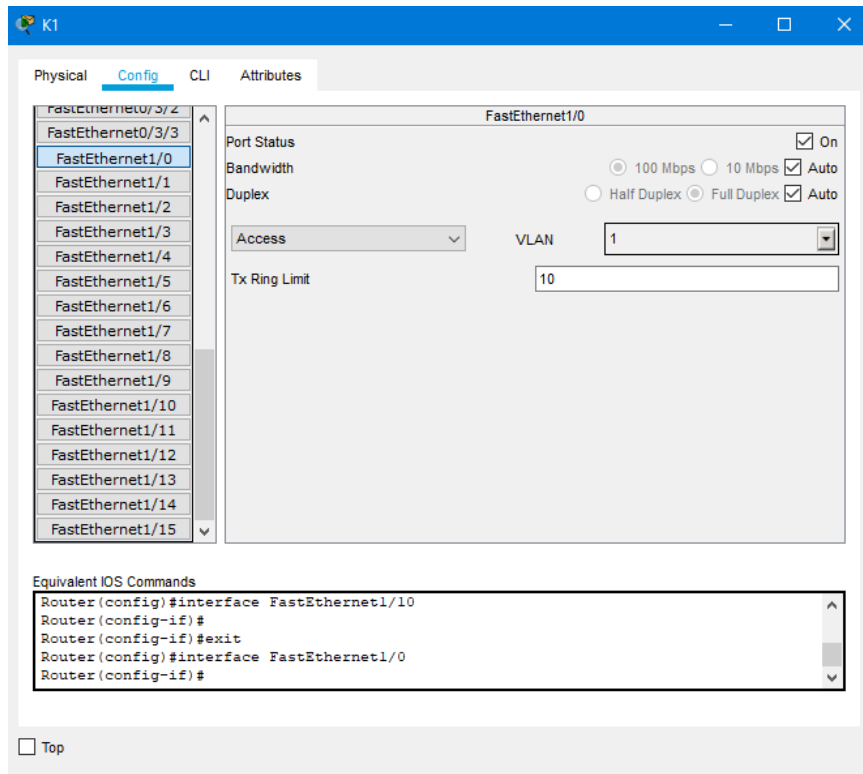


Рисунок 3.10 – Вікно налаштувань мережесвих адаптерів

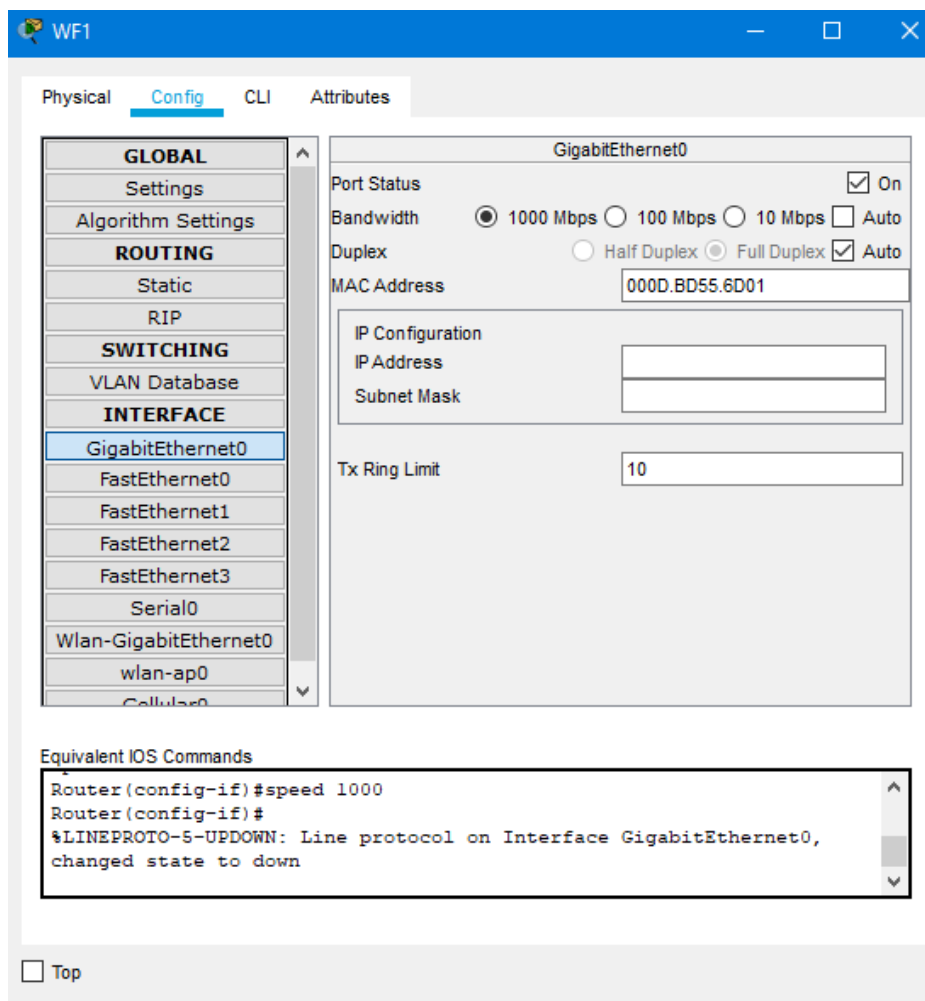


Рисунок 3.11 – Вікно IP-адрес на Wi-Fi роутері

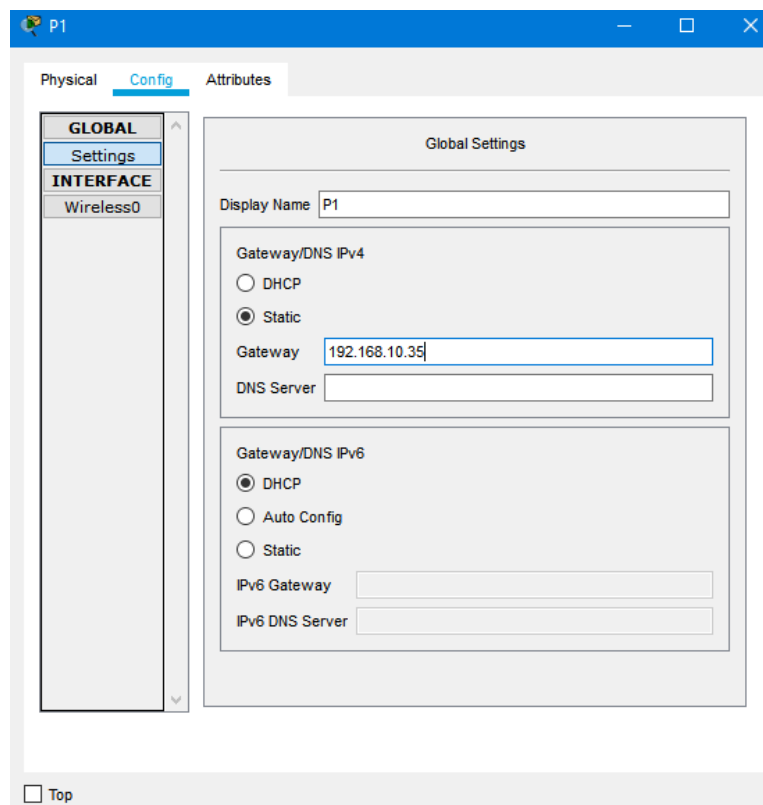


Рисунок 3.12 – Вікно налаштувань принтера P1

Перевіримо працездатність мережі. Щоб впевнитись, що є з'єднано між комп'ютери і правильно виконаємо перевірку, за використавши команду ping з ПК1 на ПК16 показано рисунок 3.13.

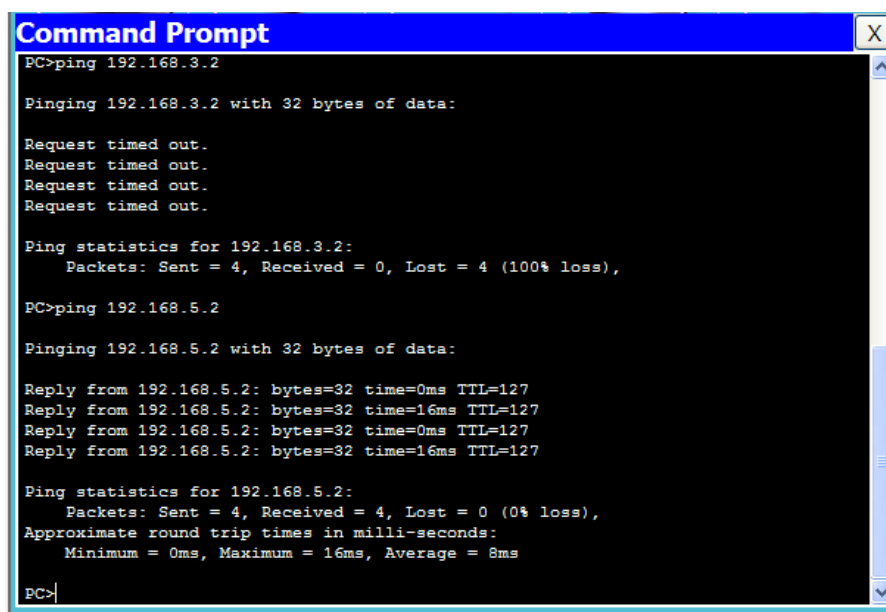


Рисунок 3.13 – Вікно перевірки з'єднання між комп'ютерами

Зм..	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

3.3 Розрахунок вартості мережних апаратних та програмних засобів

Виконаємо розрахунки для вартості усіх апаратних частин локальної мережі. Також необхідно врахувати кількість конекторів RJ45 та довжину всього кабелю для мережі 700 метрів. Їх вартість розраховано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Апаратне забезпечення

Назва обладнання	Модель	К-во	Ціна, грн.
Стаціонарний комп'ютер	ALMATECH XR318	20	4000
Монітор	Lenovo Think Vision 25	20	5999
Принтер	HP NEVERSTOP LASER 1000W	3	8999
Сервер	HP ProLiant 450	1	32000
Ноутбук	ASUS VivoBook S14 M433UA	12	24567
Комутатор	Brocade 300 FC	1	6542
Роутер	Acer X1626AH	3	2687
Проектор	Asus RT-AX55	1	12354
ПБЖ	ENERGENIE EG-UPS-033	22	3000
Мишка	A4 Tech OP-45DM	32	450
Клавіатура	A4 Tech KB-5	20	512
Конектор	RJ45 4 pin	100	1,5
Кабель мережевий	Cat 5e	700	8
Вартість апаратного забезпечення			671378

Виконаємо розрахунки вартості всього програмного забезпечення локальної мережі для ІТ фірми. Данні подано у таблиці 3.2.

ВИСНОВКИ

Згідно поставленого завдання мною було виконано:

- 1) моделювання комп'ютерної мережі,
- 2) розрахунок та побудова її логічної структури,
- 3) вибрано та обґрунтовано варіант топології комп'ютерної мережі, проектування та розрахунки кабельної системи,
- 4) виконано підбір потрібного обладнання, яке дасть можливість керувати мережею та здійснювати обслуговування, що забезпечує її максимальну продуктивність під час експлуатації.

Для побудови КМ для ІТ фірми я обрав топологію мережі зірку. Детально виконано аналіз технології побудови локальних мереж та вирішено використати технологію Fast Ethernet 1000Base-T для з'єднання ПК та бездротовий зв'язок для принтерів.

Згідно проведених мною розрахунків у даній роботі, необхідно буде використати орієнтовно 700 м кабелю виду UTP.

Для створення проекту локальної комп'ютерної мережі на підприємстві, необхідним буде: 1 комутатор Brocade 300 FC, 3 маршрутизатори Acer X1626AN.

Крім того необхідно 1 сервер HP ProLiant 450 та 20 стаціонарних комп'ютерів та 3 лазерних принтери.

Вибір мережевого обладнання виконувався з врахуванням економічної обґрунтованості його використання та впровадження в локальну комп'ютерну мережу ІТ фірми.

В ході створення дипломного проекту було закріплено мої навички у моделюванні та розробці локальних комп'ютерних мереж, а саме: з'єднання компонентів в емуляторі, розподіл адресного простору, побудови структурних схем локальної мережі, створено таблиці для маршрутизації у мережевих пристроях та ПК, встановлення безкоштовної серверної ОС FreeBSD та ПЗ для офісної роботи, тощо.

Отриману мережу було перевірено за допомогою емулятора Cisco Packet Tracer в результаті чого вона виявилася повністю працездатною і у випадку

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		58

впровадження буде виконувати поставлені задачі.

					КвРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		59

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. С.Н. Тригуб, Основи організації мереж Cisco, том 2, 2002. 464 с.
2. Т.А. Мельник, А. Лунтовський: Книга Проектування та дослідження комп'ютерних мереж: Університет "Україна": Київ, 2010р. 362с.
3. Абрамов В.О., Клименко С.Ю. Базові технології комп'ютерних мереж: навчальний посібник.: Київ ун-т ім. Б. Грінченка: 2011р. 291 с.
4. Ю. Рамський, В. Олексюк Адміністрування комп'ютерних мереж та систем: навчальна книга:Київ: 2010р. 196 с.
5. О.О. Гордєєв, Д.В. Гордєєва, М.В. Колдовський. Комп'ютерні мережі: підручник Державний вищий навчальний заклад «Українська академія банківської справи Національного банку України» Суми: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2011р. 35 с.
6. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский Мережі звязки. навч. посіб: СПб.: БХВ, 2009р. 400 с.
7. IT системи URL: <http://smart-techno.com.ua/it/> (дата звернення 4.03.2022).
8. Технологія 1000BASE-T на фізичному рівні. URL: <https://compress.ru/article.aspx?id=9774> (дата звернення 04.03.2022).
9. Ethernet-Standards von IEEE 802.3 URL: <https://www.elektronikkompndium.de/sites/net/1406171.htm> (дата звернення 8.03.2022).
10. Принципи побудови локальних мереж їх призначення та функції URL: https://stud.com.ua/50138/informatika/printsipipobudovi_lokalnih_merezh_osnovni_komponenti_priznachennya_funktsiyi (дата звернення 15.03.2022).
11. Локальні комп'ютерні мережі URL: https://stud.com.ua/53333/informatika/lokalni_kompyuterni_merezhi (дата звернення 20.03.2022).
12. 802.11ac: що треба знати про новий стандарт Wi-Fi URL: <https://itc.ua/articles/802-11ac-chto-neobhodimo-znat-o-novom-standarte-wi-fi/>(дата звернення 30.03.2022).
13. IT-Dialog URL: <https://it-dialog.com.ua/>(дата звернення 04.04.2022).

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		60

14. Install and Configure OpenVPN Server FreeBSD 12 URL: <https://kifarunix.com/install-and-configure-openvpn-server-freebsd-12/> (дата звернення 04.04.2022).

15. Windows 10 URL: <https://www.microsoft.com/ru-ru/software-download/windows10> (дата звернення 08.04.2022).

16. Setting up an FTP Server URL: <https://www.ocf.berkeley.edu/reinholz/freebsd/ftp.html> (дата звернення 12.04.2022).

17. Методика розрахунку конфігурації мережі Ethernet URL: <http://um.co.ua/7/7-8/7-87320.html> (дата звернення 15.04.2022).

18. Методичні рекомендації до конфігурації мережі URL: <https://naurok.com.ua/metodichni-rekomendaci-do-praktichnih-zanyat-143052.html> (дата звернення 20.04.2022).

19. Розрахунок параметрів PDV та PVV URL: <https://allrefrs.ru/3-44747.html> (дата звернення 25.04.2022).

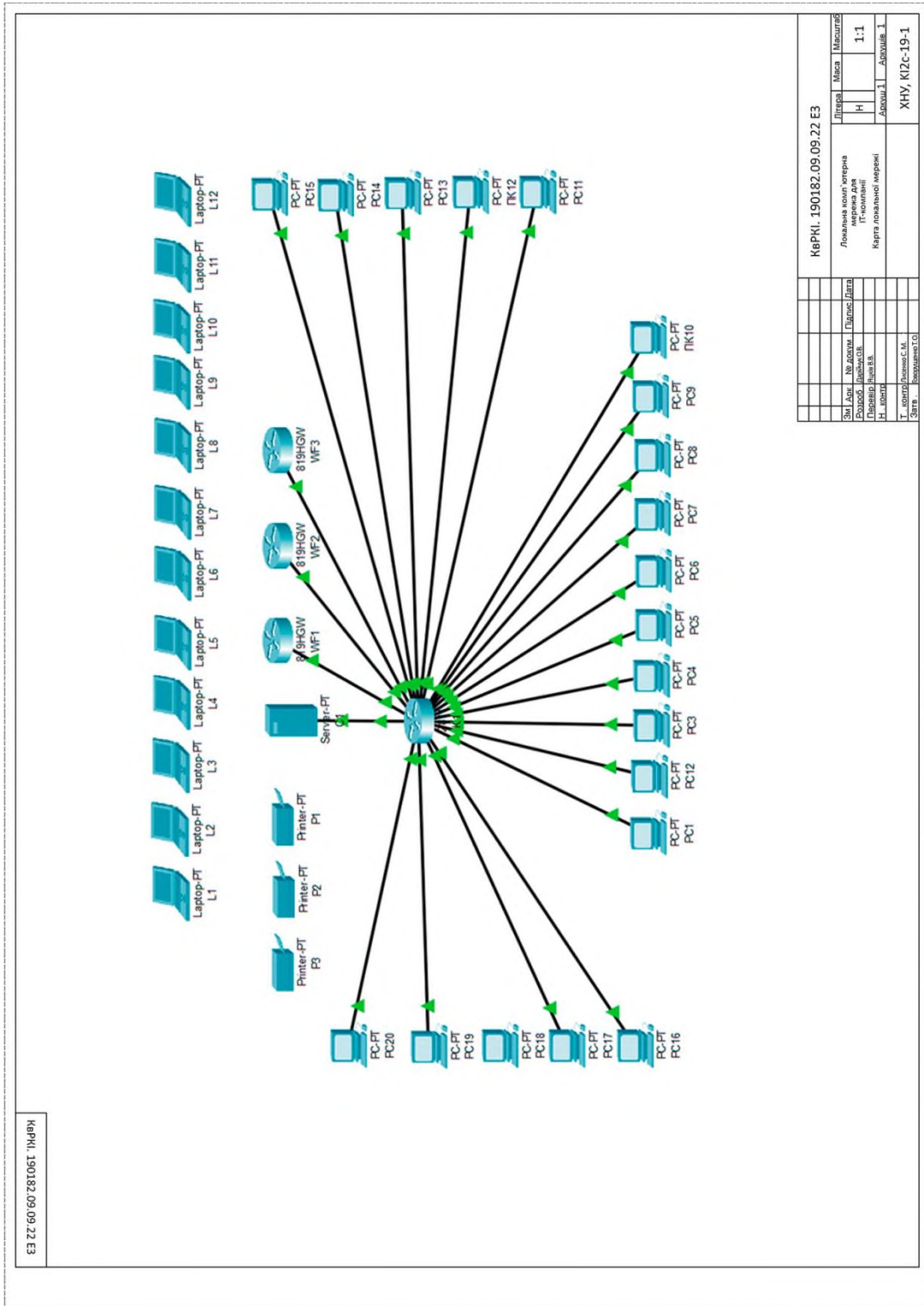
20. Курс молодого бойца. Практический курс по Cisco Packet Trase URL: <https://habr.com/ru/post/252085/> (дата звернення 30.04.2022).

21. FreeBSD 11.1 Installation Guide URL: <https://www.tecmint.com/freebsd-11-1-installation-guide> (дата звернення 03.05.2022).

					КВРКІ. 190182.19.01.09 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

Додаток В (обов'язковий)

Копія креслення «Карта локальної мережі»



Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1011509203

Дата перевірки:
08.06.2022 18:41:32 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
08.06.2022 18:42:20 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: Дарійчук_2_Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії

Кількість сторінок: 59 Кількість слів: 9775 Кількість символів: 72472 Розмір файлу: 1.41 MB ID файлу: 1011384055

11% Схожість

Найбільша схожість: 9.92% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1011237409)

1.61% Джерела з Інтернету 10 Сторінка 61

9.98% Джерела з Бібліотеки 32 Сторінка 61

0.84% Цитат

Цитати 2 Сторінка 62

Не знайдено жодних посилань

60.2% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

2.31% Вилучення з Інтернету 83 Сторінка 63

60.2% Вилученого тексту з Бібліотеки 145 Сторінка 64

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 190

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 17.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 13%**

ID: 104712 Название: Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії Добавлено в БД: 2022-06-08 Авторы: О.В. Дарійчук Руководители: В.В. Яцків Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	59889	577	10561 (18%)	119 (21%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы
104122	Название: Локальна комп'ютерна мережа для підприємства «Продуктовий супермаркет» Добавлено в БД: 2022-05-27 Авторы: Б.В. Глімбовський Руководители: О.В. Боровик Консультанты: Опоненты:	10213 (17.0%)	113 (20.0%)

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії.

Автор: Дарійчук Олександр Вадимович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Яцків Василь Васильович, д.т.н, професор

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальноживаними фразами або виразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-40 джерелами на один фрагмент речення;
- 4) всі зафіксовані системою ознаки модифікації тексту відносяться до комбінування латинських символів зі україномовними скороченнями індексів в формулах, що не є модифікацією тексту.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 11% і адресується до 212 першоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи



В. В. Яцків

Гарант ОП



С. М. Лисенко

Завідувач кафедри КІСП



Т. О. Говорущенко

Завідувачу кафедри КІСП
д-ру техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Дарійчук О.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 3 курсу, групи ХНУ, КІ2с-19-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на наявність плагіату ознайомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

07.05.2022

дата



підпис

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Дарійчук Олександр Вадимович

Тема: Локальна комп'ютерна мережа для ІТ-компанії

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:


Кількість листів креслень 3 Кількість сторінок записки 64

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: Метою кваліфікаційної роботи є розробка локальної комп'ютерної мережі для ІТ-компанії
2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Робота повністю відповідає поставленому завданню.
3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі кваліфікаційної роботи проведено дослідження предметної області (проаналізовано теорію проектування комп'ютерних мереж) та виконано постановку задачі дослідження. В другому розділі кваліфікаційної роботи проведено аналіз засобів проектування комп'ютерних мереж. В третьому розділі кваліфікаційної роботи виконано реалізацію локальної комп'ютерної мережі для продуктового супермаркету, зокрема спроектовано карту локальної мережі для фірми та проект приміщення з прокладеною локальною мережею.
4. Позитивні сторони роботи: висока практична цінність роботи.
5. Негативні сторони роботи: не достатньо описане програмне забезпечення.
6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Пояснювальна записка оформлена коректно, згідно діючих стандартів оформлення документації.
7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на належному науково-технічному рівні.
8. Інші зауваження: _____

9. Оцінка дипломної роботи: добре

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Корецька Людмила Олександрівна к.т.н., доцент кафедри автоматизації та компютерних технологій ХНУ

“_9_”_червня_2022 р.

 (підпис)