

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий
інститут електроенергетики
(інститут)

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Житника Микити Владиславовича
(ПІБ)

академічної групи 123-20-2
(шифр)

спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 123 Комп'ютерна інженерія
(офіційна назва)

на тему “Кіберфізична система ділянки зберігання відділення Нової Пошти”
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	доц. Ткаченко С.М.			
спеціальної частини	ас. Бешта Л.В.			
розділів:				
розробка апаратної частини	доц. Ткаченко С.М.			
розробка корпоративної мережі	ас. Бешта Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	проф. Цвіркун Л.І.			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
інформаційних технологій
та комп'ютерної інженерії
(повна назва)

_____ Гнатушенко В.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

" " _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр

студента Житника М.В. академічної групи 123-20-2
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»

за освітньо-професійною програмою 123 Комп'ютерна інженерія
(офіційна назва)

на тему «Кіберфізична система ділянки зберігання відділення Нової Пошти»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 23.05.2024 № 469-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	На основі матеріалів виробничих практик, інших науково-технічних джерел конкретизується предмет та мету роботи та виконується постановка завдання	10.05.2024
Розробка апаратної частини	На основі аналізу підприємства формулюються технічні вимоги до кіберфізичної системи та розробляється апаратна частина системи	17.05.2024
Розробка корпоративної мережі	Виконується розрахунок налаштувань корпоративної мережі та перевірка роботи системи, розробляються методи та налаштування обладнання для захисту інформації в системі	24.05.2024
Розробка компонента системи	Виконується детальна розробка компонента системи	31.05.2024

Завдання видано _____
(підпис керівника)

доц. Ткаченко С.М.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 25.01.2024

Дата подання до екзаменаційної комісії 02.07.2024

Прийнято до виконання _____

Житник М.В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 68 с., 21 рис., 4 табл., 2 дод., 15 джерел.

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ВАНТАЖНЕ
ВІДДІЛЕННЯ, НОВА ПОШТА, СИСТЕМА

Об'єкт розробки: кіберфізична система ділянки зберігання відділення
Нової пошти №2 у місті Дніпро.

Мета роботи: проектування кіберфізичної системи ділянки
зберігання відділення Нової Пошти №2 у місті Дніпро.

Здійснено розробку кіберфізичної системи та комп'ютерної мережі
підприємства на основі завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра.

Робота системи перевірена за допомогою програми Cisco Packet
Tracer.

Результати тестувань наведені у пояснювальній записці та додатках.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	8
Вступ.....	9
1 Стан питання і постановка завдання.....	10
1.1 Стисла характеристика галузі та умов застосування кіберфізичної системи.....	10
1.2 Характеристика і структура вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро.....	11
1.3 Стислі відомості про технологію керування вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро.....	13
1.4 Принципи, технічні методи керування вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро.....	14
1.5 Аналіз процесу керування і визначення якісних задач.....	15
1.6 Аналітичний огляд існуючих способів обробки та передачі інформації, принципів побудови об'єкта проектування, відомих рішень у галузі, що розглядається.....	16
1.7 Мета роботи, що виконується.....	17
1.8 Визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань.....	17
2 Розробка апаратної частини кіберфізичної системи ділянки зберігання відділення Нової Пошти №2 у місті Дніпро.....	18
2.1 Технічні вимоги до кіберфізичної системи.....	18
2.1.1 Вимоги до кіберфізичної системи в цілому.....	18
2.1.1.1 Вимоги до структури і функціонування кіберфізичної системи.....	18
2.1.1.1.1 Перелік підсистем, їхнє призначення й основні характеристики.....	18

2.1.1.1.2	Вимоги до способів і засобів зв'язку для інформаційного обміну між компонентами кіберфізичної системи.....	18
2.1.1.1.3	Вимоги до характеристик взаємозв'язків кіберфізичної системи із суміжними системами, вимоги до її сумісності.....	19
2.1.1.1.4	Вимоги до режимів функціонування кіберфізичної системи.....	19
2.1.1.1.5	Вимоги до діагностування кіберфізичної системи.....	19
2.1.1.1.6	Перспективи розвитку, модернізації кіберфізичної системи.....	19
2.1.1.2	Вимоги до показників призначення.....	20
2.1.1.3	Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і збереженню компонентів кіберфізичної системи.....	20
2.1.1.3.1	Умови і регламент (режим) експлуатації, що повинні забезпечувати використання технічних засобів кіберфізичної системи з заданими технічними показниками.....	20
2.1.1.3.2	Вимоги до параметрів мереж енергопостачання.....	20
2.1.1.3.3	Вимоги до кількості, кваліфікації обслуговуючого персоналу і режимам його роботи.....	20
2.1.1.3.4	Вимоги до складу, розміщенню й умовам збереження комплекту запасних виробів і приладів.....	21
2.1.1.3.5	Вимоги до регламенту обслуговування.....	21
2.1.1.4	Вимоги до патентної чистоти.....	21
2.1.1.5	Додаткові вимоги.....	21
2.1.1.5.1	Вимоги до кіберфізичної системи, пов'язані з особливими умовами її експлуатації.....	22
2.1.1.5.2	Вимоги до активного обладнання.....	22
2.1.1.5.3	Вимоги до кабель-каналів, інформаційним та електричним розеткам.....	22
2.1.1.5.4	Вимоги до комунікаційного обладнання і його розташування.....	22

2.1.1.5.5	Вимоги до однорідності.....	22
2.1.1.5.6	Вимоги до резервування.....	23
2.1.1.5.7	Спеціальні вимоги за розсудом розроблювача чи замовника кіберфізичної системи.....	23
2.1.2	Вимоги до функцій, виконуваним кіберфізичною системою.....	23
2.1.3	Вимоги до видів забезпечення.....	23
2.1.3.1	Вимоги до математичного забезпечення кіберфізичної системи.....	23
2.1.3.2	Вимоги до інформаційного забезпечення кіберфізичної системи.....	23
2.1.3.3	Вимоги до лінгвістичного забезпечення системи.....	24
2.1.3.4	Вимоги до технічного забезпечення системи.....	24
2.1.3.5	Вимоги до організаційного забезпечення.....	24
2.1.3.6	Вимоги до методичного забезпечення.....	24
2.2	Розробка апаратної частини кіберфізичної мережі.....	25
2.2.1	Взаємодія користувачів з мережевими ресурсами і сервісами.....	25
2.2.2	Обстеження об'єкту розробки з метою аналізу всіх способів внутрішнього і зовнішнього доступу до інфраструктури мережі.....	25
2.2.3	Аналіз об'єкту проектування та розробка специфікації апаратних засобів кіберфізичної системи.....	27
2.2.4	Розрахунок інтенсивності вихідного трафіку найбільшої локальної мережі.....	34
3	Розробка корпоративної мережі.....	36
3.1	Розрахунок адресації комп'ютерної мережі вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро.....	36
3.2	Налаштування моделі мережі.....	39
3.3	Налаштування пристроїв у мережі.....	45
3.3.1	Базове налаштування конфігурації пристроїв.....	45
3.3.2	Налаштування маршрутизаторів.....	46
3.3.3	Налаштування роботи Інтернет.....	48

4 Розробка компонента системи.....	49
4.1 Вибір компоненту системи.....	49
4.2 Функціонал компоненту системи.....	49
4.3 Впровадження компоненту системи.....	50
4.4 Тестування компоненту системи.....	56
Висновки.....	59
Перелік посилань.....	60
Додаток А. Загальна архітектура мережі.....	62
Додаток Б. Текст програми налаштування IoT-пристроїв на мікроконтролері...	63

ПЕЛІЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВВ – вантажне відділення;

КС – кіберфізична система;

IoT – Internet of Things;

LAN – Local Area Network;

IP – Internet Protocol;

VLAN –Virtual Local Area Network;

DNS – Domain Name System;

HTTP – HyperText Transfer Protocol;

TFTP – Trivial File Transfer Protocol;

AAA – Authentication Authorization and Accounting;

ВСТУП

Задача забезпечення ефективного та безперебійного функціонування логістичних систем сучасних міст набуває особливої актуальності в умовах стрімкого розвитку електронної комерції та зростання обсягів вантажоперевезень. Компанія "Нова Пошта" як один з лідерів ринку кур'єрських послуг в Україні ставить перед собою завдання не лише підтримувати, але й постійно удосконалювати свою інфраструктуру, щоб забезпечувати максимальний комфорт та ефективність обслуговування клієнтів.

У цьому контексті розробка кіберфізичної системи для вантажного відділення №2 в місті Дніпро стає важливим кроком у напрямку модернізації та автоматизації процесів логістики. Враховуючи швидкі темпи технологічного прогресу, цей проект покликаний не лише оптимізувати внутрішні процеси складу, а й підвищити якість обслуговування клієнтів, знизити час доставки та забезпечити відслідковування вантажів у реальному часі.

Метою кваліфікаційної роботи є проектування кіберфізичної системи ділянки зберігання відділення Нової пошти №2 у місті Дніпро.

1 СТАН ПИТАННЯ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Стисла характеристика галузі та умов застосування кіберфізичної системи

Галузь поштових перевезень - це сектор, що забезпечує доставку листів, посилок та інших вантажів від одного місця до іншого шляхом використання різноманітних транспортних засобів, включаючи літаки, автомобілі, поїзди та кораблі. Галузь поштових перевезень відіграє важливу роль у забезпеченні комунікацій між регіонами та країнами, забезпечуючи ефективну та надійну доставку повідомлень та товарів. Вона постійно еволюціонує, впроваджуючи нові технології для підвищення швидкості, ефективності та точності доставки.

Кіберфізична система для ділянки зберігання відділення пошти застосовується для оптимізації процесів зберігання, відстеження та управління вантажами, ідентифікації вантажів за допомогою RFID технологій або QR-кодів, моніторингу умов зберігання через сенсорну мережу, інтеграції програмного забезпечення для управління процесами, автоматизації робочих процесів за допомогою систем автоматизації, а також для збору даних та аналітики з метою виявлення можливих проблем та вдосконалення ефективності.

1.2 Характеристика і структура вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро

Вантажне відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро розташоване за адресою проспект Богдана Хмельницького, 31Д. Воно розраховане на відправку та отримання товарів, які важать до 1100 кг та мають габарити до 70 x 170 x 300.

Вантажне відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро надає наступні послуги та сервіси:

- Оплата карткою;
- Міжнародне відправлення;
- Зона самообслуговування;
- Генератор;
- Дзеркало;
- Примірочна;

Вантажне відділення №2 Нової Пошти має такий графік роботи:

	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	НД
Графік роботи	08:00-21:00	08:00-21:00	08:00-21:00	08:00-21:00	08:00-21:00	09:00-19:00	09:00-19:00
Прийом відправлення для відправки в той же день	До 20:00	До 20:00	До 20:00	До 20:00	До 20:00	До 19:00	До 19:00
Час прибуття відправлень	з 08:00	з 08:00	з 08:00	з 08:00	з 08:00	з 09:00	з 09:00

Рисунок 1.1 – Графік роботи вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро



Рисунок 1.2 – Організаційна структура вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро



Рисунок 1.3 – Гео-позиція вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро

1.3 Стислі відомості про технологію керування вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро

Керування вантажним відділенням №2 Нової Пошти у місті Дніпро ґрунтується на використанні інтегрованої кіберфізичної системи, яка об'єднує цифрові та фізичні компоненти для оптимізації робочих процесів.

Вантажне відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро складається з таких зон:

- Вхідна зона для клієнтів;
- Каси;
- Зона прийому та видачі вантажів клієнтам;
- Зона для погрузки, розгрузки, транспортних засобів;
- Складська зона для сортування та зберігання різних типів вантажів;
- Складська зона для малогабаритних вантажів;
- Складська зона для великогабаритних вантажів;
- Зона для підготовки вантажів до відправлення, упаковки та маркування;
- Вхідна зона для технічного персоналу;
- Технічні приміщення;

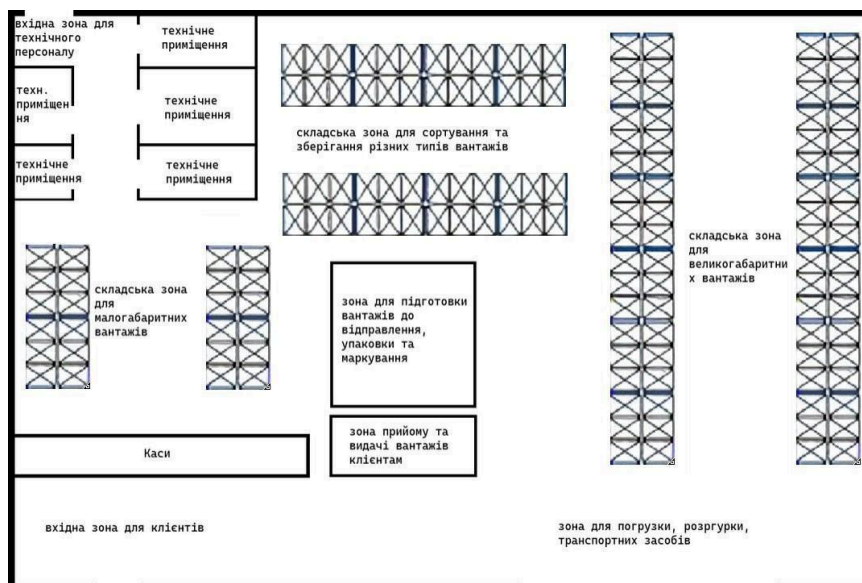


Рисунок 1.4 – Технологічна схема вантажного відділення №2 Нової Пошти

1.4 Принципи, технічні методи керування вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро

Як вже зазначалось у попередньому пункті, керування вантажним відділенням №2 Нової Пошти у місті Дніпро ґрунтується на використанні інтегрованої кіберфізичної системи.

Функції кіберфізичної системи:

- Автоматизація сортування вантажами;
- Автоматизація управління вантажами;
- Моніторинг умов зберігання та транспортування вантажів за допомогою сенсорів;
- Система відеоспостереження;
- Система пожежної безпеки;

Функції кіберфізичної системи впроваджуються за допомогою IoT - пристроїв, які налаштовуються за допомогою сценаріїв або програмуються на мікроконтролері.

1.5 Аналіз процесу керування і визначення якісних задач

Використання кіберфізичної мережі значно підвищує ефективність, точність та безпеку керування вантажним відділенням №2 Нової Пошти у місті Дніпро.

Зокрема кіберфізична система дозволяє:

- Інтегрувати дані з різних джерел, таких як сенсори, дані про вантажі та робочі процеси, що дозволяє керівництву отримувати повний обсяг інформації для прийняття рішень;
- Автоматизувати ряд процесів, включаючи сортування вантажів, управління запасами, що зменшує витрати часу та знижує ризик помилок;
- Забезпечити збір та аналіз даних, що допомагає керівництву виявляти можливість оптимізації робочих процесів, виявляти та виправляти недоліки та покращувати ефективність відділення.
- Відстежувати умови зберігання вантажів.

1.6 Аналітичний огляд існуючих способів обробки та передачі інформації, принципів побудови об'єкта проектування, відомих рішень у галузі, що розглядається

З відомих рішень у галузі поштових перевезень виділяють:

- Мобільні додатки: більшість провідних поштових компаній мають мобільні додатки, які надають клієнтам можливість відстежувати відправлення, робити замовлення, оплачувати послуги та взаємодіяти з відділеннями.
- Онлайн-платформи для відстеження: клієнти можуть відстежувати свої посилки через онлайн-платформи, де вони можуть перевірити статус відправлення за допомогою номеру відправлення чи іншої інформації.
- Автоматизовані системи для оформлення замовлень: деякі компанії використовують автоматизовані системи для оформлення замовлень, що дозволяє клієнтам швидко та зручно надсилати посилки без відвідування відділення.
- Системи сповіщень та повідомлень: поштові компанії можуть надсилати сповіщення та повідомлення клієнтам про статус їх відправлень, акції та спеціальні пропозиції.
- Цифрові інтерфейси для клієнтів: Веб-сайти та онлайн-платформи забезпечують зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для клієнтів, що дозволяє легко користуватися послугами поштових компаній.

1.7 Мета роботи, що виконується

Мета роботи: проектування кіберфізичної системи ділянки зберігання відділення Нової пошти №2 у місті Дніпро.

1.8 Визначення можливих напрямків рішення поставлених завдань

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступне:

1. Провести аналіз вантажного відділення Нової пошти №2 у місті Дніпро.
2. Розробити топологію кіберфізичної системи у загальному вигляді.
3. Вибрати необхідне мережеве та IoT обладнання.
4. Розташувати обладнання на топології.
5. Провести налаштування мережевого обладнання.
6. Провести розробку сценаріїв для IoT-обладнання та запрограмувати мікроконтролери.
7. Провести тестування.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОЇ ЧАСТИНИ КІБЕРФІЗИЧНОЇ СИСТЕМИ ДІЛЯНКИ ЗБЕРІГАННЯ ВІДДІЛЕННЯ НОВОЇ ПОШТИ №2 У МІСТІ ДНІПРО

2.1 Технічні вимоги до кіберфізичної системи

2.1.1 Вимоги до кіберфізичної системи в цілому

Кіберфізична система вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро призначена для автоматизації процесів у відділенні таких як сортування та зберігання вантажів.

2.1.1.1 Вимоги до структури і функціонування кіберфізичної системи

2.1.1.1.1 Перелік підсистем, їхнє призначення й основні характеристики

Кіберфізична система має включати в себе такі підсистеми:

- Підсистема сортування та розподілу вантажів: автоматизує процес сортування посилок за напрямками за допомогою сканерів штрих-кодів, конвеєрних стрічок та роботизованих маніпуляторів, що інтегровані з базою даних для відстеження місцезнаходження вантажу.
- Підсистема зберігання вантажів: організовує зберігання посилок в очікуванні відправлення, використовуючи систему моніторингу умов зберігання.
- Підсистема відстеження вантажів: забезпечує моніторинг місцезнаходження посилок на всіх етапах руху за допомогою центральної бази даних.

2.1.1.1.2 Вимоги до способів і засобів зв'язку для інформаційного обміну між компонентами кіберфізичної системи

Кіберфізична система має бути обладнана постійним доступом до мережі “Інтернет” та телефонної мережі.

У всіх приміщеннях має бути доступ до мережі Інтернет (дротовим або бездротовим шляхом).

Для підключення сканерів кодів до касових апаратів застосовується Ethernet та USB.

2.1.1.1.3 Вимоги до характеристик взаємозв'язків кіберфізичної системи із суміжними системами, вимоги до її сумісності

Кіберфізична система має взаємодіяти із централізованою системою Нової Пошти через такі мережеві інтерфейси як Ethernet та Wi-Fi.

2.1.1.1.4 Вимоги до режимів функціонування кіберфізичної системи

Кіберфізична система повинна функціонувати цілодобово 7 днів на тиждень.

2.1.1.1.5 Вимоги до діагностування кіберфізичної системи

У кіберфізичній системі повинна бути можливість технічної діагностики пристроїв. Пристрої, з рухомими частинами(конвеєри, маніпулятори) потребують систематичної діагностики раз на місяць.

Активність пристроїв має записуватися у журнали(логи), які раз на тиждень перевіряє системний адміністратор.

2.1.1.1.6 Перспективи розвитку, модернізації кіберфізичної системи

Кіберфізична система повинна мати можливість модернізації та розвитку у таких напрямках:

- Додавання нових компонентів;
- Модернізація пристроїв;
- Розширення системи;
- Оновлення програмного забезпечення;

2.1.1.2 Вимоги до показників призначення

Кіберфізична система має забезпечувати оптимальні умови для роботи обладнання, надавати доступ персоналу до централізованої системи Нової Пошти та інтернету.

Також система має забезпечувати захист даних при апаратних збоях або неочікуваних вимкненнях електроенергії.

2.1.1.3 Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту і збереженню компонентів кіберфізичної системи

2.1.1.3.1 Умови і регламент (режим) експлуатації, що повинні забезпечувати використання технічних засобів кіберфізичної системи з заданими технічними показниками

Обладнання має проходити періодичне технічне обслуговування раз на місяць. При обслуговуванні мають здійснюватись перевірки стану конвеєрів, сканерів, вагових платформ, роботизованих маніпуляторів і інших механізмів. Це включає змазування рухомих частин, заміну зношених деталей і очищення від пилу та бруду.

2.1.1.3.2 Вимоги до параметрів мереж енергопостачання

Внутрішня електрична мережа має бути під'єднана до міської електричної мережі через вузол розподілу енергії, який повинен мати захист від короткого замикання та скачків напруги (до 300 В).

Внутрішня електрична мережа має бути 230В із заземленням типу TN-C.

Пристрої мають бути підключені до внутрішньої електричної мережі.

2.1.1.3.3 Вимоги до кількості, кваліфікації обслуговуючого персоналу і режимам його роботи

Для адміністрування кіберфізичної системи необхідний системний адміністратор з бакалаврським ступенем вищої освіти за спеціальністю

“Комп’ютерна Інженерія”, досвідом роботи та сертифікатом, підтверджуючим його кваліфікацію.

Системний адміністратор може працювати дистанційно.

Графік роботи: 45 годин на тиждень з вихідними у суботу та неділю.

У разі надзвичайної ситуації або проблем, які неможливо вирішити дистанційно системний адміністратор повинен явитися на фізичне місце роботи.

2.1.1.3.4 Вимоги до складу, розміщенню й умовам збереження комплекту запасних виробів і приладів

У наявності мають бути запасні пристрої та кабелі для швидкої заміни у разі виходу обладнання з ладу.

Вони мають зберігатися у приміщенні з наступними умовами:

- Тиск: 700мм рт. Ст.
- Вологість: від 30% до 70%
- Температура: 16 – 30 С
- Склад твердих речовин у повітрі: 5-10 мг/м³

2.1.1.3.5 Вимоги до регламенту обслуговування

Обслуговування обладнання має проводитися щонайменше раз на рік або частіше, за необхідністю.

Деталі технічного обслуговування описані у пункті 2.1.1.3.1.

2.1.1.4 Вимоги до патентної чистоти

Компоненти кіберфізичної системи повинні мати патентну чистоту на території України та охоронятись законодавством.

2.1.1.5 Додаткові вимоги

2.1.1.5.1 Вимоги до кіберфізичної системи, пов'язані з особливими умовами її експлуатації

Відсутні.

2.1.1.5.2 Вимоги до активного обладнання

У кіберфізичній системі має бути наступне обладнання:

- Комп'ютери з портом Fast Ethernet;
- IoT-шлюзи з 1 портом Internet, 4 портами Fast Ethernet, модулем для бездротового з'єднання через технологію Wi-Fi;
- Сканери ;
- Термінали;
- Маніпулятори;
- Конвеєри;

2.1.1.5.3 Вимоги до кабель-каналів, інформаційним та електричним розеткам

Електричні та інформаційні розетки мають бути встановлені на відстані 30 сантиметрів від підлоги, за європейським стандартом.

Кабелі мають бути прокладені у поточних та настінних кабель-каналах.

2.1.1.5.4 Вимоги до комунікаційного обладнання і його розташування

Комунікаційне обладнання має бути розташоване у спеціальній шафі, яка розташована у приміщенні 2x2м з каналною вентиляцією задля запобігання перегріву обладнання.

2.1.1.5.5 Вимоги до однорідності

У кіберфізичній системі мають використовуватися перехрестні та наскрізні мідні кабелі 5 категорії.

2.1.1.5.6 Вимоги до резервування

Якщо один з маршрутизаторів вийде з ладу, трафік автоматично повинен переходити через резервний маршрутизатор поки перший буде у несправному стані.

Необхідно зберігати резервні копії налаштувань обладнання на відключеному від мережі носії даних на випадок виходу обладнання з ладу або кібер-атаки.

2.1.1.5.7 Спеціальні вимоги за розсудом розроблювача чи замовника кіберфізичної системи

Див. Додаток А.

2.1.2 Вимоги до функцій, виконуваних кіберфізичною системою

Кіберфізична система має виконувати такі функції:

- Автоматизація процесу сортування та розподілу вантажів: автоматичне зчитування штрих-кодів для ідентифікації, транспортування посилок конвеєрними стрічками, роботизоване сортування і розподіл за напрямками, а також інтеграцію з базою даних для оновлення інформації про місцезнаходження вантажу;
- Зберігання та управління запасами: організація адресного зберігання вантажів, моніторинг умов зберігання для збереження якості вантажів та інтеграцію з базою даних для відстеження місцезнаходження вантажів в режимі реального часу;

2.1.3 Вимоги до видів забезпечення

2.1.3.1 Вимоги до математичного забезпечення кіберфізичної системи

Відсутні.

2.1.3.2 Вимоги до інформаційного забезпечення кіберфізичної системи

Усі дані щодо IoT-пристроїв у кіберфізичній системі будуть зберігатися на спеціальному сервері.

Інформація щодо конфігурації пристроїв у кіберфізичній системі буде зберігатися на відключеному від мережі носії даних та на самих пристроях.

2.1.3.3 Вимоги до лінгвістичного забезпечення системи

Усі пристрої у кіберфізичній системі повинні підтримувати українську та англійську мову.

2.1.3.4 Вимоги до технічного забезпечення системи

Відсутні.

2.1.3.5 Вимоги до організаційного забезпечення

У кіберфізичній системі має бути передбачено автоматичне резервне копіювання налаштувань пристроїв раз на тиждень та програмні методи для захисту від помилкових дій персоналу, що використовує кіберфізичну систему. Якщо автоматичне копіювання не спрацювало автоматично, системний адміністратор повинен провести його у ручному режимі.

2.1.3.6 Вимоги до методичного забезпечення

До кіберфізичної системи повинна бути наступна документація:

- Інструкція користувача;
- Технічна документація;
- Топологічна схема;

- План приміщення;
- Інструкція щодо дій персоналу у надзвичайних ситуаціях;
- Документація до кожного пристрою;
- Документація до програмного забезпечення;

2.2 Розробка апаратної частини кіберфізичної мережі

2.2.1 Взаємодія користувачів з мережевими ресурсами і сервісами

Для оформлення відправлення клієнти мають звертатися до співробітників, які взаємодіють з системою через комп'ютер.

Персонал відділення використовує портативні пристрої для сканування і введення даних, що інтегровані з системою.

Вантаж сортується за допомогою конвеєрних систем і роботизованих маніпуляторів. Працівники відділення контролюють роботу автоматизованих систем, забезпечують їхню безперебійну роботу та оперативно вирішують технічні проблеми.

Для отримання вантажу клієнти повинні пред'явити співробітнику документ, що підтверджує особу, співробітник вносить ці дані у систему.

2.2.2 Обстеження об'єкту розробки з метою аналізу всіх способів внутрішнього і зовнішнього доступу до інфраструктури мережі

Згідно топологічної схеми, яка була надана замовником та сформованих вимог (див. частину 2.1), було проведено обстеження об'єкту з метою з метою аналізу всіх способів внутрішнього і зовнішнього доступу до інфраструктури.

Було сформовано загальну інфраструктуру та структурну схему комплексу технічних засобів кіберфізичної системи вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро.

Загальна інфраструктура та структурна схема будуть необхідні при розробці мережі у середовищі Cisco Packet Tracer.

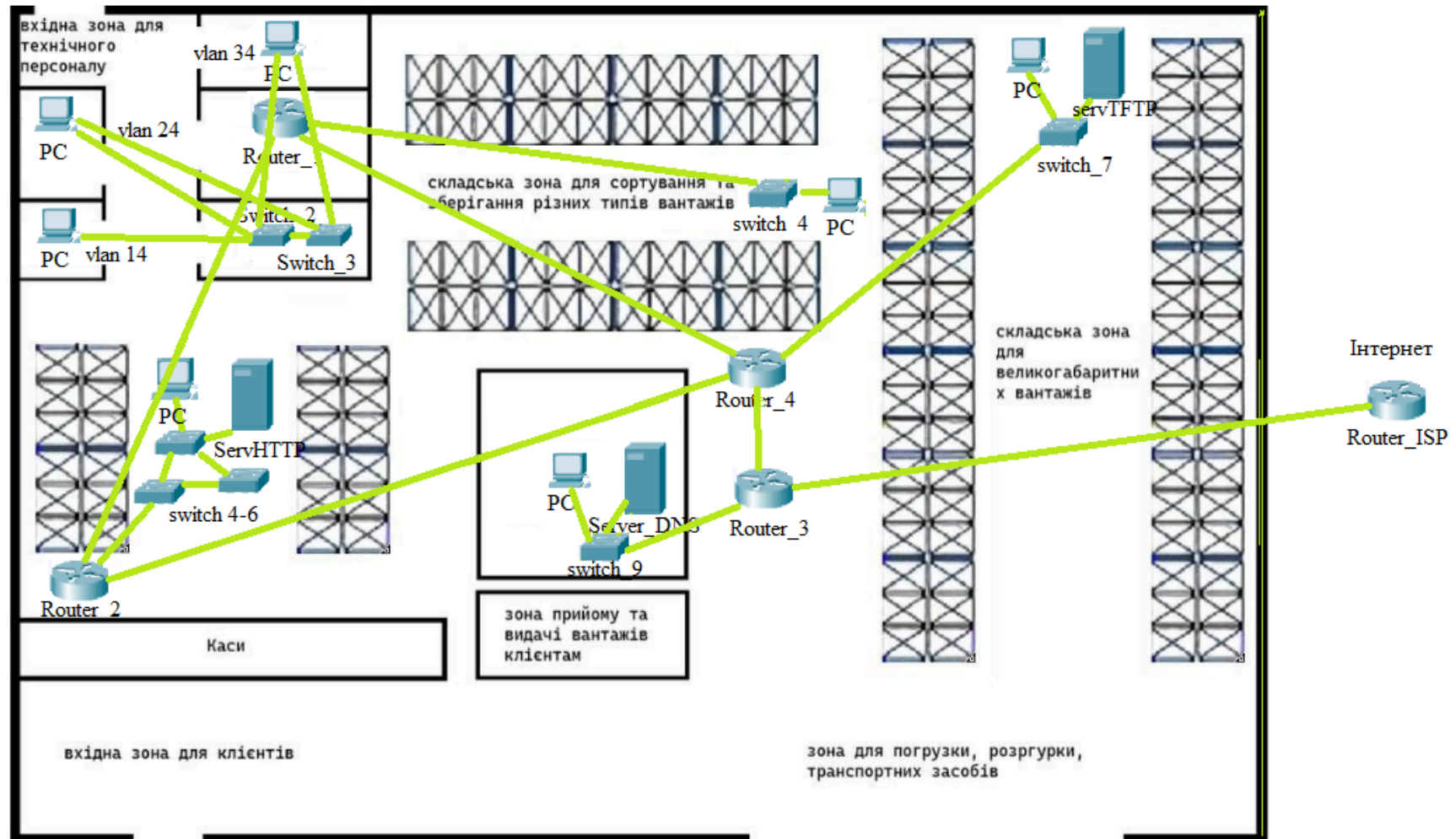


Рисунок 2.1 – Структурна схема комплексу технічних засобів

2.2.3 Аналіз об'єкту проектування та розробка специфікації апаратних засобів кіберфізичної системи

Технічні характеристики та кількість пристроїв наводиться у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – специфікація обладнання

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
1.	Datalogic Gryphon I GD4500: ручний сканер.	Datalogic Gryphon I GD4500	Од.	6	
2.	Mettler Toledo IND560: ваговий термінал.	Mettler Toledo IND560	Од.	2	
3.	Interroll Roller Conveyor: Модульний конвеєр.	Interroll Roller Conveyor	Од.	2	

Продовження Таблиці 2.1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
4.	Impinj Speedway R420: RFID-зчитувач	Impinj Speedway R420	Од.	6	
5.	QS18 Clear Object Detection Sensor: фотоелектричний датчик	QS18 Clear Object Detection Sensor	Од.	2	
6.	Mettler Toledo ICS689: Промислові ваги з можливістю підключення до мережі	Mettler Toledo ICS689	Од.	6	

Продовження Таблиці 2.1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
7.	Hikvision DS-2CD2385FWD -I: IP-камера.	Hikvision DS-2CD2385FWD	Од.	3	
8.	Universal Robots UR10e: Робот-маніпулятр	Universal Robots UR10e	Од.	4	
9.	Siemens acoustic fire Sirena with flashing light S54364F9A1: звукова сирена з підтримкою IoT.	Siemens acoustic fire Sirena with flashing light S54364F9A1	Од.	1	

Продовження Таблиці 2.1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
10.	ATIS-801DW-T: датчик диму і чадного газу CO	ATIS-801DW-T	Од.	3	
11.	Bosch IoT Suite: Платформа для підключення, моніторингу та управління IoT-пристроями.	Bosch IoT Suite	Од.	3	
12.	Dell PowerEdge R740: Сервер.	Dell PowerEdge R740	Од.	4	

Продовження Таблиці 2.1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
13.	Cisco 2960-24TT-L: комутатор	Cisco 2960-24TT-L	Од.	8	
14.	Cisco 2911: маршрутизатор	Cisco 2911	Од.	5	
15.	Lenovo ThinkCentre M720s SFF: Комп'ютер.	Lenovo ThinkCentre M720s SFF	Од.	266	

Продовження Таблиці 2.1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
16.	UGREEN NW102: Ethernet кабель, патч-корд, категорії Cat 6 з інтерфейсом RJ-45.	UGREEN NW102	м.	800	
17.	NYM-J 3x1.5: трижильний мідний кабель.	NYM-J 3x1.5	м.	800	
18.	UA13G: Комутаційна коробка	UA13G	Од.	30	

Кінець Таблиці 2.1

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Одиниці виміру	Кількість	Примітки
1	2	3	4	5	6
19.	Schneider Electric Ultra 40x40: Кабель-канал	Schneider Electric Ultra 40x40	Од.	400	
20.	Schneider Electric Asfora RJ45: Комп'ютерна розетка з інтерфейсом RJ-45	Schneider Electric Asfora RJ45	Од.	100	
21.	Schneider Electric MUREVA S: Розетка з заземленням	Schneider Electric MUREVA S	Од.	800	

2.2.4 Розрахунок інтенсивності вихідного трафіку найбільшої локальної мережі

Середня інтенсивність трафіку (у кадрах/с) – 227.

Кількість вузлів у найбільшій мережі: 102.

Середня інтенсивність трафіку – 650 байт.

Пропускна здатність лінії передачі даних – 1 000 000 000 біт/с.

Середня довжина повідомлення – 650 байт.

Пропускна здатність мережі на рівні доступу:

$$227 * 102 * 650 * 8 = 120\,400 \text{ мбіт/с}$$

Інтенсивність виходу:

$$1\,000\,000\,000 / (650 * 8) = 192\,308 \text{ пакетів/с}$$

Максимальна кількість вузлів, що може бути під'єднано до комутаторів у найбільшій мережі:

$$192308 / 227 = 847 \text{ вузлів}$$

Інтенсивність вихідного трафіку:

$$227 * 102 = 23154 \text{ пакетів/с}$$

Коефіцієнт затримки на рівні розподілу:

$$23154 / 192308 = 0.120$$

Коефіцієнт зайнятості маршрутизатора:

$$0.120 / (1 - 0.120) = 0.136$$

Середня затримка кадру:

$$1 / (192308 - 23154) = 5.91 \text{ мкс}$$

Середня довжина черги:

$$(0.120^2) / (1 - 0.120) = 0.016 \text{ пакетів}$$

Середній час перебування пакета в черзі:

$$0.016 / 23154 = 6.91 \text{ мкс}$$

3 РОЗРОБКА КОРПОРАТИВНОЇ МЕРЕЖІ

3.1 Розрахунок адресації комп'ютерної мережі вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро

Мережа вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро складається з 5 підмереж.

Таблиця 3.1 – Підмережі

№ Підмережі	Назва	Кількість вузлів
LAN_1	Система відстеження вантажів	8
LAN_2	Касова зона	91
LAN_3	Технічна система	23
LAN_4	Система зберігання вантажів	97
LAN_5	Система сортування та розподілу вантажів	102

Блок адрес виділення підмереж – 10.25.32.0 з маскою /22. Адресація у мережі буде проводитися методом VLSM.

Першим кроком буде сортування підмереж у порядку зменшення:

1. LAN_5 – 102 вузла.
2. LAN_4 – 97 вузлів.
3. LAN_2 – 91 вузлів.
4. LAN_3 – 23 вузла.
5. LAN_1 – 8 вузлів

Наступним кроком буде визначення мінімального розміру підмережі для кожного LAN:

LAN_5: /25 (128 адрес)

LAN_4: /25 (128 адрес)

LAN_2: /25 (128 адрес)

LAN_3: /27 (32 адрес)

LAN_1: /28 (16 адрес)

Блок 10.25.32.0/22 має загалом 1024 IP-адрес.

Наступним кроком буде розділення підмереж

LAN_5 (102 вузли, /25): 10.25.32.0 - 10.25.32.127

LAN_4 (97 вузлів, /25): 10.25.32.128 - 10.25.32.255

LAN_2 (91 вузол, /25): 10.25.33.0 - 10.25.33.127

LAN_3 (23 вузли, /27): 10.25.33.128 - 10.25.33.159

LAN_1 (8 вузлів, /28): 10.25.33.160 - 10.25.33.175

Таблиця 3.2 – схема адресації мережі

Назва мережі	Кількість вузлів	Номер мережі	Маска мережі	Початкове значення діапазону можливих адрес вузлів у підмережі	Кінцеве значення діапазону можливих адрес вузлів у підмережі
LAN_1	8	10.25.33.160	/28	10.25.33.161	10.25.33.174
LAN_2	91	10.25.33.0	/25	10.25.33.1	10.25.33.126
LAN_3	23	10.25.33.128	/27	10.25.33.129	10.25.33.158
LAN_4	97	10.25.32.128	/25	10.25.32.129	10.25.32.254
LAN_5	102	10.25.32.0	/25	10.25.32.1	10.25.32.126

Адреси з маскою /25, /27 та /28 використовують останню адресу для ширококомлення і першу адресу для мережі, тому вони не включені в діапазони можливих адрес вузлів.

Діапазон IP-адрес для вузлів починається з першої доступної адреси (номер мережі + 1) і закінчується перед ширококомвною адресою (останньою адресою в підмережі - 1).

Наступним кроком буде з'єднання між маршрутизаторами.

Використовуємо блок адрес: 10.1.4.0 з маскою /24.

Згідно з архітектурою мережі, для підключення основної мережі до маршрутизатора провайдеру інтернету використовується: 209.165.202.0 з маскою /28.

Розрахунок проводимо за методом VLSM.

Таблиця 3.3 – схема адресації між маршрутизаторами

Назва мережі	Кількість вузлів	Номер мережі	Маска мережі	Початкове значення діапазону можливих адрес вузлів у підмережі	Кінцеве значення діапазону можливих адрес вузлів у підмережі
WAN_1	2	10.1.4.0	/30	10.1.4.1	10.1.4.2
WAN_2	2	10.1.4.4	/30	10.1.4.5	10.1.4.6
WAN_3	2	10.1.4.8	/30	10.1.4.9	10.1.4.10
WAN_4	2	10.1.4.12	/30	10.1.4.13	10.1.4.14
WAN_5	2	10.1.4.16	/30	10.1.4.17	10.1.4.18
ISP	2	209.165.202.0	/30	209.165.202.1	209.165.202.2

Перші адреси підмережі призначаються на інтерфейси маршрутизаторам.

Другі адреси призначаються комутаторам у підмережах.

Серверам призначається адреса за такою формулою: перша адреса у підмережі + 9 + 4.

Усі інші пристрої отримують адресу через протокол DHCP.

У LAN_1 будуть налаштовані VLAN.

3.2 Налаштування моделі мережі

Враховуючи специфікацію обладнання та вимоги, налаштовуємо модель комп'ютерної мережі.

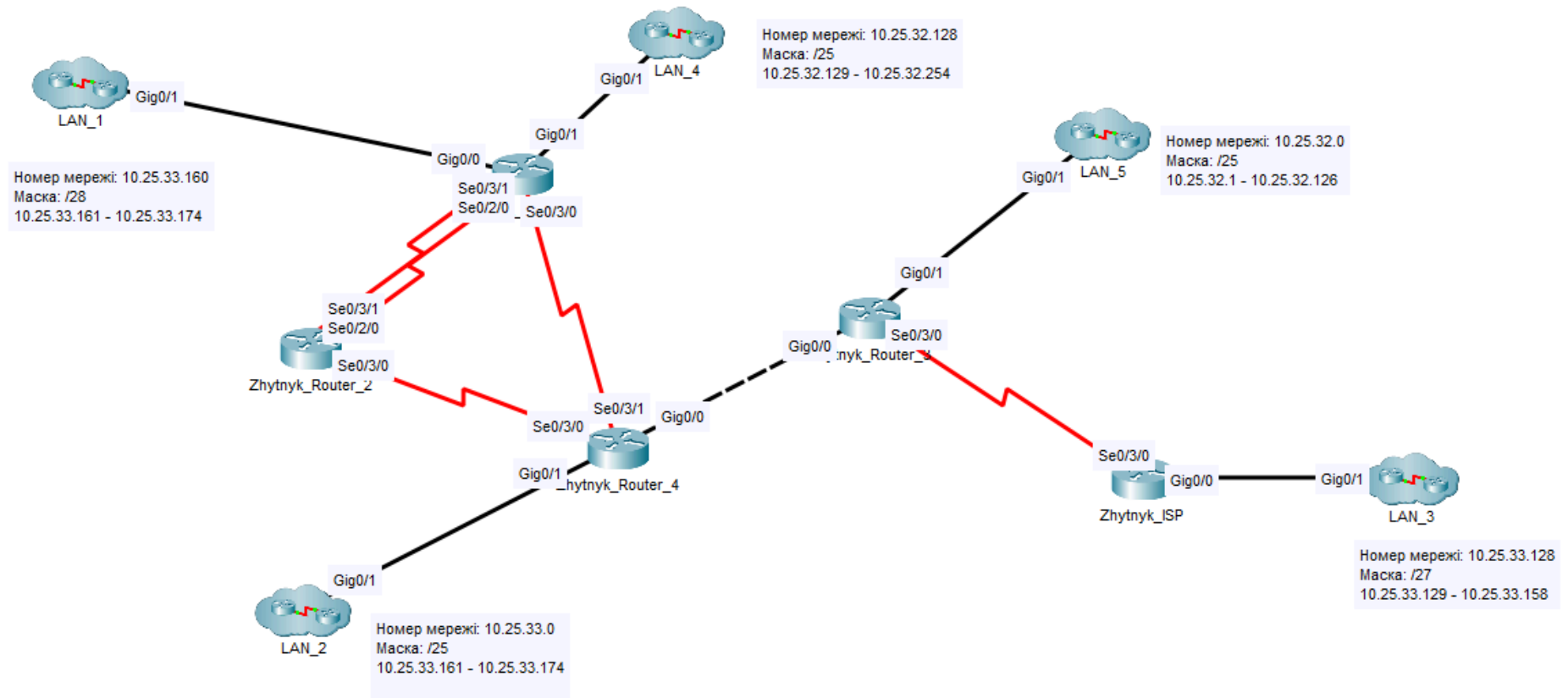


Рисунок 3.1 – Модель мережі

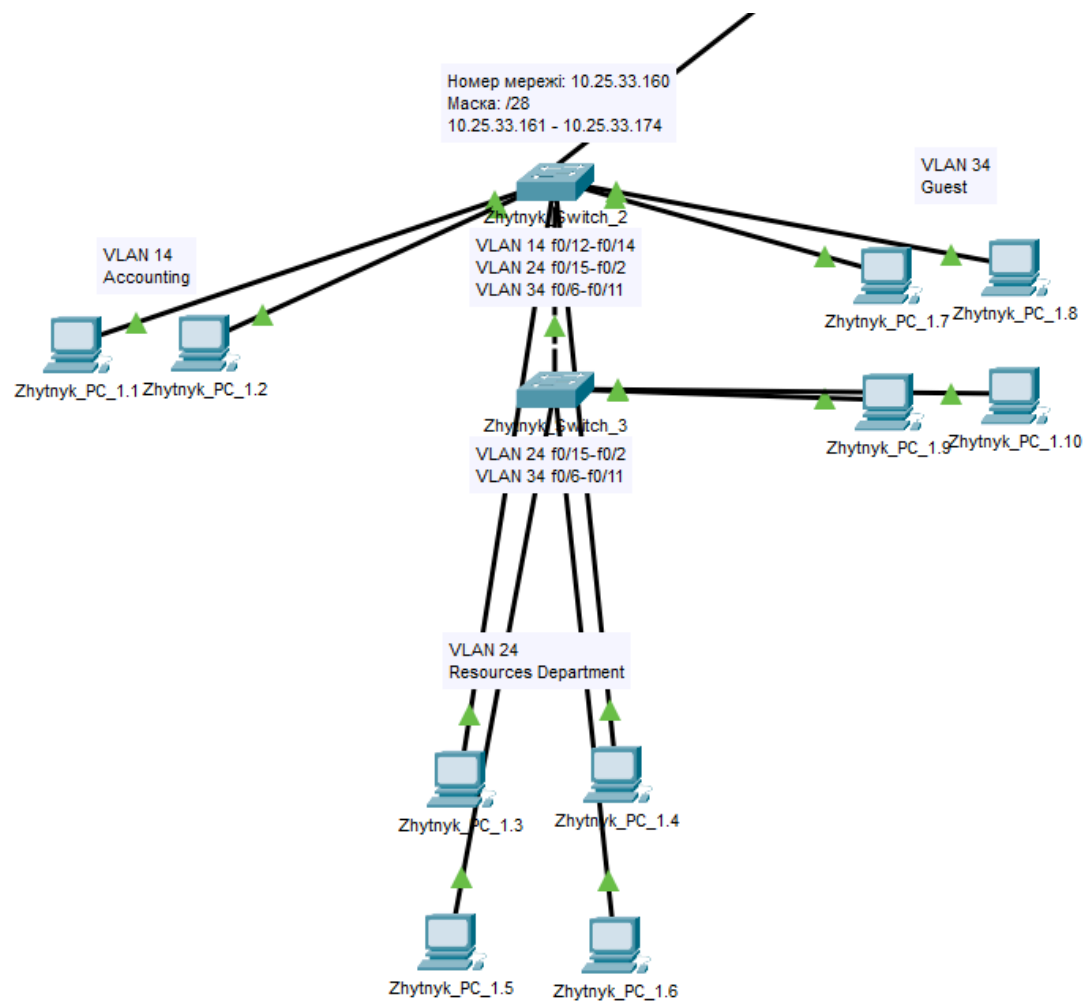


Рисунок 3.2 – Модель LAN_1

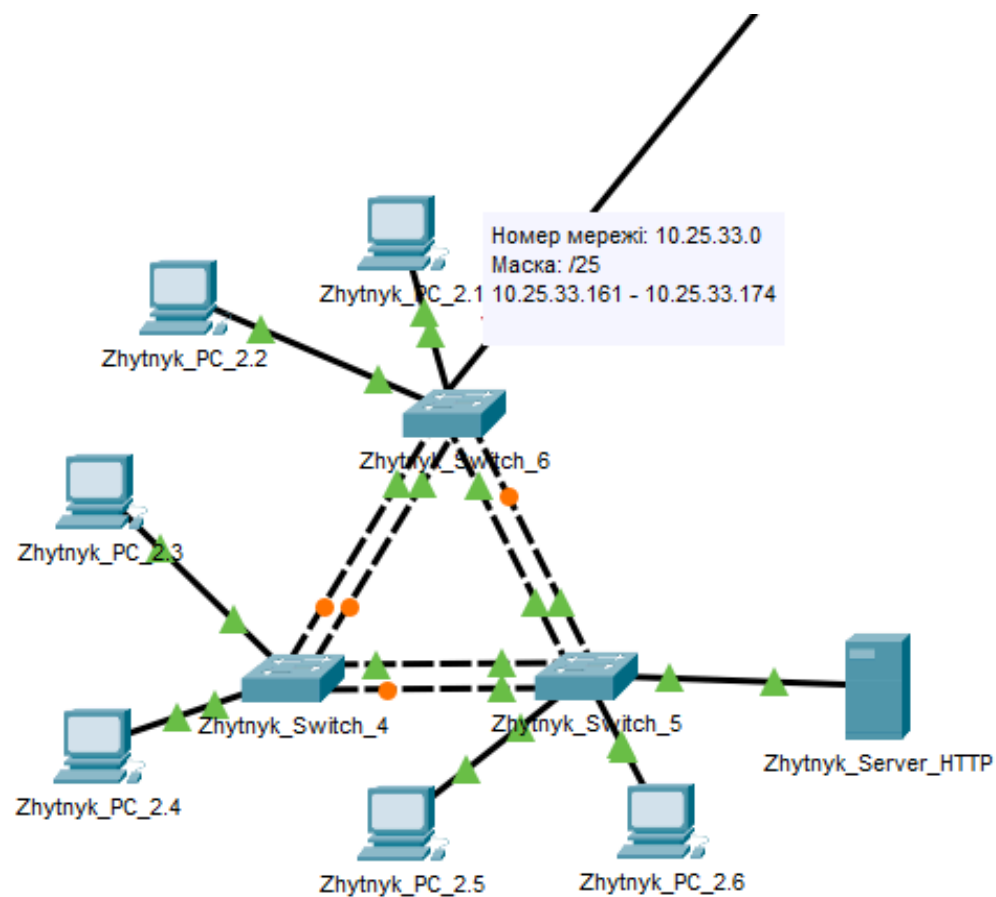


Рисунок 3.3 – Модель LAN_2

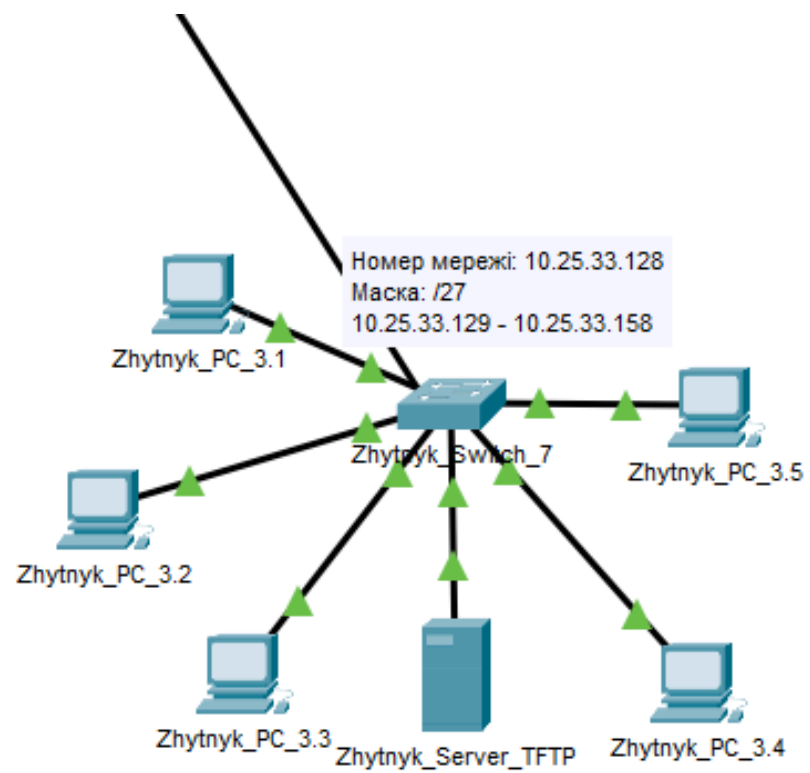


Рисунок 3.4 – Модель LAN_3

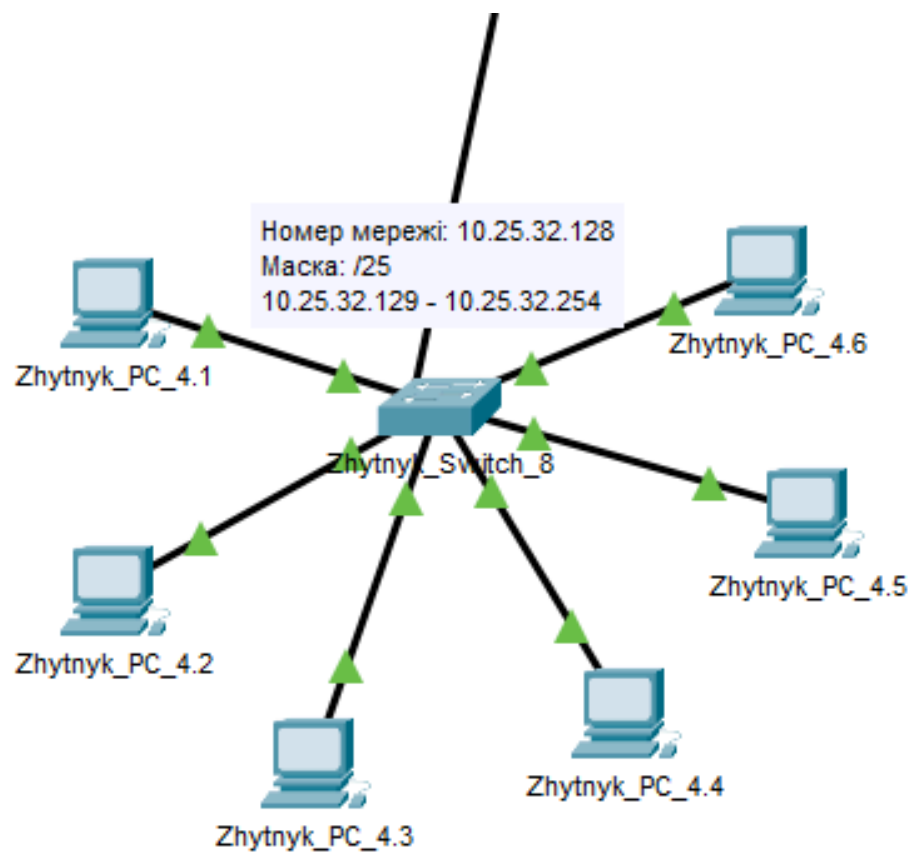


Рисунок 3.5 – Модель LAN_4

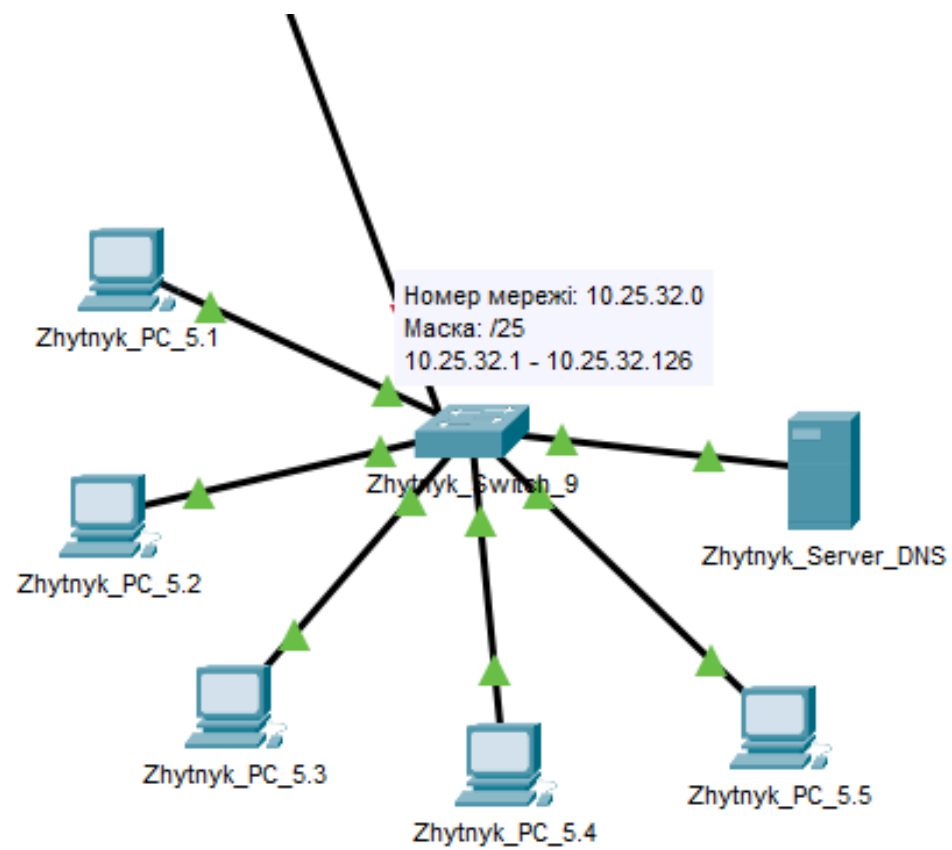


Рисунок 3.6 – Модель LAN_5

3.3 Налаштування пристроїв у мережі

3.3.1 Базове налаштування конфігурації пристроїв

Призначення IP-адрес на прикладі маршрутизатора Zhytnyk_Router_3:

enable – привілейований режим конфігурації

configure terminal – глобальний режим конфігурації

interface Se0/3/0 – вибір інтерфейсу для конфігурації

ip address 209.165.202.2 255.255.255.252 – призначення IP-адреси з маскою підмережі для вибраного інтерфейсу

no shutdown – ввімкнення інтерфейсу

clock rate 128000 – призначення частоти 128000 на DCE-інтерфейсі

show ip route – перевірка призначення IP-адрес

Налаштування для кожного маршрутизатора та комутатора у мережі:

hostname <ім'я> – призначення імені

banner motd “<надпис>” – створення банеру

line console 0 – вибір консолі для подальшої конфігурації

password cisco – встановлення паролю

login – вимога паролю

line vty 0 15 – вибір vty з 0 по 15

password cisco – встановлення паролю для vty

login – вимога паролю для vty

enable secret class – встановлення паролю доступу до привілейованого режиму

service password-encryption – шифрування паролів

ip domain-name <ім'я> – встановлення доменного імені

crypto key generate rsa

1024 – генерація RSA ключа шифрування з розміром 1024 біти

line vty 0 15 – вибір vty з 0 по 15

transport input ssh – налаштування протоколу ssh

login local

username 123202_Zhytnyk password admincisco – створення користувача

Налаштування для кожного комутатора у LAN_2:

interface range <діапазон інтерфейсів> – вибір діапазону інтерфейсів

channel-group 1 mode active – об'єднання діапазону інтерфейсів у канал агрегації

interface port-channel 1 – вибір каналу агрегації

switchport mode trunk – конфігурація агрегатного каналу у режим транку

switchport trunk allowed vlan all – дозвіл проходження усіх VLAN

Налаштування DHCP на прикладі LAN_5:

ip dhcp pool LAN5 – створення пулу DHCP

network 10.25.32.0 255.255.255.0 – вказання діапазону адрес

default-router 10.25.32.1 – вказання адреси за замовченням

dns-server 10.25.32.14 – вказання адреси DNS-сервера

ip dhcp excluded-address 10.25.32.1 10.25.32.10 – виключення з пулу перших 10 адрес, які зарезервовані під маршрутизатори та комутатори

ip dhcp excluded-address 10.25.32.14 10.25.32.14 – виключення з пулу адрес DNS - серверу

Налаштування на комутаторі Zhytnyk_Switch_9:

interface vlan 1 – вибір інтерфейсу

ip address 10.25.32.2 255.255.255.0 – встановлення IP-адреси

no shutdown – ввімкнення інтерфейсу

ip default-gateway 10.25.32.1 – встановлення шлюзу за замовченням

3.3.2 Налаштування маршрутизаторів

router ospf 4 – вмикання ospf

Оголошуємо мережі командою network

`passive-interface <Ім'я інтерфейсу>` – вимкнення OSPF оновлень

`auto-cost reference-bandwidth 1000` – зміна еталонної пропускної здатності на 1000 мбіт/с

`interface <назва serial інтерфейсу>` – вибір інтерфейсу для конфігурації

`bandwidth 128` – встановлення пропускної здатності 128 кілобайт/с для інтерфейсу

`delay 7500` – встановлення вартості метрики 7500 для інтерфейсу

Налаштування статичних маршрутів:

Налаштовуємо статичні маршрути за допомогою команди `ip route`

`router ospf 4` – вмикання ospf

`redistribute static subnets` – включення маршрутів до таблиці маршрутизації OSPF

Налаштування AAA (Authentication, Authorization, and Accounting) на кожному маршрутизаторі:

`aaa new-model` – активація АА

`radius-server host 10.25.33.142 auth-port 1645 key radius123` – налаштування серверу RADIUS (Zhytnyk_Server_TFTP)

`aaa authentication login console group radius local` – налаштування ааа для автентифікації користувачів

`line console 0` – режим конфігурації лінії для консолі

`login authentication console`

`aaa authentication login default local` – налаштування ааа для автентифікації користувачів за замовченням

`username <назва маршрутизатору> password admin123` – додавання користувача до локальної бази даних маршрутизатора

`line vty 0 15` – вибір vty з 0 по 15

`login authentication default` – застосування методу автентифікації за замовченням до всіх ліній vty.

Далі, через графічний інтерфейс, додаємо усі налаштовані маршрутизатори до сервісу AAA на сервері RADIUS (Zhytnyk_Server_TFTP).

3.3.3 Налаштування роботи Інтернет

Налаштування NAT на пограничному маршрутизаторі:

`ip access-list extended NAT4` – створення розширеного списку доступу для NAT

`ip nat pool Internet 209.165.200.5 209.165.200.30 netmask 255.255.255.224` – створення пулу зовнішніх IP-адрес

`ip nat inside source list NAT4 pool Internet` – використання пулу відповідно до списку доступу

`interface Se0/3/0` – вибір інтерфейсу

`ip nat outside` – встановлення зовнішнього інтерфейсу (Se0/3/0)

`interface Gig0/0` – вибір інтерфейсу

`ip nat inside` – встановлення внутрішнього інтерфейсу (Gig0/0)

`interface Gig0/1` – вибір інтерфейсу

`ip nat inside` – встановлення внутрішнього інтерфейсу (Gig0/1)

Далі додаємо IP-адресу HTTP серверу з доменним ім'ям 123.dnipro.ua у сервісі DNS на сервері Zhytnyk_Server_DNS.

4 РОЗРОБКА КОМПОНЕНТА СИСТЕМИ

4.1 Вибір компоненту системи

Згідно з вимогами, у кіберфізичній системі повинні бути впроваджені IoT - пристрої.

IoT - це концепція мережі фізичних пристроїв, обладнаних сенсорами, програмним забезпеченням та іншими технологіями для підключення і обміну даними з іншими пристроями і системами через Інтернет. Основна мета IoT у контексті кіберфізичної системи вантажного відділення полягає в тому, щоб автоматизувати процеси у відділенні.

4.2 Функціонал компоненту системи

Буде впроваджено наступний функціонал IoT:

- у зоні сортування та розподілу вантажів буде впроваджена система конвеєрів;
- у касовій зоні буде впроваджена система відеоспостереження;
- у зоні зберігання вантажів буде впроваджена система пожежної безпеки;

Для впровадження IoT - функціоналу будуть використовуватися хмарні та туманні обчислення.

Сценарії систем:

Система конвеєрів:

- При натисканні на кнопку конвеєр запускається;
- При наступному натисканні на кнопку конвеєр зупиняється;
- Поки конвеєр працює, сигнальна лампа, світиться;

Система відеоспостереження:

- При фіксації руху за допомогою датчика, камери вмикаються;
- При відсутності руху камери вимикаються;

Система пожежної безпеки:

- При фіксації диму за допомогою датчиків, вмикається сирена
- При відсутності диму сирена вимикається

Система конвеєрів буде впроваджена за допомогою мікроконтролера (MCU) з Wi-Fi модулем. Програмний код буде написаний мовою програмування Python.

Системи відеоспостереження та пожежної безпеки будуть впроваджені за допомогою сценаріїв.

4.3 Впровадження компоненту системи

Першим кроком буде встановлення IoT - серверу.

Далі додаємо IP-адресу сервера IoT з доменним ім'ям `iot.Zhytnyk.ua` до DNS серверу.

Наступним кроком буде створення аккаунту для підключення IoT - пристроїв у web-застосунку з комп'ютера.

Далі підключаємо усі IoT - пристрої до сервера. (Рисунок 4.1)

IoT Server - Devices		Home Conditions Editor Log Out
▶ ● Zhytnyk_Siren_1 (PTT081061B9-)		Siren
▶ ● Zhytnyk_MCU_1 (PTT0810UNJ9-)		
▶ ● Zhytnyk_Motion_Detector_1 (PTT081090SJ-)		Motion Detector
▶ ● Zhytnyk_Cam_2 (PTT0810MJ47-)		Webcam
▶ ● Zhytnyk_Motion_Detector_2 (PTT08104V27-)		Motion Detector
▶ ● Zhytnyk_Cam_3 (PTT08102C14-)		Webcam
▶ ● Zhytnyk_Cam_1 (PTT081094RH-)		Webcam
▶ ● Zhytnyk_Smoke_Detector_3 (PTT0810MIBQ-)		Smoke Detector
▶ ● Zhytnyk_Smoke_Detector_2 (PTT0810KRNF-)		Smoke Detector
▶ ● Zhytnyk_Smoke_Detector_1 (PTT0810FA0Y-)		Smoke Detector

Рисунок 4.1 – Приєднані IoT - пристрої

Налаштуємо сценарії для IoT-пристроїв. (Рисунок 4.2)

Actions	Enabled	Name	Condition	Actions
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Remove"/>	Yes	система пожежної безпеки 1	Match any: • Zhytnyk_Smoke_Detector_1 Level > 0 • Zhytnyk_Smoke_Detector_2 Level > 0 • Zhytnyk_Smoke_Detector_3 Level > 0	Set Zhytnyk_Siren_1 On to true
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Remove"/>	Yes	система пожежної безпеки 2	Match all: • Zhytnyk_Smoke_Detector_1 Level <= 0 • Zhytnyk_Smoke_Detector_2 Level <= 0 • Zhytnyk_Smoke_Detector_3 Level <= 0	Set Zhytnyk_Siren_1 On to false
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Remove"/>	Yes	система відеоспостереження 1	Match any: • Zhytnyk_Motion_Detector_1 On is true • Zhytnyk_Motion_Detector_2 On is true	Set Zhytnyk_Cam_1 On to true Set Zhytnyk_Cam_2 On to true Set Zhytnyk_Cam_3 On to true
<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Remove"/>	Yes	система відеоспостереження 2	Match all: • Zhytnyk_Motion_Detector_1 On is false • Zhytnyk_Motion_Detector_2 On is false	Set Zhytnyk_Cam_1 On to false Set Zhytnyk_Cam_2 On to false Set Zhytnyk_Cam_3 On to false

Рисунок 4.2 – Сценарії IoT - пристроїв

Далі буде запрограмовано мікроконтролер (MCU) Zhytnyk_MCU_1. У вкладці Programming створюємо новий проект мовою Python.

Текст програми (після # - коментарі):

```
import gpio, time # імпорт необхідних модулів

state = False # змінна, яка відповідає за стан системи (True - система активна,
False - система неактивна)
button_pin = 0 # пін кнопки
lamp_pin = 1 # пін лампи
conv_1_pin = 2 # пін першого конвеєру
conv_2_pin = 3 # пін другого конвеєру

while True: # цикл програми
time.sleep(0.1) # затримка між ітераціями циклу
if gpio.digitalRead(button_pin) == gpio.HIGH: # якщо кнопка натиснута
if state == False: # та система не активна
gpio.digitalWrite(lamp_pin, gpio.HIGH) # ввімкнути лампу
gpio.digitalWrite(conv_1_pin, gpio.HIGH) # ввімкнути перший конвеєр
gpio.digitalWrite(conv_2_pin, gpio.HIGH) # ввімкнути другий конвеєр
state = True # змінити стан на активний
else: # та система активна
```

```
gpio.digitalWrite(lamp_pin, gpio.LOW) # вимкнути лампу  
gpio.digitalWrite(conv_1_pin, gpio.LOW) # вимкнути перший конвеєр  
gpio.digitalWrite(conv_2_pin, gpio.LOW) # вимкнути другий конвеєр  
state = False # змінити стан на неактивний
```

На рисунках 4.3, 4.4, 4.5 відображені налаштовані системи.

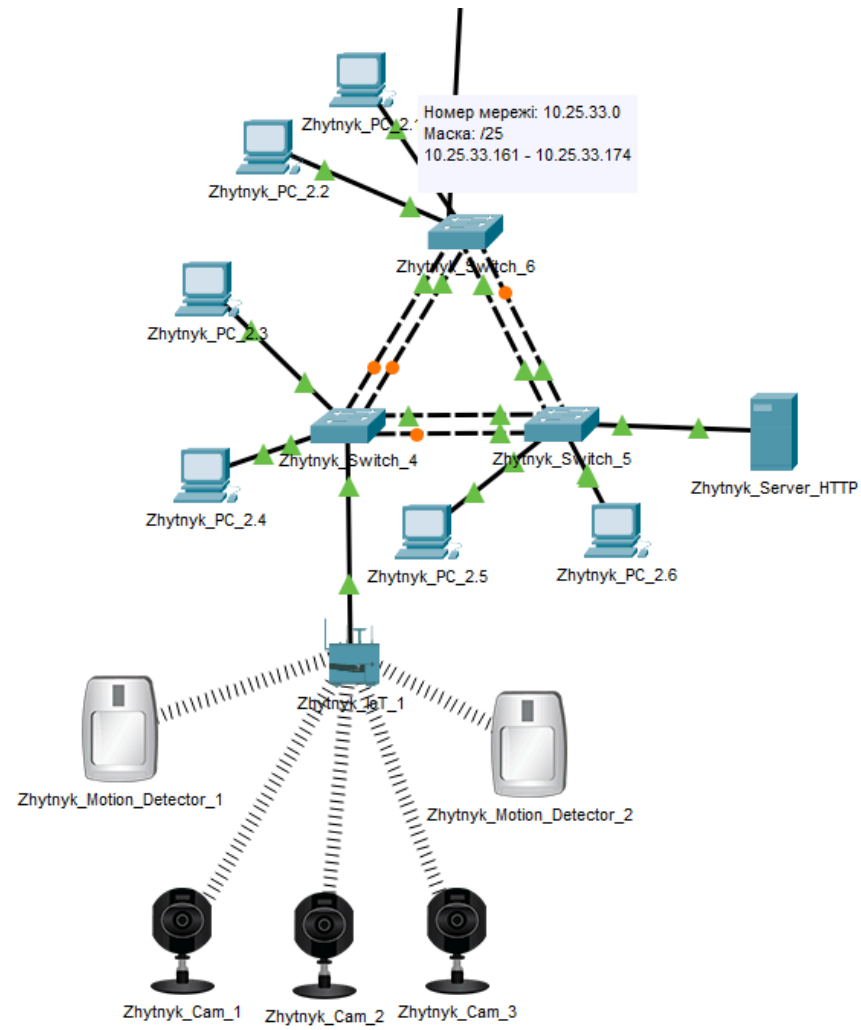


Рисунок 4.3 – Система відеоспостереження

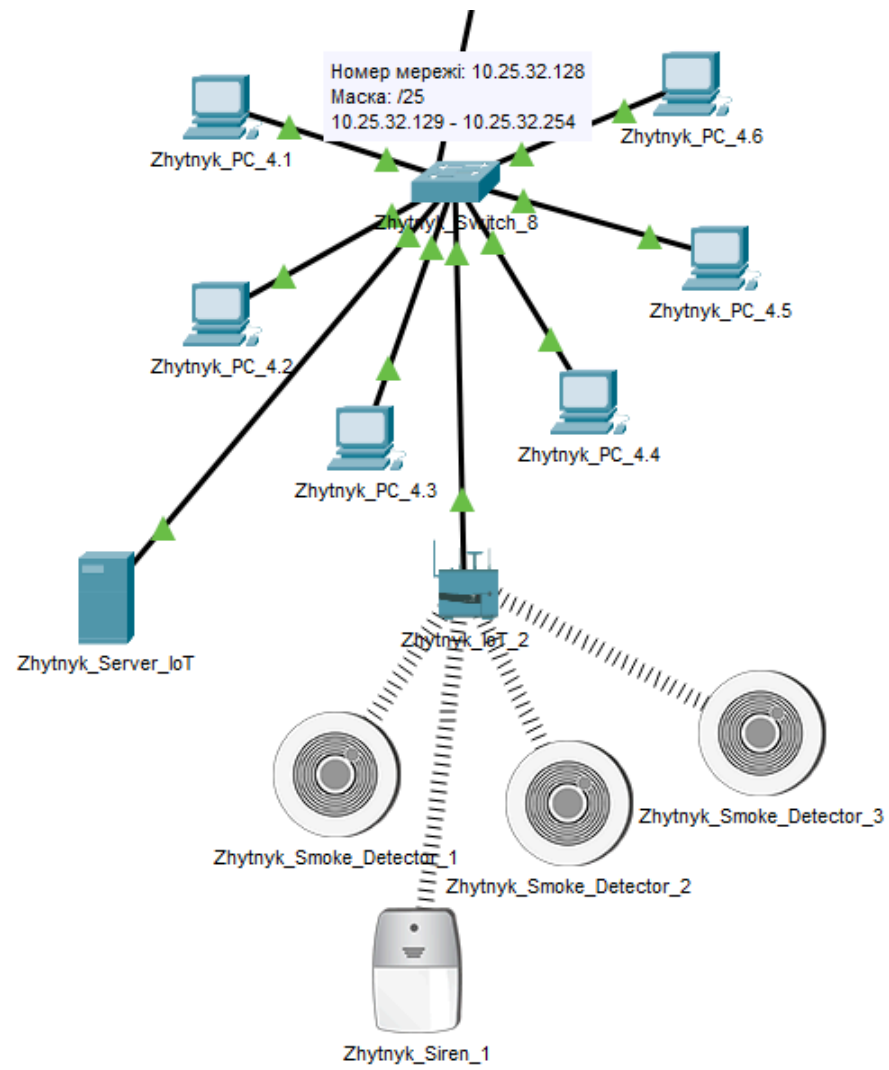


Рисунок 4.4 – Система пожежної безпеки

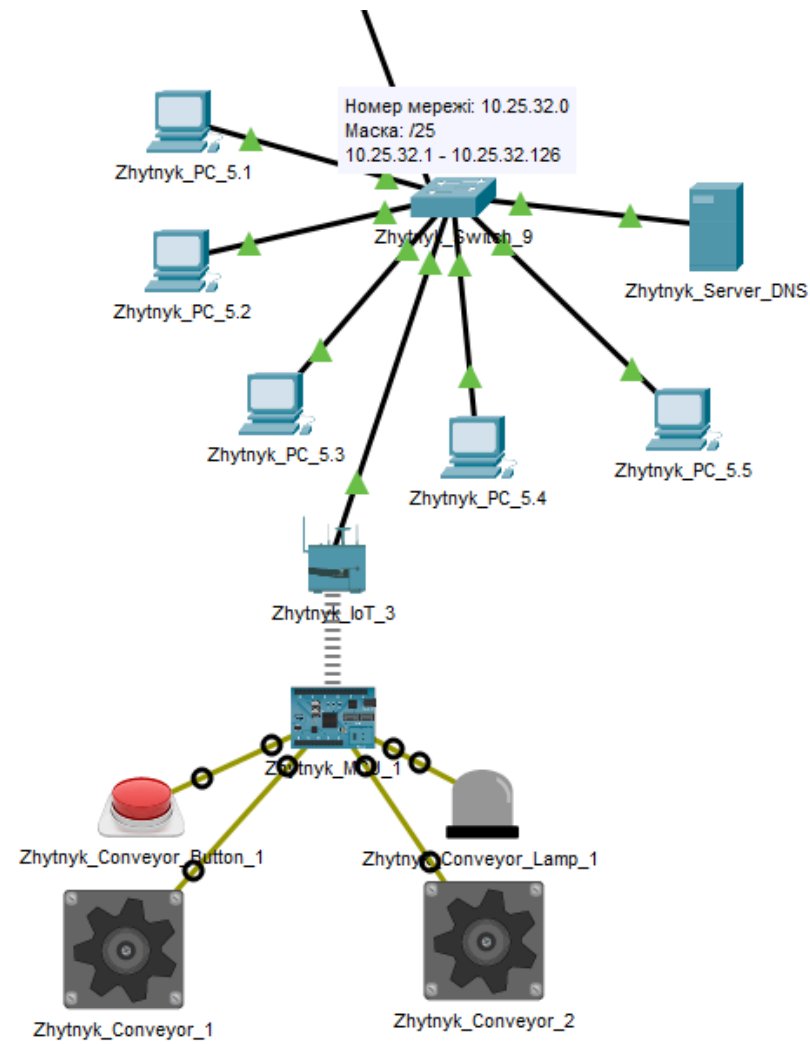


Рисунок 4.5 – Система конвеєрів

4.4 Тестування компоненту системи

Тестування системи відеоспостереження (Рисунок 4.6):

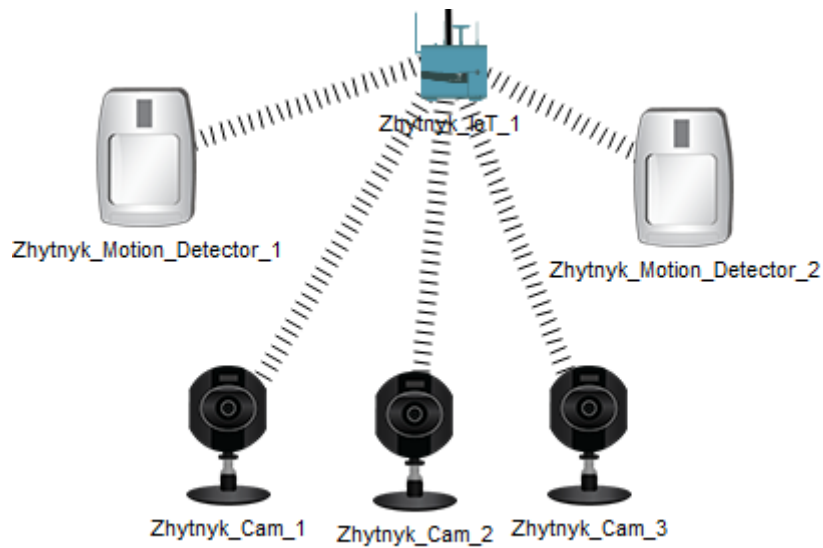


Рисунок 4.6 – Тестування системи відеоспостереження без фіксації руху

Імітуємо активність, наведевши курсор та датчик руху. (Рисунок 4.7)

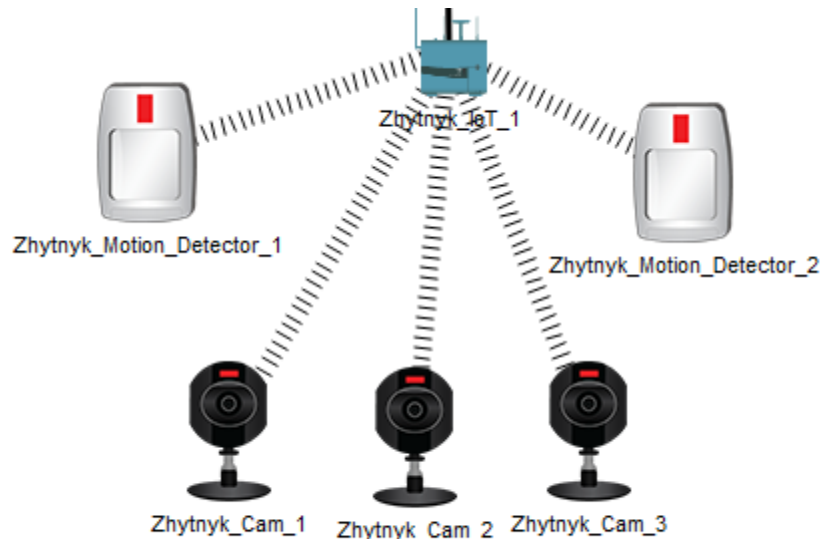


Рисунок 4.7 – Тестування системи відеоспостереження при фіксації руху

Тестування системи пожежної безпеки: (Рисунок 4.8)

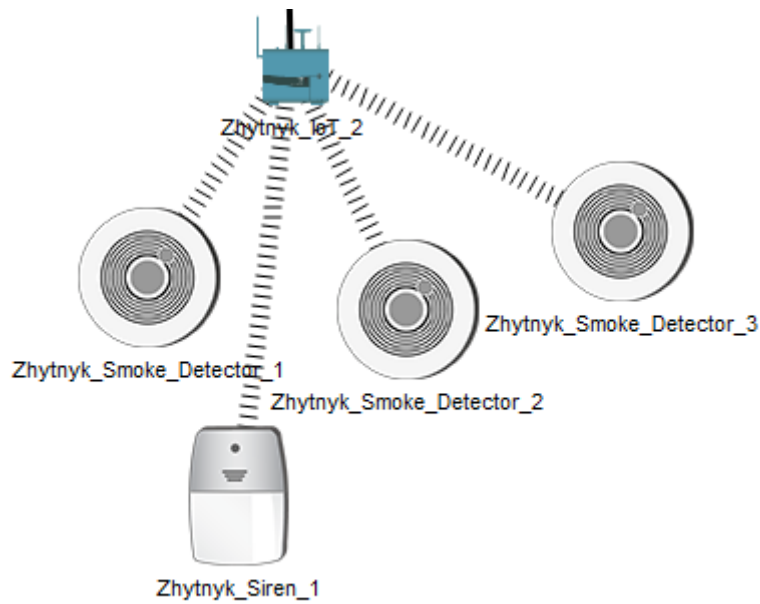


Рисунок 4.8 – Тестування системи пожежної безпеки при відсутності диму

Далі додаємо пристрій для імітації диму (Old Car) та вмикаємо його. (Рисунок 4.9)

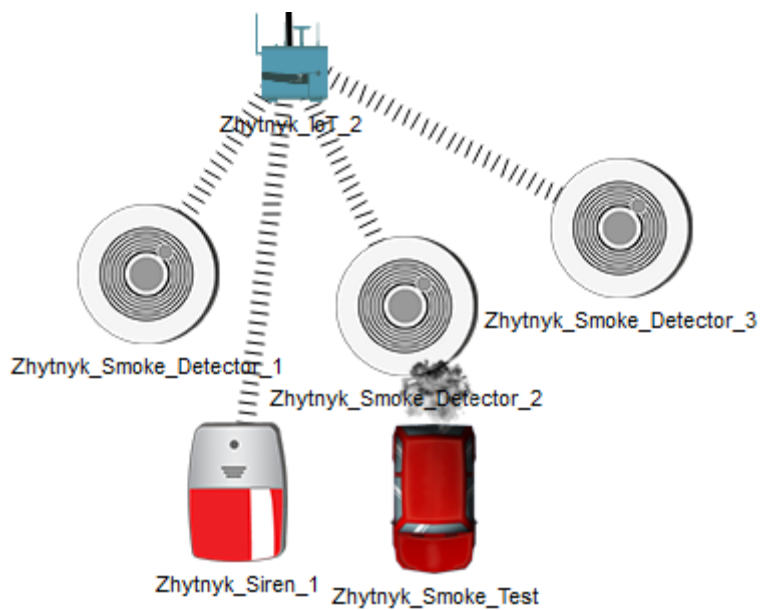


Рисунок 4.9 – Тестування системи пожежної безпеки при наявності диму

Тестування системи конвеєрів: (Рисунок 4.10)

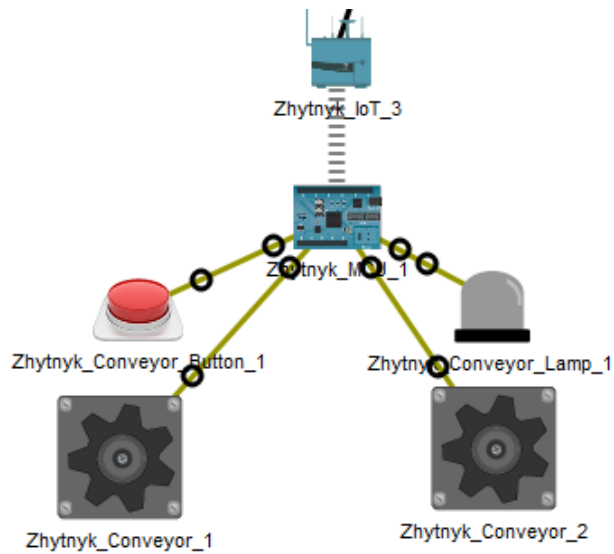


Рисунок 4.10 – Тестування системи конвеєрів у неактивному стані

Натискаємо кнопку. (Рисунок 4.11)

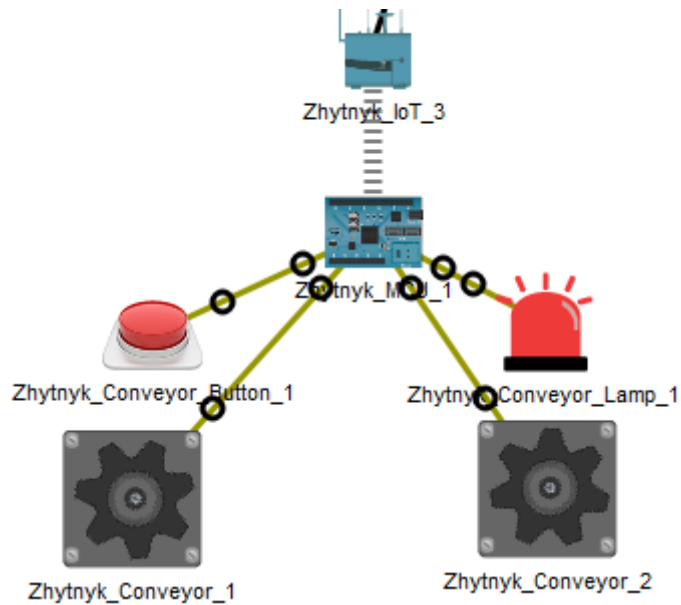


Рисунок 4.11 – Тестування системи конвеєрів у активному стані

При повторному натисканні кнопки система повернеться у неактивний стан (Рисунок 4.10).

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційному проекті була розроблена кіберфізична система вантажного відділення №2 Нової Пошти у місті Дніпро.

Були розроблені вимоги, специфікація обладнання, проведені налаштування на мережевих пристроях. Також були впроваджені та налаштовані IoT - пристрої та мікроконтролери, які були запрограмовані мовою Python.

Було проведено тестування системи.

Проектування проводилося у програмі Cisco Packet Tracer.

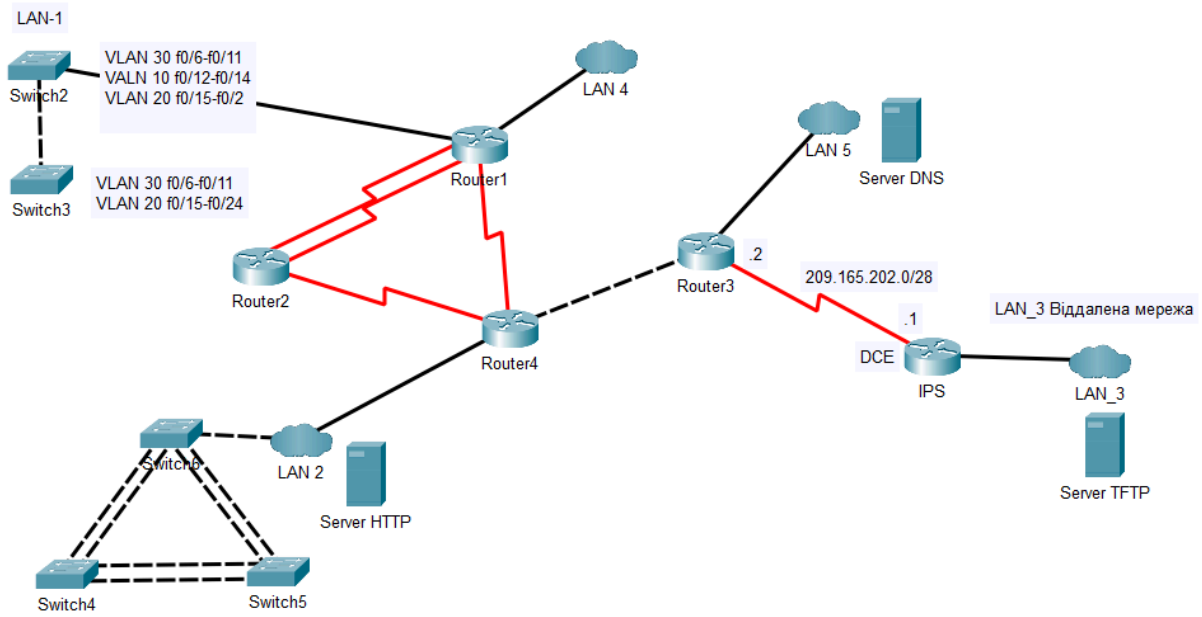
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Цвіркун Л.І. Атестація здобувачів вищої освіти. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студентами галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія / Л.І. Цвіркун, С.М. Ткаченко, Я.В. Панферова, Д.О. Бешта, Л.В. Бешта. – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 63 с.
2. відділення №2 – [Електронний ресурс] – <https://novaposhta.ua/office/view/id/2/city/%D0%94%D0%BD%D1%96%D0%BF%D1%80%D0%BE>
3. головна сторінка Нової Пошти – [Електронний ресурс] – <https://novaposhta.ua/>
4. Gryphon 4500 – [Електронний ресурс] – <https://www.datalogic.com/eng/retail-manufacturing-transportation-logistics-healthcare-other-applications/handheld-scanners/gryphon-4500-series-pd-836.html>
5. IND560 – [Електронний ресурс] – https://www.mt.com/us/en/home/phased_out_products/Industrial_Weighing_Solutions/Terminals-and-Controllers/terminals-bench-floor-scales/advanced-bench-floor-applications/IND560/IND560.html
6. Interroll Conveyor – [Електронний ресурс] – <https://www.interroll.com/products/unit-handling/rollers-and-wheels/>
7. Impinj Speedway – [Електронний ресурс] – <https://www.impinj.com/products/readers/impinj-speedway>
8. Siemens 6AV2124-0MC01-0AX0 – [Електронний ресурс] – <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/?mlfb=6AV2124-0MC01-0AX0>
9. Toledo ICS689 – [Електронний ресурс] – https://www.mt.com/us/en/home/products/Industrial_Weighing_Solutions/scale-indicator/ics689-30240603001.html
10. hikvision DS-2CD2385FWD-I – [Електронний ресурс] – <https://www.hikvision.com/ca-en/products/IP-Products/Network-Cameras/Pro-Series-EasyIP-/ds-2cd2385fwd-i/?subName=DS-2CD2385FWD-I>
11. Universal Robots UR10e – [Електронний ресурс] – <https://www.universal-robots.com/products/ur10-robot/>
12. Siemens S54364-F9-A1 – [Електронний ресурс] – <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/S54364F9A1>
13. Bosch IoT Suite – [Електронний ресурс] – <https://bosch-iot-suite.com/>
14. Dell POWEREDGE R740 – [Електронний ресурс] – https://i.dell.com/sites/csdocuments/Shared-Content_data-Sheets_Documents/en/poweredge-r740-spec-sheet.pdf

15. Lenovo ThinkCentre M720s SFF – [Электронный ресурс] – <https://shop.lenovo.ua/computers/kompyuter-lenovo-thinkcentre-m720s-sff-10st0079ru.html>

Додаток А

Загальна архітектура мережі



Додаток Б

Текст програми налаштування IoT-пристроїв на мікроконтролері

**Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”**

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
НАЛАШТУВАННЯ ІОТ-ПРИСТРОЇВ НА
МІКРОКОНТРОЛЕРІ**

Текст програми

804.02070743.24004-01 12 01

Листів 3

2024

АНОТАЦІЯ

Даний додаток містить в собі програмне забезпечення для системи конвеєрів.

Текст програми реалізований на мові програмування Python.

Програма розроблена у середовищі Cisco Packet Tracer.

3MICT

1. Zhytnyk_MCU_1

Zhytnyk_MCU_1

```
import gpio, time # імпорт необхідних модулів

state = False # змінна, яка відповідає за стан системи (True - система активна,
False - система неактивна)
button_pin = 0 # пін кнопки
lamp_pin = 1 # пін лампи
conv_1_pin = 2 # пін першого конвеєру
conv_2_pin = 3 # пін другого конвеєру

while True: # цикл програми
    time.sleep(0.1) # затримка між ітераціями циклу
    if gpio.digitalRead(button_pin) == gpio.HIGH: # якщо кнопка натиснута
        if state == False: # та система не активна
            gpio.digitalWrite(lamp_pin, gpio.HIGH) # ввімкнути лампу
            gpio.digitalWrite(conv_1_pin, gpio.HIGH) # ввімкнути перший конвеєр
            gpio.digitalWrite(conv_2_pin, gpio.HIGH) # ввімкнути другий конвеєр
            state = True # змінити стан на активний
        else: # та система активна
            gpio.digitalWrite(lamp_pin, gpio.LOW) # вимкнути лампу
            gpio.digitalWrite(conv_1_pin, gpio.LOW) # вимкнути перший конвеєр
            gpio.digitalWrite(conv_2_pin, gpio.LOW) # вимкнути другий конвеєр
            state = False # змінити стан на неактивний
```