

ХЕРСОНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТРАНСПОРТУ

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОБОТОТЕХНІКИ І МЕХАТРОНІКИ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Розробка системи бездротового зв'язку в магазинах без персоналу»

«Development of a wireless communication system in self-service shops»

Виконав: студент 4 курсу, групи 4А
спеціальність 151 – «Автоматизація та
комп'ютерно-інтегровані технології»

Заглада І.О.

Керівник: к.т.н., доцент Поліщук В.М.

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Херсон – 2025 рік

	Херсонський національний технічний університет
Факультет	Інженерії та транспорту
Кафедра	Автоматизації, робототехніки і мехатроніки
Ступінь вищої освіти	бакалавр
Спеціальність	151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри автоматизації,
робототехніки і мехатроніки
Селіверстов І.А.
 «__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту
 Загладі Ігорю Олександровичу

1. Тема проекту:
Розробка системи бездротового зв'язку в магазинах без персоналу
керівник проекту: к.т.н., доцент Поліщук В.М.
затверджена наказом вищого навчального закладу від 27.01.2025р. №132-с
2. Строк подання студентом проекту «10» червня 2025 р.
3. Вихідні дані до проекту:
Розробити систему бездротового зв'язку магазину роздрібної торгівлі згідно технічного завдання
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: 1) Опис об'єкту автоматизації та аналіз існуючої моделі; 2) Техніко економічне обґрунтування розроблюваної системи бездротового зв'язку; 3) Вибір технічних засобів та системи бездротового зв'язку магазину без персоналу; 4) Розробка і проектування автоматизованої системи керування процесами; Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу:
Схема мережева функціональна мережі магазинів
Схема мережева функціональна магазину
Схема електрична розташування магазину
Схема мережева принципова мережі магазинів
Схема мережева принципова магазину
Блок-схема алгоритму системи контролю температури та вологості

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Поліщук В.М., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання «27» січня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Опис об'єкту автоматизації та аналіз існуючої моделі	27.01.25 – 15.02.25	
2	Техніко економічне обґрунтування розроблюваної системи бездротового зв'язку	16.02.25 – 10.03.25	
3	Вибір технічних засобів та системи бездротового зв'язку магазину без персоналу	11.03.25 – 04.04.25	
4	Розробка і проектування автоматизованої системи керування процесами	05.04.25 – 25.04.25	
5	Оформлення пояснювальної записки	26.04.25 – 15.05.25	
6	Розробка технічної документації до дипломного проекту	16.05.25 – 26.05.25	
7	Підготовка роботи до здачі	27.05.25 – 05.06.25	

Студент _____ Заглада І.О.
(підпис)

Керівник проекту _____ Поліщук О.В.
(підпис)

[illegible]

					ВР				
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Відомість об'єму роботи				
Розроб.		Заглада І.О.							
Перевір.		Попішук В.М.							
Реценз.									
Н. Контр.		Попішук В.М.							
Затверд.		Селівєрстов І.А.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів		
						4	64		
					Error! Unknown document property name.				

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 64 сторінок, 12 рисунків. Графічна частина – 6 аркушів формату А1

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена проектуванню системи бездротового зв'язку для магазину та мережі магазинів без персоналу в умовах України.

Досліджені закордонні аналоги магазинів та мереж магазинів без персоналу, мережева та адміністративна структура закордонних мереж магазинів. Досліджені протоколи бездротового зв'язку вживанні в промисловості. Проаналізовано український ринок наявності та достатності технологічних рішень в сфері автоматизації торгівлі. Розроблені функціональні схеми мережі магазинів та окремих магазинів з наступною симуляцією. Спроектowana схема електрична розміщення магазину.

БЕЗДРОТОВИЙ ЗВ'ЯЗОК, РОЗДРІБНА ТОРГІВЛЯ, МАГАЗИНИ БЕЗ ПЕРСОНАЛУ, АВТОМАТИЗАЦІЯ ТОРГІВЛІ

					РФ			
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Реферат	Лім.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Заглада І.О.						5	64
Перевір.	Поліщук В.М.					Error! Unknown document property name		
Реценз.								
Н. Контр.	Поліщук В.М.							
Затверд.	Селіверстов І.А.							

ABSTRACT

Bachelor's Qualification Paper: 64 pages, 12 figures. Graphic part – 6 sheets of A1 format.

This bachelor's qualification paper focuses on designing a network for store and a stores network of unmanned stores in Ukraine.

The research examined foreign counterparts of unmanned stores and stores networks, network and administrative structures of foreign stores networks. Were investigated wireless communication protocols used in industry. The Ukrainian market was analyzed for the availability and sufficiency of technological solutions in retail automation. Were developed functional schemes for the store network and individual stores, followed by simulation. Was designed an electrical layout scheme for the store.

WIRELESS COMMUNICATION, RETAIL, UNMANNED STORES, RETAIL
AUTOMATION

					<i>РФ</i>	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Найменування об'єкту розробки та область застосування.

Повне найменування – Система бездротового зв'язку в магазинах без персоналу

Область застосування: Роздрібна торгівля – автоматизовані магазини без персоналу малого і середнього формату, включно з мережами.

2. Підстава для розробки та назва проектної організації.

Робота виконана на підставі: Наказ ХНТУ від 27.01.2025 №132-с

Організація: Херсонський національний технічний університет (ХНТУ), кафедра автоматизації, робототехніки і мехатроніки

3. Мета розробки

Створення централізованої автоматизованої системи бездротового зв'язку, що забезпечить:

- Зменшення витрат на персонал;
- Підвищення ефективності роботи магазину;
- Підвищення рівня безпеки зберігання та реалізації товарів;
- Інформаційний обмін між елементами системи (каси, склади, сервер, цінники тощо).

4. Призначення системи

Система бездротового зв'язку в магазинах без персоналу повинна виконувати наступні функції:

- Автоматична зміна цінників, використовуючи центральну базу даних, за таймером та/або зовнішнім чи внутрішнім запитом.

					ТЗ			
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Технічне завдання	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Заглада І.О.					7	64
Перевір.		Поліщук В.М.				Error! Unknown document property name		
Реценз.								
Н. Контр.		Поліщук В.М.						
Затверд.		Селівєрстов І.А.						

- Контроль температури і вологості в торговельному залі, складі, холодильних і морозильних установках.
- Попередження персоналу в разі виходу значень температури або вологості за норми.
- Автоматичний збір даних з касових апаратів.
- Автоматизований процес обліку товарів за допомогою переносних сканерів.
- Доступ до даних магазину з верхніх рівнів.

5. Вимоги до системи

Система повинна бути розбита на два мережевих рівня: зовнішній рівень (рівень мережі магазинів) та внутрішній (внутрішня мережа окремого магазину).

Зовнішній рівень – є мережею з ієрархічною структурою, складений з наступних підрівнів:

- Центральний рівень, в складі головного офісу компанії та центральної бази даних.
- Регіональний рівень, що складається з регіональних офісів.
- Локальний рівень, на якому розташовані окремі магазини.

Внутрішній рівень – має бути централізованою структурою, в якій підсистеми керуються за допомогою комп'ютера-сервера. До підсистем мають входити:

- Підсистема контролю цінників
- Підсистема складського обліку
- Підсистема контролю мікроклімату
- Підсистема контролю кас
- Підсистема відеонагляду

6. Економічні показники

- Зменшення витрат на персонал (з 6–8 до 1–2 осіб).
- Зменшення втрат від псування продукції.
- Зменшення втрат від крадіжок.
- Збільшення пропускної здатності кас на 50%.
- Підвищення прибутковості за рахунок оптимізації управління і аналітики.

					ТЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		9

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	12
ВСТУП.....	13
1. ОПИС ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ МОДЕЛІ.	17
1.1. Опис і аналіз магазину Biedronka як об'єкту автоматизації	17
1.2 Аналіз мережі магазинів Żabka Nano як прикладу реалізації магазину без персоналу.....	19
2. ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	22
2.1 Опис і аналіз існуючої системи управління.....	22
2.2 Розробка технічних вимог до системи бездротового зв'язку	25
2.3 Вибір і обґрунтування пропонованої системи автоматизації	30
3. ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА СИСТЕМИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ МАГАЗИНУ БЕЗ ПЕРСОНАЛУ	32
3.1 Обґрунтування і вибір системи бездротового зв'язку магазину, що розробляється	32
3.2 Обґрунтування вимог до системи бездротового зв'язку магазину	34
3.3 Вибір способу управління підсистемами.....	36
3.4 Вибір технічних засобів САУ	38
4. РОЗРОБКА І ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ.....	46
4.1 Створення і дослідження математичної моделі мережі магазину та мережевої структури мережі магазинів	46
4.2 Стандарти бездротового зв'язку вжиті в проекті.....	50
ВИСНОВКИ	55

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	57
ДОДАТОК А	59
ДОДАТОК Б	60
ДОДАТОК В.....	61
ДОДАТОК Г	62
ДОДАТОК Ґ.....	63
ДОДАТОК Д.....	64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ПК – персональний комп'ютер

Термогігрометр – прилад в який одночасно виконує поміри температури і вологості

BLE – Bluetooth Low Energy

PoE – Power over Ethernet

USB - Universal Serial Bus

VPN – Virtual Personal Network

					ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Магазини без персоналу (Unmanned store) – це концепція магазинів, в яких участь персоналу відсутня повністю або зведена до необхідного для роботи мінімуму. Найчастіше зустрічається другий варіант, у якому персонал виконує завдання з розвантаження та викладки продукції через технічну складність цього процесу. Всі інші операції, такі як оплата товарів, контроль за безпекою та товарооблік, автоматизуються за допомогою сучасних технологій.

Дана концепція набуває популярності в Європі, Азії та Америці завдяки наступним перевагам:

- Менші витрати на персонал – значно знижуються витрати на заробітну плату, що робить бізнес більш прибутковим;
- Зручний товарооблік – цифрові системи дозволяють в реальному часі контролювати залишки товарів, оптимізувати поставки та мінімізувати втрати;
- Маркетинговий потенціал – унікальність такого формату приваблює нових клієнтів, а інтеграція з мобільними додатками та програмами лояльності підвищує рівень продажів.

Такий вид ведення бізнесу зручний як для великих мереж малих магазинів, так і для підприємців, які хочуть відкрити власний магазин без необхідності найму великого штату працівників. Автоматизовані магазини можуть функціонувати цілодобово, що забезпечує додаткові конкурентні переваги.

Однак, на даний момент ця модель не отримала широкого розповсюдження в Україні через такі недоліки як:

- Висока ціна входу – обладнання для автоматизації процесів, такі як камери, датчики, електронні системи оплати та аналітики, потребують значних інвестицій;
- Технічна складність – для стабільної роботи необхідні надійні технологічні рішення, зокрема, якісне програмне забезпечення та системи кібербезпеки;
- Юридичні та соціальні аспекти – адаптація законодавства до такого формату продажів та довіра споживачів до безконтактного обслуговування потребують часу.

Попри це, окремі елементи концепції таких магазинів вже впроваджуються в Україні. Наприклад, каси самообслуговування та мобільні додатки для швидкої оплати стають все більш популярними. В майбутньому варто очікувати поступове зростання інтересу до повністю автоматизованих магазинів та їх подальший розвиток у країні.

Метою даної роботи є дослідження існуючих моделей магазинів без персоналу та проектування свого аналогу, використовуючи найбільш поширені в Україні компоненти. Спроектвану систему бездротового зв'язку магазину варто було розглянути як елемент більшої системи, мережі магазинів, для подальшої інтеграції в наявну мережу, або створення нової. Додатковою метою було дослідження бездротових технологій, технологічних рішень, що їх використовують, можливість та доцільність їх інтеграції в мережеву структуру магазину.

Актуальність роботи полягає в тому, що даний тип магазинів має ряд конкурентних переваг в порівнянні з традиційними магазинами, серед них:

- Цілодобова робота – магазини без персоналу можуть працювати 24/7, що дає значну перевагу над традиційними магазинами з обмеженим графіком.
- Зниження операційних витрат – відсутність потреби у великому штаті співробітників значно зменшує витрати на заробітну плату, навчання, соціальні відрахування.
- Підвищена ефективність – автоматизація процесів мінімізує людський фактор, що призводить до меншої кількості помилок та швидшого обслуговування.
- Аналіз даних та персоналізація – автоматизовані системи збирають значні обсяги даних про покупки, що дозволяє краще розуміти потреби клієнтів, оптимізувати асортимент та пропонувати персоналізовані акції.
- Гігієнічність та безпека – менша кількість контактів між людьми є актуальною, особливо в умовах пандемій чи інших епідеміологічних загроз.

Підставами для виконання цієї роботи є:

- Вирішення проблеми нестачі персоналу в роздрібних магазинах – це глобальна проблема, яка часто призводить до обмеження годин праці, низької якості обслуговування та високої плинності кадрів. Магазини без персоналу пропонують ефективне рішення, замінюючи рутинні операції автоматизацією.
- Заповнення нової ніші в роздрібній торгівлі – незважаючи на світові тенденції, в Україні цей сегмент ринку все ще перебуває на початковому етапі розвитку. Проектування власного аналогу дає можливість зайняти лідируючі позиції у цій перспективній ніші.

- Конкурування в сфері цілодобових магазинів – Існуючі цілодобові магазини часто стикаються з високими витратами на нічні зміни та питаннями безпеки. Автоматизовані магазини вирішують ці проблеми, пропонуючи зручність 24/7 без додаткових витрат на персонал.

Додатковою підставою стала актуальна на сьогоднішній день в Україні проблема безпеки працівників, насамперед на територіях, що перебувають у зоні бойових дій або потенційної небезпеки. Зменшення кількості активного персоналу в магазинах значно підвищує безпеку робітників, оскільки вони не перебувають безпосередньо в небезпечному середовищі. Це не тільки питання фізичної безпеки, а й зниження психологічного тиску на персонал.

Області застосування проекту:

Основні сфери:

- Окремі магазини малого та середнього розміру: Ідеально підходить для невеликих торгових точок, кіосків, міні-маркетів у житлових районах, офісних центрах, на вокзалах або АЗС, де присутність великого штату персоналу є економічно недоцільною.
- Мережі магазинів в сегменті продуктів харчування та універмагів: Проект може бути інтегрований у вже існуючі мережі супермаркетів або універмагів як додатковий форма. Це дозволить розширити присутність та покращити доступність товарів.

При невеликих модифікаціях даний проект може бути застосований для:

- Великих магазинів в сфері продуктів харчування та універмагів: Хоча початково фокус на малих та середніх торгових точках, технології можуть бути масштабовані для більших площ, де можуть бути поєднані зони самообслуговування з традиційними касами.
- Окремих магазинів, пунктів видачі та мереж магазинів в сферах товарів для будівництва, оптової торгівлі, без рецептурних і рецептурних медикаментів та медичних товарів.

1. ОПИС ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ СИСТЕМИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

1.1. Опис і аналіз магазину Biedronka як об'єкту автоматизації

Для реалізації проєкту автоматизації було обрано магазин із широковідомої польської мережі Biedronka. Цей вибір обумовлений значною схожістю функціональних та операційних процесів з магазинами української мережі АТБ, що забезпечує високу сумісність потенційних рішень та спрощує їх інтеграцію. Така подібність вхідних даних дозволяє ефективно адаптувати і впроваджувати вже існуючі або розроблені під аналогічні умови системи автоматизації.

Обраний об'єкт – типовий продуктовий магазин мережі Biedronka, який займає торговельну площу близько 40 квадратних метрів. Розташований у жвавому спальному районі, магазин обслуговує значний потік клієнтів. Середня кількість відвідувачів становить близько 30 осіб на годину, з періодичними піками до 60 осіб у найбільш навантажені години. Обслуговування клієнтів та забезпечення роботи магазину здійснює штат з 6-8 працівників.

Технологічний процес функціонування магазину Biedronka можна умовно розділити на кілька ключових блоків, кожен з яких має свої особливості та вимоги до автоматизації:

- Торгівельна зала – це основна зона взаємодії з клієнтами, де відбувається викладка товарів згідно з планограмами та встановлюються цінники. Ефективність цього блоку безпосередньо впливає на якість обслуговування та рівень продажів
- Касова зона – де здійснюється безпосередній процес сканування та оплати покупок. Швидкість та зручність обслуговування в касовій зоні є критично важливими для задоволення клієнтів та запобігання чергам

- Склад – блок призначений для довгострокового зберігання товарів, їх прийому та підготовки до викладки в торговельному залі. Ефективне управління складом забезпечує безперебійне постачання товарів та мінімізує втрати.
- Кімната керування – центральний пункт контролю та моніторингу, де реалізований доступ до камер відеоспостереження. Цей блок відповідає за безпеку, запобігання крадіжкам та загальний контроль за роботою магазину

Найбільше навантаження на всі ці блоки припадає на вечірні години, коли більшість людей повертається з роботи. У цей час у касовій зоні спостерігається значний потік клієнтів, що нерідко призводить до утворення довгих черг. Одночасно збільшується і потік товарів зі складу до торговельного залу – це пов'язано не тільки з підвищеним попитом з боку клієнтів, а й з необхідністю підготовки магазину до наступної зміни, поповнення полиць та ротацією товарів. Автоматизація цих процесів є ключовою для оптимізації роботи магазину в пікові періоди.

1.2 Аналіз мережі магазинів Żabka Nano як прикладу реалізації магазину без персоналу

Для пошуку оптимальних рішень щодо автоматизації було проведено детальний аналіз успішного досвіду Żabka Nano – інноваційного формату польських магазинів, що належать до мережі магазинів Żabka. Ці магазини є яскравим прикладом магазинів без персоналу. Персонал обмежується 1-2 співробітниками, відповідальними лише за прибирання, прийом та розкладання товарів. На момент підготовки цього аналізу функціонує понад 50 магазинів формату Nano, і їх кількість неухильно зростає, що свідчить про успішність та перспективність цієї моделі..

Система доступу та оплати в Żabka Nano максимально автоматизована. Для входу до магазину та здійснення покупок користувачеві необхідно відсканувати QR-код у мобільному додатку Żabka. Після цього на банківському рахунку клієнта блокується сума у 15 злотих (близько 150 гривень). Ці кошти слугують підтвердженням платоспроможності, і якщо підсумковий рахунок за покупки виявиться меншим за заблоковану суму, надлишок буде автоматично повернутий.

В самому магазині стоять стелажі з товарами і виставленими електронними цінниками. В магазині відсутні каси, замість цього використовується технологія аналізу і розпізнавання з штучним інтелектом в співпраці з Microsoft.

Продаж алкогольних та тютюнових виробів у магазинах Żabka Nano не здійснюється. Однак, щодо енергетичних напоїв, регулювання яких у Польщі також є досить суворим, у деяких магазинах Żabka Nano їх продаж дозволений. Для контролю віку покупців використовуються спеціальні панелі авторизації та шафи, що замикаються за допомогою реле. Існує два способи підтвердження повноліття:

- За допомогою камери: шафа відмикається автоматично, якщо система на основі штучного інтелекту візуально визначає, що особа є очевидно повнолітньою (зазвичай вік старше 30 років).
- За допомогою мобільного додатку: клієнт підтверджує свій вік через мобільний додаток Żabka.

Найбільш вдалою виявилася ідея розташування таких магазинів всередині підприємств. Так перший подібний магазин був відкритий на мега фабриці тесла в Німеччині. В Польщі високо успішними виявилися магазини відкриті на території будівельного магазину Leroy Merlin та спортивного комплексу EasyFit.

В проекті були використані такі ідеї запропоновані магазинами Żabka як:

- Авторизація та підтвердження віку: застосування аналогічних механізмів для контролю доступу до певних категорій товарів
- Персоналізовані рекламні пропозиції: використання даних про покупки для формування індивідуальних акцій та знижок
- Повна відмова від працівників на касах: перехід до безкасового обслуговування для оптимізації витрат та прискорення процесу покупки.
- Система автоматизованого обліку товарів: впровадження рішень для точного відстеження наявності та переміщення товарів на складі та в торговельній залі.
- Інтеграція електронних цінників: використання динамічних електронних дисплеїв для відображення цін, що дозволяє швидко змінювати інформацію та проводити акції.

При цьому було вирішено зробити наступні зміни:

- Відмовитись від штучного інтелекту при оплаті товарів в користь кас самообслуговування, як більш надійних та консервативних способів оплати товару: це дозволить зробити систему більш зручною та зрозумілою для старшої аудиторії, що сприятиме збільшенню доходу.
- Інтегрувати систему контролю температури та вологості в торговій зоні в цілому та зокрема в холодильних і морозильних камерах: це дозволить краще контролювати свіжість продуктів, що особливо критично для заморожених та термічно необроблених продуктів.



Рис.1. Магазин мережі Żabka Nano

2. ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЮВАНОЇ СИСТЕМИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

2.1 Опис і аналіз існуючої системи управління

З огляду на невеликий розмір магазину, організаційна структура, є досить плоскою з наступними функціональними ролями:

- Керуючий магазином (менеджер): відповідає за загальне управління магазином, включаючи персонал, замовлення товарів, фінансові показники, дотримання стандартів мережі, вирішення конфліктних ситуацій з клієнтами та контроль за роботою всіх зон.
- Заступник керуючого (старший продавець): допомагає керуючому, виконує його обов'язки у його відсутність, може відповідати за окремі ділянки роботи (наприклад, графік персоналу, прийом товару).
- Продавці-касири: основний персонал, що працює в торговій залі та на касі. Їхні обов'язки включають викладку товару, контроль цінників, сканування товарів, прийом оплати та обслуговування клієнтів на касі. Виконують функції прибиральника і складського персоналу, в викладці товару зі складу, прийомі товару з доставки та його звітності. Дані функції змінюються та переназначаються кожну зміну.

Технологічні процеси та інструменти:

Торговий зал:

- Викладка товарів здійснюється згідно зі стандартами мережі Biedronka.
- Цінники генеруються в магазині за допомогою спеціального програмного забезпечення.
- Контроль термінів придатності товарів здійснюється візуально працівниками магазину.
- Контроль температури та вологості здійснюється візуально за допомогою автономних термометрів, розташованих в зонах вимірювань.

Касова зона:

- Використовуються стандартні касові апарати, підключені до центральної системи обліку мережі.
- Сканування товарів відбувається за допомогою ручних або стаціонарних сканерів штрих-кодів.
- Оплата приймається готівкою та банківськими картками.
- Існує система звітності по касових змінах.

Склад:

- Облік товарів на складі ведеться за допомогою базової складської програми, інтегрованої з касовою системою.
- Інформація про залишки товарів може оновлюється після кожної виконаної транзакції.

Кімната керування:

- Наявна система відеоспостереження для контролю за торговим залом, касовою зоною та складом.
- Доступ до записів камер, має керуючий магазином.
- Обладнане комп'ютером з доступом до внутрішньої мережі Biedronka для перегляду звітів, комунікації з іншими магазинами та офісом.
- Замовлення формуються централізовано.

Управління персоналом:

- Складання графіків роботи персоналу здійснюється керуючим магазином з урахуванням прогнозованого потоку клієнтів та необхідності виконання всіх робочих процесів.
- Облік робочого часу ведеться за допомогою табелів.
- Навчання нових співробітників відбувається за стандартами мережі.
- Контроль за виконанням обов'язків здійснюється керуючим магазином та, можливо, його заступником.

Проблеми та "вузькі місця":

Як було зазначено, найбільше навантаження припадає на вечірні години, що призводить до:

- Черги в касовій зоні: недостатня кількість працюючих кас у піковий час.
- Затримки з поповненням товарів у торговому залі: недостатньо персоналу для оперативного переміщення товарів зі складу, враховуючи одночасний великий потік клієнтів.
- Потенційні помилки при викладці та контролі цінників: через завантаженість персоналу.
- Складність контролю за всіма процесами одночасно для керуючого магазином, особливо у піковий час.

Загальна характеристика:

Існуюча система управління, є досить стандартною для магазину такого формату і розміру. Вона базується на ручній праці та базових технологічних засобах (касові апарати, відеоспостереження). Основний акцент робиться на виконанні стандартних операційних процедур мережі. Однак, обмеженість персоналу та зростання навантаження у пікові години створюють певні проблеми, які можуть бути вирішені шляхом автоматизації окремих процесів. Існуюча система управління в Biedronka є функціональною, але має потенціал для оптимізації за рахунок впровадження більш сучасних інформаційних систем.

2.2 Розробка технічних вимог до системи бездротового зв'язку

Вимоги до системи в цілому – Централізована локальна система з ієрархічною інтеграцією:

- На локальному рівні (в магазині) вимагається персональний комп'ютер (сервер). Цей локальний центр буде керувати всіма автоматизованими процесами в межах магазину: оновленням цінників, безконтактними касами та складським обліком.
- Локальна система буде інтегрована в багаторівневу ієрархічну структуру мережі. Це означає, що локальний сервер зможе обмінюватися даними з центральним офісом, та центральною базою даних.

Локальний рівень: Локальний ПК, сканери, автоматизовані каси, пристрої оновлення цінників, система контролю температури і вологості середовища обладнання складського обліку, камери.

Регіональний рівень: Проміжний сервер для агрегації даних з кількох магазинів і швидкого реагування на регіональному рівні.

Головний рівень: Головний сервер для управління всією мережею, аналізу даних, формування стратегій, управління поставками на рівні мережі і центральна база даних

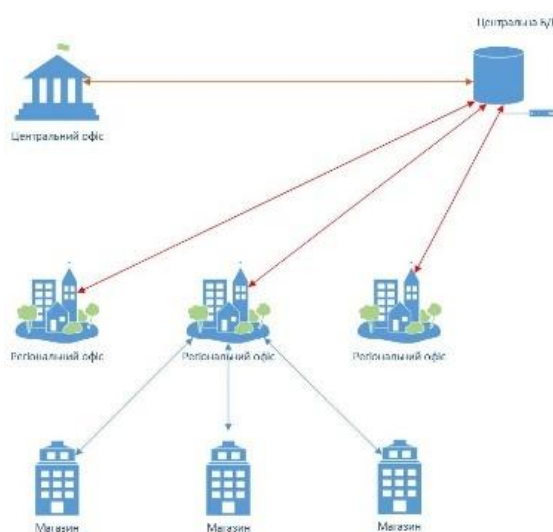


Рис.1. Мережева схема мережі магазинів

Обмежений доступ до рівнів ієрархії був прийнятий для забезпечення інформаційної безпеки:

Доступ персоналу магазину буде обмежений локальною системою та певними функціями передачі даних на вищі рівні, такі як звіти про продажі та залишки.

Доступ до центрального рівня управління з локального ПК буде повністю замкнений, а обмін інформацією буде реалізований через регіональні офіси.

Адміністратори мережі (на рівні центрального офісу) матимуть повний доступ до всіх рівнів для налаштування, оновлення та моніторингу системи, але їхні дії на локальному рівні фіксуватимуться.

Вимоги до функцій системи:

Торговий зал:

- Автоматичне оновлення цінників за таймером:
- Впровадження електронних цінників на полицях.
- Централізована система управління цінниками, інтегрована з локальним сервером.
- Можливість програмування оновлення цін у заданий час.
- Зміна цін може ініціюватися як з локального сервера (за вказівкою керуючого), так і з центрального офісу (для загальномержевих акцій).
- Система повинна забезпечувати відображення актуальної ціни та іншої інформації про товар (такі як акційні позначки).
- Відстеження температури та вологості в торговій зоні і холодильних установках та інформування персоналу в разі відхилення значень від норми.

Касова зона:

- Сканування і оплата товарів без втручання персоналу:
- Встановлення автоматизованих кас самообслуговування.
- Каси повинні бути обладнані високоточними сканерами штрих-кодів, вагами для контролю ваги товару, терміналами для безконтактної оплати картками та NFC.
- Система повинна забезпечувати автоматичне формування чеків та передачу даних продажів на локальний сервер.
- Можливість інтеграції з програмами лояльності (картки клієнтів).
- Система відеоспостереження з високою роздільною здатністю, спрямована на касову зону, для запобігання шахрайству та вирішення спірних ситуацій.

Склад:

- Автоматичне відстеження запасів і відправка даних о необхідних позиціях:
- Впровадження системи автоматизованого обліку товарів на складі.
- Ручні сканери для фіксації переміщення товарів (приймання, розміщення, відвантаження в торговий зал).
- Автоматичне оновлення даних про залишки на локальному сервері в режимі реального часу.
- Система повинна аналізувати рівень запасів і автоматично формувати звіти про товари, що наближаються до закінчення або досягли мінімального рівня.
- Автоматична відправка даних про необхідні позиції на центральний сервер для формування замовлень (з можливістю коригування керуючим магазином).
- Відстеження температури та вологості на складі та інформування персоналу в разі відхилення значень від норми.

					ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Управління персоналом:

- Зведення необхідного персоналу до 1-2 чоловік:
- Автоматичне формування звітів про виконану роботу, ефективність викладки, швидкість обслуговування на касах самообслуговування (на основі даних з камер та систем обліку).
- Відображення в реальному часі стану всіх систем (каси, склад, цінніки), попередження про помилки або збої.
- Система відеоаналітики для контролю за торговим залом (наприклад, виявлення черг, аналіз трафіку покупців, контроль за викладкою товарів).
- Один або двоє працівників виконуватимуть функції керування системою, контролю за роботою автоматизованих систем, вирішення нештатних ситуацій (наприклад, допомога покупцям на касах самообслуговування, усунення дрібних технічних проблем, контроль за поповненням товарів зі складу в разі потреби, прибиранням).

Вимоги до видів забезпечення:

Математичне забезпечення:

- Алгоритми автоматичного оновлення ціників за розкладом.
- Алгоритми обробки даних сканування та оплати на касах самообслуговування.
- Математичні моделі для прогнозування попиту та автоматичного формування заявок на поповнення запасів.
- Алгоритми аналізу даних відеоспостереження (наприклад, для виявлення черг, аналізу трафіку).
- Алгоритми для формування звітів про ефективність роботи магазину та персоналу.

Інформаційне забезпечення:

- База даних товарів (найменування, штрих-код, ціна, характеристики).
- База даних про залишки товарів на складі.
- База даних про транзакції на касах.
- Архів відеозаписів з камер спостереження.
- Формати звітів та документів.
- Протоколи обміну даними між різними модулями системи та центральним сервером.

Організаційне забезпечення:

- Посадові інструкції для нового штату.
- Регламенти роботи з автоматизованою системою.
- Інструкції для покупців з використання кас самообслуговування.
- Процедури реагування на нештатні ситуації та збої в роботі системи.
- Графіки технічного обслуговування обладнання.

Програмне забезпечення:

- Операційна система для локального сервера.
- Система управління базами даних для забезпечення роботи вище вказаних БД.
- Програмне забезпечення для управління електронними цінниками.
- Програмне забезпечення для кас самообслуговування.
- Система управління складом.
- Система відеомоніторингу та відеоаналітики.
- Програмне забезпечення для обміну даними з центральним сервером мережі.

Метрологічне забезпечення:

- Сертифікація та перевірка вагового обладнання на касах самообслуговування.
- Контроль точності сканерів штрих-кодів.

Технічне забезпечення:

- Локальний сервер високої продуктивності.
- Мережеве обладнання (комутатори, маршрутизатори).
- Електронні цінники.
- Бездротові термогігрометри
- Каси самообслуговування з усім необхідним обладнанням (сканери, ваги, термінали оплати).
- Ручні сканери для складу.
- Система відеоспостереження з камерами високої роздільної здатності та обладнанням для запису та зберігання відео.
- Принтери для друку чеків (резервні).
- Джерела безперебійного живлення для критично важливого обладнання.

2.3 Вибір і обґрунтування пропонованої системи автоматизації

Результатами створення даної системи та автоматизованої системи її управління являються наступні переваги:

- Зменшення кількості необхідного персоналу з 6 – 8 чоловік до 1 – 2
- Збільшення пропускної спроможності фіскальних кас, при тій же зайнятій площі за рахунок заміни на менші, автоматизовані аналоги.
- Полегшення звітності та обліку за рахунок автоматизації цих процесів.
- Автоматичний контроль та встановлення цін.
- Інтеграція системи акцій і програми лояльності.

					ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

При цьому в умовах модернізації існуючої системи можуть бути залишені:

- ПК (сервер)
- Каси самообслуговування (при їх наявності)
- Системи складського обліку

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

3. ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ТА СИСТЕМИ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ'ЯЗКУ МАГАЗИНУ БЕЗ ПЕРСОНАЛУ

3.1 Обґрунтування і вибір системи бездротового зв'язку магазину, що розробляється

Спочатку, варто розділити всю систему на області управління, в результаті ми маємо такі області:

- Касова область
- Торговий зал
- Склад
- Кімната керування

Касова область: в даній області планується заміщення стандартних фіскальних касових апаратів на каси самообслуговування, яких в свою чергу можливо розмістити більше через менші габарити. Даними змінами ми напряду впливаємо на максимальну кількість одночасно обслуговуваних клієнтів, та зменшуємо необхідну кількість персоналу.

Збільшення максимальної кількості одночасно обслуговуваних клієнтів, в свою чергу, напряду впливає на максимальний безперервний клієнтопотік (кількість клієнтів, яка може користуватися касами без простою в черзі) і що впливає на задоволеність клієнтів, і як результат сприятливо впливає на загальну виручку магазину.

Торговий зал: заміна паперових цінників на електроні впливає на завантаженість персоналу, що з її зменшенням дозволяє скоротити необхідну кількість персоналу для стабільної роботи магазину. Додатково заміна цінників на електроні збільшує інформаційну безпеку (дані на електронному ціннику важче підробити, а всі зміни записуються в базі даних), і збільшує маркетинговий потенціал, що сприяє збільшенню загальної виручки.

Встановлення системи контролю температури і вологості у вигляді бездротових термогігрометрів, в купі з інтеграцією повідомлень про стан

систему до кімнати керування, дозволяє швидко реагувати на непередбачувані ситуації, що зменшує кількість зіпсутої продукції.

Склад: Впровадження системи електронного обліку з використанням переносних сканерів полегшує працю, що знов таки, призводить до зменшення кількості необхідного персоналу, зменшує вірогідність крадіжки зі сторони робітників, полегшує звітність, що призводить до зниження вірогідності помилок в звітах та замовлені поставок. Все вище перераховане зменшують величину зайвих витрат викликаних помилками, що в свою чергу збільшує прибуток. Встановлення системи контролю температури і вологості у вигляді бездротових термогігрометрів на складі, в купі з інтеграцією повідомлень про стан систему до кімнати керування, дозволяє швидко реагувати на непередбачувані ситуації, що зменшує кількість зіпсутої продукції.

Кімната керування: перенесення більшої частини роботи з документами і звітами в автоматичний режим зменшує вірогідність шахрайства зі сторони персоналу, полегшує і пришвидшує аналітику, дає доступ більш високих рівнів до віддаленого моніторингу і контролю за діяльністю магазину. Інтеграція системи повідомлення о надзвичайних станах температури і вологості на складі і у торговій зоні пришвидшує реакцію персоналу на аварійну ситуацію, що призводить до зменшення витрат пов'язаних з зіпсотою продукцією.

Зменшення вірогідності шахрайства призводить до зменшення незапланованих витрат. Більш швидка і точна аналітика, в купі з можливістю оперативного втручання зі сторони більш високих рівнів, дозволяє швидше реагувати на зміни та непередбачені ситуації. Все вище перераховане збільшує прибуток магазину та його інформаційну безпеку.

3.2 Обґрунтування вимог до системи бездротового зв'язку магазину

Касова область:

- Пропускна здатність: Збільшення максимального безперервного клієнтопотоку на годину щонайменше на 50% за рахунок встановлення більшої кількості кас самообслуговування.
- Швидкодія: Мінімальний час обслуговування одного покупця на касі самообслуговування (за винятком складних випадків) – не більше 2 хвилин.
- Точність: Безпомилкове сканування товарів та проведення оплат (контроль ваги вагового товару, коректне зчитування безконтактних платежів).
- Зменшення черг: Скорочення середнього часу очікування в черзі у вечірні години пік до 5 хвилин.

Дані зміни дозволять прибрати черги навіть в часи пік, а в купі з легким масштабуванням дадуть простір для майбутнього росту.

Торговий зал:

- Зменшення трудомісткості: Скорочення часу, витраченого персоналом на оновлення цінників, на 95%.
- Підвищення інформаційної безпеки: Забезпечення захисту від несанкціонованої зміни цінників.
- Розширення маркетингових можливостей: Забезпечення можливості оперативного відображення акційних пропозицій та іншої маркетингової інформації на електронних цінниках.
- Зменшення трудомісткості, в купі зі змінами в інших відділах, дозволить скоротити кількість необхідного персоналу до очікуваних 1 – 2 людей. Відображення акційних пропозицій на електронних цінниках сприятливо співатиме на виручку.

					ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Склад:

- Підвищення точності обліку: Зниження вірогідності помилок в обліку запасів до мінімуму (очікуваний результат 0.05%).
- Оперативність звітності: Формування звітів про залишки та рух товарів в режимі реального часу.
- Зменшення втрат: Мінімізація вірогідності крадіжок зі сторони персоналу.
- Оптимізація замовлень: Автоматичне формування рекомендацій щодо необхідних поставок на основі аналізу поточних запасів та історії продажів.

Зменшення трудомісткості, в купі зі змінами в інших відділах, дозволить скоротити кількість необхідного персоналу до очікуваних 1 – 2 людей.

Підвищення точності і швидкості обліку сприятиме підвищеному прибутку.

Кімната керування:

- Автоматизація звітності: Зведення основних звітів (про продажі, залишки, рух товарів, ефективність персоналу) в автоматичному режимі.
- Підвищення інформаційної безпеки: Зменшення вірогідності шахрайства з боку персоналу шляхом автоматизації обліку та контролю.
- Оперативність аналізу: Забезпечення можливості швидкого аналізу даних для прийняття управлінських рішень.
- Можливість віддаленого моніторингу та контролю: Надання доступу керівництву вищого рівня до інформації про діяльність магазину в режимі реального часу та можливості оперативного втручання.

Автоматизація пришвидшує аналітику, що в свою чергу дозволяє більш оперативно реагувати на зміни в системі, збільшуючи прибуток.

					ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		35

Результат аналізу показав, що наведені вище модернізації, позитивно сприяють на технічний процес, збільшуючи прибуток та зменшуючи необхідну кількість персоналу, при цьому не сприяючи негативно на процес.

3.3 Вибір способу управління підсистемами

Фіскальні каси:

Фіскальні каси працюють під контролем власної операційної системи. Це забезпечує стабільність та безпеку їх функціонування. Управління фіскальними даними, оновлення програмного забезпечення кас та формування звітів відбувається за допомогою сумісного програмного забезпечення, встановленого на комп'ютері-сервері. Цей сервер є центральним вузлом для взаємодії з усіма фіскальними касами, що дозволяє централізовано контролювати фінансові операції та забезпечувати їх відповідність законодавчим вимогам.

Управління цінниками:

Система управління цінниками базується на спеціалізованому програмному забезпеченні, розташованому на комп'ютері-сервері. Цей сервер відіграє роль центрального концентратора даних.

Він отримує інформацію про ціни, акції та інші параметри товарів із зовнішніх джерел: системи обліку та головної бази даних. Після обробки даних сервер адресує їх до маршрутизаторів.

Маршрутизатори відповідають за подальшу передачу оновленої інформації безпосередньо на окремі електронні цінники, розташовані в торговому залі. Цей процес забезпечує оперативне та точне відображення актуальних цін для покупців.

Облік на складі:

Для обліку на складі використовуються ручні сканери, які дозволяють швидко та ефективно зчитувати інформацію про товари (штрих-коди, ідентифікатори). Зібрані дані передаються до універсального програмного забезпечення, встановленого на комп'ютері-сервері.

Дані зберігаються на локальному комп'ютері для швидкого доступу та забезпечення безперебійної роботи навіть у разі тимчасової відсутності зв'язку.

Відправка даних до головного офісу відбувається за попередньо налаштованим таймером (наприклад, щогодини, щодня), або за внутрішнім чи зовнішнім запитом. Це гарантує актуальність інформації про залишки та рух товарів на центральному рівні.

Система контролю температури і вологості:

Бездротові датчики температури і вологості кожні 5 хвилин збирають покази з оточення, всього приміщення складу, торгової зони та кожного окремого холодильника та морозильника. Дані отримані з датчиків відправляються до базової станції інтерфейсу, який передає дані до центрального комп'ютера-серверу. У випадку якщо температура або вологість має відхилення від норми – персоналу надходить повідомлення о необхідності звернути увагу. Якщо чотири останніх виміри мають відхилення від норми, або середнє арифметичне вимірів за останні дванадцять вимірів (одна година) має відхилення від норми – персоналу надходить повідомлення о необхідності втручання та до регіонального офісу надходить повідомлення о технічних проблемах. Раз на місяць вся зібрана датчиками статистика відсилається до центрального офісу за для підтвердження дотримання необхідних температурних режимів зберігання продукції.

					ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Камери відеоспостереження:

Камери записують відеопотік до реєстратора, який забезпечує короткострокове зберігання записів (до тижня). Це дозволяє оперативно переглядати події та реагувати на інциденти. Для довгострокового зберігання та аналізу відеоматеріали відправляються до зовнішньої бази даних. Такий підхід забезпечує архівування важливих записів та можливість їх використання для аналітики (наприклад, виявлення закономірностей, оптимізації процесів) або в разі потреби проведення розслідувань.

Документи, звіти та аналітичні дані:

Робота з документами, звітами та аналітичними даними схожа на процес обліку інформації. Ці дані також зберігаються на локальному комп'ютері для забезпечення швидкого доступу та можливості автономної роботи.

Відправка до центральної бази відбувається за таймером або за внутрішнім чи зовнішнім запитом.

Це дозволяє оперативно обмінюватися важливою бізнес-інформацією, забезпечуючи своєчасне формування звітів, доступ до аналітичних даних та прийняття обґрунтованих рішень на рівні головного офісу.

3.4 Вибір технічних засобів САУ

Для виконання поставленої задачі потребуються наступні технічні засоби:

- Персональний комп'ютер офісного рівня чи вище, з мережевою картою
- Система електронних цінників, в тим:
- Електронні цінники
- Маршрутизатори
- Система відеоспостереження, в тим:
 - Камери
 - Відео реєстратор

- Джерела аварійного живлення, що забезпечать автономну працю комп'ютера та системи відеоспостереження на 12 годин та інших систем на 4 години
- Ручні сканери для складського обліку
- Система контролю температури, в тим:
 - Бездротові термогігрометри
 - Базова станція інтерфейс

Блок відеоспостереження:

Запропонований блок відеоспостереження є комплексним рішенням, розробленим для забезпечення надійного моніторингу та безпеки. В його основі лежать компоненти від TP-Link, компанії, що визнана одним із лідерів у галузі мережевих рішень та має широке представництво на українському ринку. Вибір цього виробника обумовлений не лише його репутацією, а й високою якістю, функціональністю та доступністю його продукції.

Ядром системи є IP-камери TP-Link VIGI C250. Модель виділяється підвищеною деталізацією завдяки 5-мегапіксельній роздільній здатності, що дозволяє фіксувати найдрібніші деталі.

Ці камери оснащені низкою передових функцій, що значно підвищують ефективність спостереження:

- Нічна зйомка: Вбудовані інфрачервоні світлодіоди забезпечують чітке зображення навіть у повній темряві, гарантуючи цілодобовий моніторинг.
- Виявлення руху: Інтелектуальні алгоритми дозволяють камерам автоматично розпізнавати рух у зоні видимості та надсилати сповіщення, що мінімізує необхідність постійного візуального контролю.

- Запис звуку: Вбудовані мікрофони дозволяють записувати аудіоряд разом з відео, що надає додаткову інформацію та розширює можливості аналізу подій.

Для передачі сигналу та даних між камерами та іншими компонентами системи використовується мережевий кабель типу "вита пара" з роз'ємом RJ-45. Цей стандартний інтерфейс забезпечує стабільну та швидкісну передачу даних. Важливою особливістю є підтримка технології Power over Ethernet (PoE). У даній конфігурації саме PoE буде використовуватися для живлення камер, що значно спрощує монтаж, зменшує кількість необхідних кабелів та усуває потребу у прокладанні окремих ліній електроживлення для кожної камери.



Рис.3. Камера VIGI C250

Центральним елементом системи, відповідальним за запис, зберігання та управління відеопотоками, є мережевий відеореєстратор TP-Link VIGI NVR1008H-8MP. Його вибір в рамках однієї лінійки продуктів з камерами VIGI забезпечує повну сумісність та оптимізовану роботу всіх компонентів системи.



Рис.2. Відеореєстратор VIGI NVR1008H-8MP

Основні переваги та характеристики реєстратора:

- Підтримка до 8 каналів: VIGI NVR1008H-8MP здатний одночасно обробляти та записувати відеопотоки з до 8 IP-камер, що робить його ідеальним рішенням для об'єктів середнього розміру.
- Масштабоване сховище: Реєстратор підтримує встановлення жорсткого диска об'ємом до 10 терабайт. Це забезпечує тривале зберігання архівних записів високої якості, що є критично важливим для багатьох сценаріїв відеоспостереження.
- Інтегрований PoE-комутатор: Однією з ключових переваг NVR1008H-8MP є наявність вбудованих портів PoE. Це дозволяє підключати та жити сумісні камери безпосередньо від реєстратора, що не тільки спрощує інсталяцію, але й значно скорочує загальні витрати на монтаж та обладнання. Така інтеграція підвищує надійність системи та зменшує кількість потенційних точок відмови.

Контроль температури та вологості:

Для ефективного та надійного контролю мікроклімату як у торговому залі, так і на складських приміщеннях, використовується передове рішення від відомого виробника вимірювальних приладів LAB-EL. Ця інтегрована система поєднує в собі високу точність вимірювань, бездротові технології та зручність у використанні, що робить її ідеальним вибором для моніторингу критично важливих параметрів. Основними компонентами системи є бездротові термогігрометри LB-511 та USB-інтерфейс LB-350.



Рис.5. USB інтерфейс LB-350

Ключовим елементом системи є USB-інтерфейс LB-350. Цей компактний пристрій слугує містком між бездротовими термогігрометрами LB-511 та комп'ютером. Завдяки стандартному підключенню через USB, LB-350 легко інтегрується в існуючу інфраструктуру, дозволяючи в реальному часі отримувати, обробляти та архівувати дані про температуру та вологість. Його функціональність полягає в забезпеченні стабільного та швидкого зв'язку з пристроями BLE (Bluetooth Low Energy) від LAB-EL, що гарантує безперебійний потік інформації.



Рис.6. Бездротові термогігрометри LB-511

Бездротові термогігрометри LB-511. Ці сучасні прилади спроектовані для автономної роботи та оснащені вбудованим реєстратором показів, здатним зберігати до кількох десятків тисяч записів. Така значна ємність пам'яті дозволяє проводити тривалий моніторинг без необхідності постійного підключення до комп'ютера, що є надзвичайно зручним для довгострокової реєстрації даних.

Однією з ключових переваг LB-511 є використання інтерфейсу BLE (Bluetooth Low Energy). Ця технологія забезпечує ефективну дальність передачі даних до 80 метрів на відкритій місцевості, що дозволяє покривати значні площі торгових залів та складів без потреби у додаткових ретрансляторах. При цьому, через енергоефективність BLE один стандартний елемент живлення CR2032 здатен забезпечити до року автономної роботи пристрою. Це значно знижує експлуатаційні витрати та мінімізує необхідність частої заміни батарей.

Щодо точності вимірювань, термогігрометри LB-511 демонструють чудові показники. Похибка при зчитуванні температури становить всього $\pm 0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при вимірюванні вологості — $\pm 3.0\%$. Ці показники є більш ніж достатніми для переважної більшості застосувань, де потрібен надійний та точний контроль мікроклімату, включаючи зберігання товарів, чутливих до перепадів температури та вологості, а також забезпечення комфортних умов для відвідувачів у торгових приміщеннях.

Блок електронних ціників:

Для системи електронних ціників було обрано рішення від фірми SOLUM як найбільш широко представлену в Україні. Блок складений з базової станції Newton Gateway та цінників Newton core.

Newton Gateway – базова станція, що використовує протокол ZigBee для бездротового підключення до цінників. Ефективна дальність 30м а в кількість одночасно підключених цінників – 50000, що дозволяє використовувати мінімальну їх кількість навіть для великих магазинів.



Рис.7. Базова станція Newton Gateway

Newton core – електронні цінники загального призначення. Дані ціники випускаються в багатьох формфакторах, а дисплеї підтримують 4 кольори, що дозволяє вживати їх як цінники для окремих товарів, так і для акційних шаф і інших промоційних задачах, цьому сприяє і до 7 сторінок додаткової інформації, що може оновлюватись за таймером. Час автономної роботи без заміни джерела живлення до 10 років.



Рис.8. Електронний цінник Newton core

4. РОЗРОБКА І ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ

4.1 Створення і дослідження математичної моделі мережі магазину та мережевої структури мережі магазинів

На основі отриманих даних та демонстраційної схеми мережі магазинів була розроблена та імплементована комплексна математична модель симуляції. Ця модель є критично важливим інструментом для аналізу, оптимізації та прогнозування ефективності функціонування всієї системи роздрібної мережі.

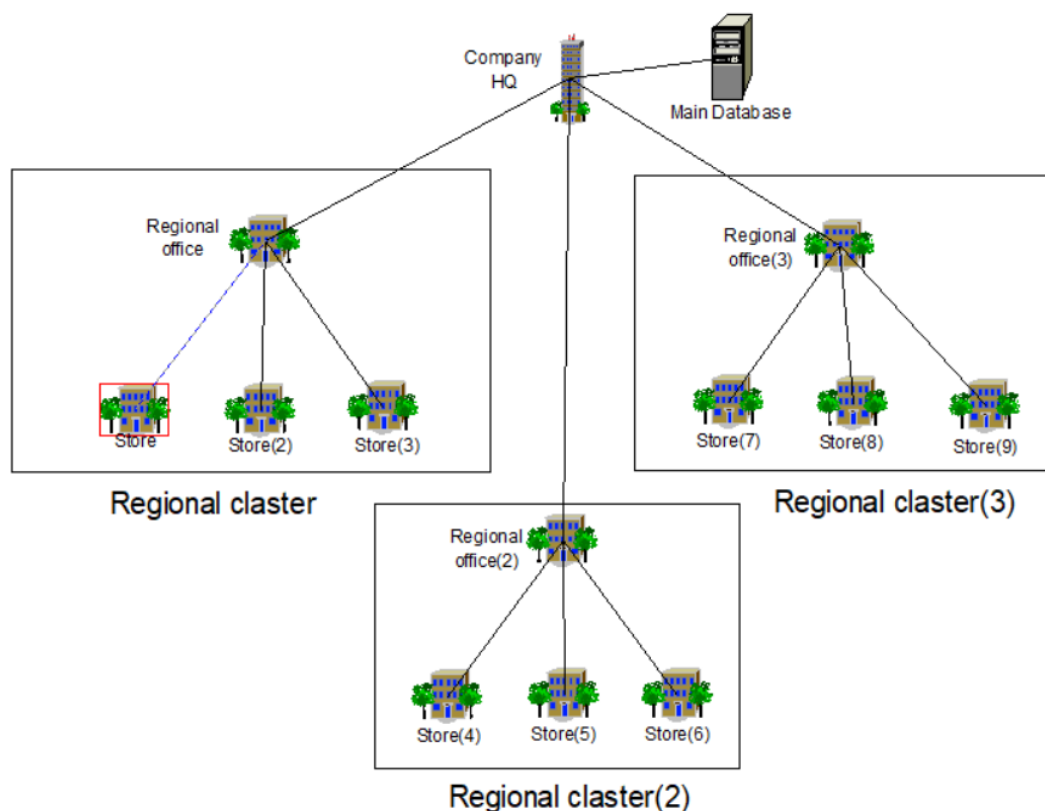


Рис.9. Функціональна схема мережі магазинів

Головним елементом архітектури системи є центральний офіс компанії. Він виступає як керуючий вузол, що має прямий і безперешкодний доступ до всіх нижчих рівнів ієрархії. Це забезпечує централізований контроль, координацію та обмін даними по всій мережі.

Для забезпечення ефективного управління та масштабованості, система була стратегічно розділена на кластери. Кожен кластер являє собою групу, що складається з одного регіонального офісу та від одного до шістнадцяти магазинів, які знаходяться під його безпосереднім контролем. Таке поділення на кластери надає низку значних переваг:

Полегшене управління: розбиття великої мережі на менші, керовані блоки значно спрощує процеси адміністрування, моніторингу та прийняття рішень

Швидке виявлення джерела помилок: у випадку виникнення проблем, локалізація несправності в рамках конкретного кластера є значно швидшою та простішою, що мінімізує час простою та оперативні втрати.

Можливість швидкого розширення за рахунок модульності системи: модульна архітектура дозволяє легко додавати нові кластери до існуючої мережі без суттєвих змін у загальній структурі, що забезпечує гнучкість та масштабованість системи

При подальшому, значному розширенні системи передбачається можливість інтеграції більш складних дворівневих та трирівневих кластерів. У такій конфігурації окремі магазини залишаються підконтрольними регіональним офісам, які, у свою чергу, підпорядковуються офісам більш високого рівня (наприклад, обласним або дивізіонним офісам). Ця багаторівнева організація надає додаткові переваги:

- Багаторівневий контроль якості: забезпечується більш глибокий і всебічний контроль за операційною діяльністю на різних рівнях, що підвищує загальну якість обслуговування та ефективність.
- Можливість кар'єрного росту для працівників: створення ієрархічних рівнів відкриває нові можливості для професійного зростання та просування працівників усередині компанії.

- Збереження легкості розширення: незважаючи на збільшення складності, модульний принцип зберігає свою ефективність, дозволяючи подальше розширення системи.

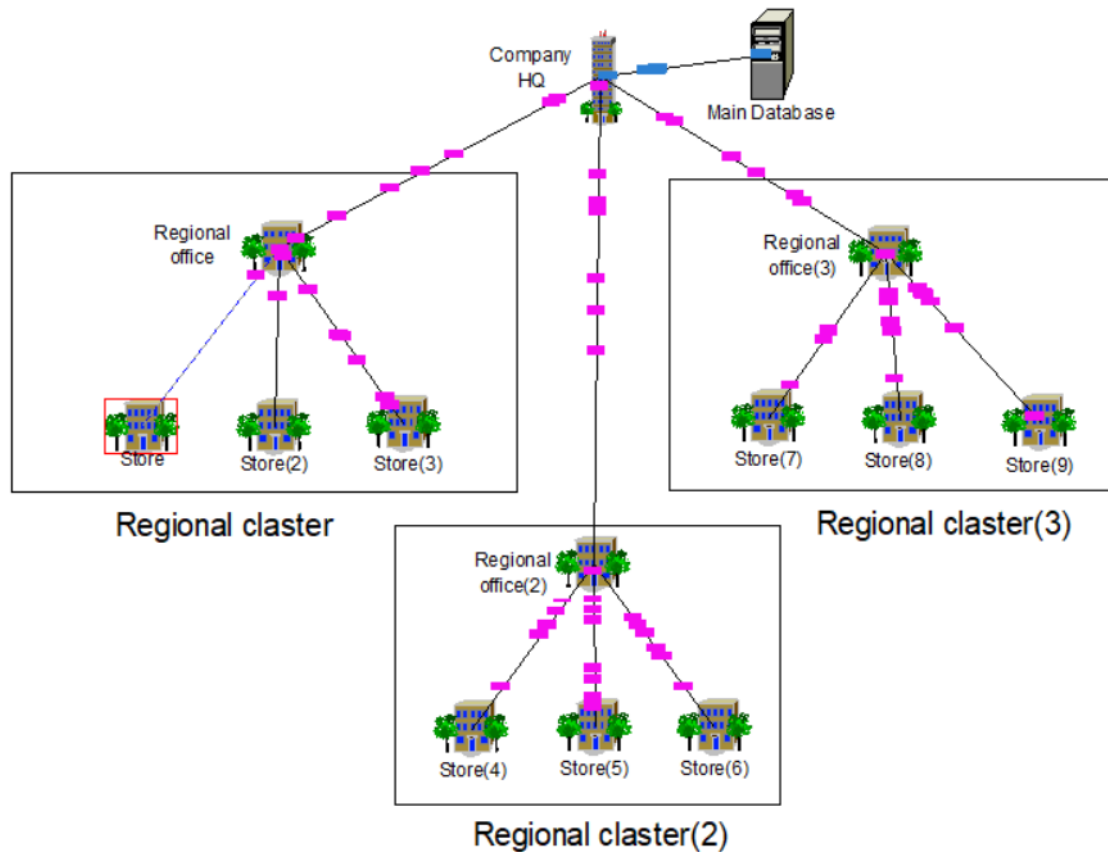


Рис.10. Симуляція роботи мережевої структури мережі магазинів

Результати первинної симуляції всієї системи показали, що для її стабільної та ефективної роботи цілком достатньо використання мережевого з'єднання через Інтернет за допомогою сервісів VPN (Віртуальна Приватна Мережа). VPN забезпечує необхідний рівень безпеки та конфіденційності даних при передачі їх між різними вузлами мережі.

Наступним важливим етапом було створення детальної моделі мережевої структури окремого магазину та проведення її симуляції. Цей етап дозволив проаналізувати та оптимізувати внутрішні мережеві процеси в кожному торговому об'єкті.

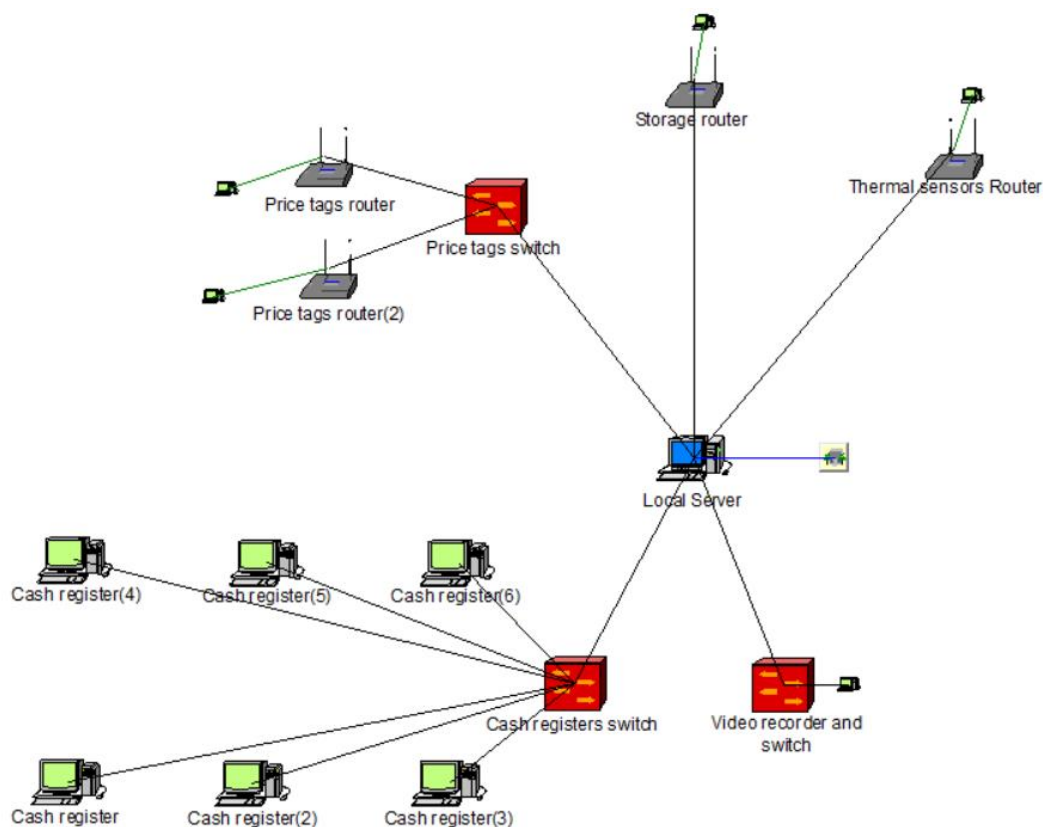


Рис.11. Схема мережевої структури магазину

Центральним елементом кожного окремого мережевого модуля магазину є маршрутизатор або комутатор. Вибір конкретного пристрою залежить від того, чи є модуль бездротовим (використання маршрутизатора з функціями Wi-Fi) чи провідним (використання комутатора).

Ключовим аспектом архітектури є те, що кожен мережевий модуль підключений до окремого мережевого інтерфейсу центрального комп'ютера-сервера магазину. Таке рішення забезпечує відмовостійкість системи. У разі виходу з ладу одного мережевого модуля або його інтерфейсу, інші модулі продовжуватимуть функціонувати незалежно, мінімізуючи вплив несправності на загальну роботу магазину.

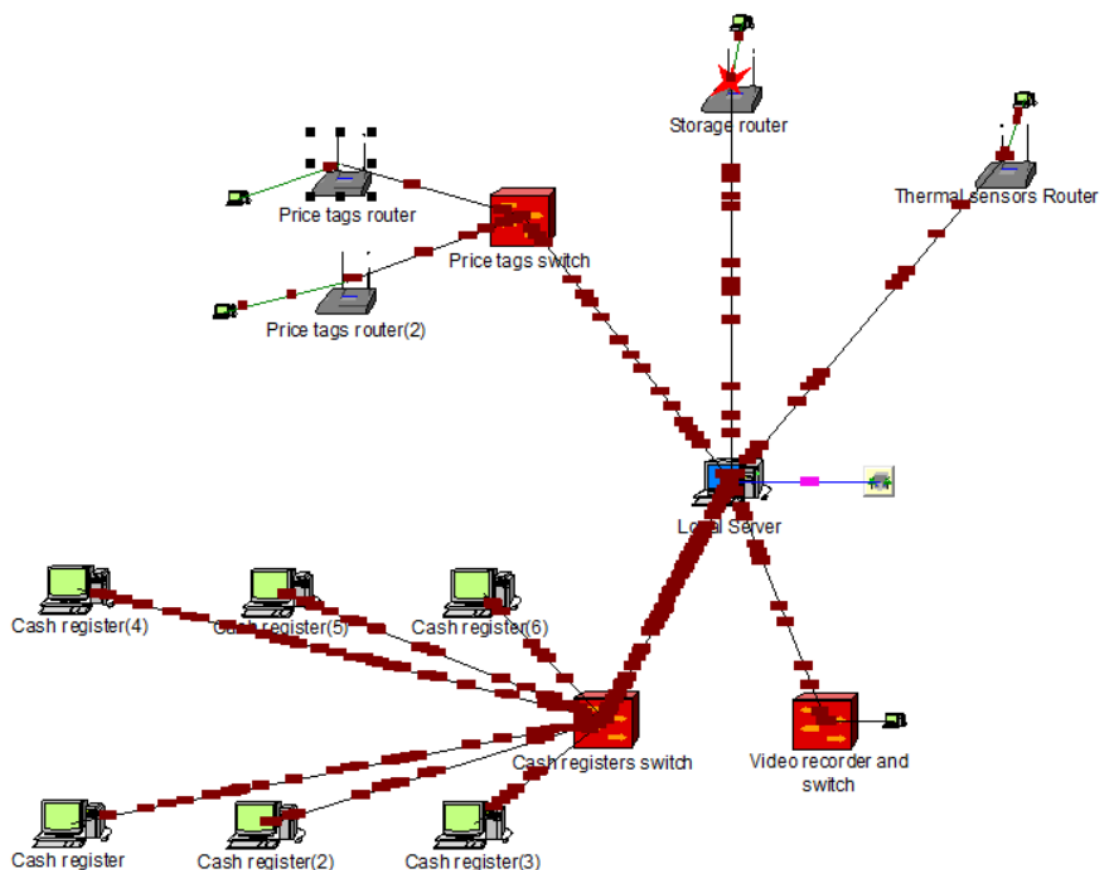


Рис.12. Симуляція мережевої структури магазину

Результати симуляції мережевої структури окремого магазину підтвердили, що збудована архітектура відповідає всім вимогам щодо швидкодії та відмовостійкості. Це означає, що система здатна обробляти великі обсяги даних швидко та надійно, навіть за умов можливих збоїв, що є критично важливим для безперебійної роботи роздрібного бізнесу.

4.2 Стандарти бездротового зв'язку вжиті в проекті

На даний момент існує величезна кількість засобів і стандартів бездротового зв'язку, більша кількість з котрих не задовольняє умовам промислового вживання через проблеми зі стабільністю, максимальною пропускну здатністю, кількістю одночасних приладів. Нижче описані основні засоби що використовуються в комерції.

Радіо зв'язок 2.4 ГГц: радіозв'язок 2.4 ГГц є домінуючим в промисловості і комерції засобом бездротового зв'язку. Найчастіше під цими частота працює Wi-fi, або стандарт IEEE 802.11, проте це не завжди так деякі виробники використовують власні методи шифровки і протоколи передачі даних, що дозволяє використовувати для роботи з ними звичайне мережеве обладнання і при цьому відв'язати від мережі інтернет на рівні протоколів. Даний засіб підтримує до 100м ефективної дальності зв'язку в обох напрямках, зі швидкістю до 12 гігабайтів в секунду. Обладнання підтримує до 200 одночасних користувачей (приладів).

Недоліками цього способу є:

- Відносно висока вартість - це пов'язано з затратами на сертифікацію і більш високу в порівнянні з іншими засобами технічну складність.
- Низька реальна ефективна дальність – даний стандарт вживається в більшості мешкань у вигляді Wi-fi, що створює високу завантаженість ефіру.

Інфрачервона передача: оптичний засіб передачі даних, за допомогою інфрачервоного світла. В промисловості і комерції найчастіше використовується одно напрямлене рішення, при якому ми маємо від одиниці до кількох десятків приймаючих пристроїв та одної центральної передаючої станції. Даний спосіб є одним із самих дешевих, через неймовірну простоту технології, а також дуже стійким до зовнішніх впливів, через те що сигнал оптичний.

Мінуси очевидні:

- Обов'язкова пряма лінія видимості.
- Низька дальність через розсіювання світла.

Zigbee — це бездротовий стандарт, розроблений для систем з низьким енергоспоживанням, низькою швидкістю передачі даних і невеликою дальністю зв'язку. Він базується на стандарті IEEE 802.15.4, який визначає фізичний та MAC-рівні для бездротових персональних мереж (WPANs). Zigbee ідеально підходить для рішень, де потрібна взаємодія між багатьма пристроями в мережі, таких як системи розумного будинку, промислова автоматизація та медичні прилади.

Переваги:

- Низьке енергоспоживання: Пристрої Zigbee можуть працювати від батарей роками, що робить їх чудовим вибором для датчиків і невеликих пристроїв.
- Mesh-мережа: Zigbee підтримує топологію mesh-мережі, що дозволяє пристроям передавати дані один одному, розширюючи загальне покриття мережі та підвищуючи її надійність. Якщо один пристрій виходить з ладу, дані можуть бути перенаправлені через інші пристрої.
- Висока кількість пристроїв: Мережа Zigbee може підтримувати тисячі пристроїв, що робить її масштабованою для великих систем.
- Безпека: Zigbee включає надійні функції безпеки, такі як 128-бітове AES-шифрування для захисту даних.
- Відносна дешевизна: Вартість пристроїв Zigbee зазвичай нижча порівняно з Wi-Fi обладнанням.

Недоліки:

- Низька швидкість передачі даних: Максимальна швидкість передачі даних Zigbee становить лише 250 кбіт/с, що недостатньо для потокової передачі великих обсягів даних.
- Обмежена дальність: Хоча mesh-мережа розширює покриття, пряма дальність зв'язку між двома пристроями Zigbee зазвичай становить 10-100 метрів у приміщенні, залежно від перешкод.

- Інтерференція: Працюючи на частоті 2.4 ГГц, Zigbee може відчувати інтерференцію з Wi-Fi та Bluetooth пристроями.

Bluetooth Low Energy (BLE) — це енергоефективна версія стандарту Bluetooth, розроблена для додатків, що вимагають низького енергоспоживання та періодичної передачі невеликих обсягів даних. BLE є ключовою технологією для пристроїв IoT, таких як носимі пристрої, фітнес-трекери, маячки, медичні датчики та розумні домашні аксесуари.

Переваги:

- Надзвичайно низьке енергоспоживання: Основна перевага BLE полягає в його здатності працювати від невеликих батарей протягом тривалого часу (місяці або роки).
- Широка сумісність: BLE підтримується практично всіма сучасними смартфонами, планшетами та комп'ютерами, що спрощує підключення до інших пристроїв.
- Низька вартість: Модулі BLE зазвичай дуже дешеві у виробництві.
- Невеликий розмір: BLE-чіпи можуть бути дуже компактними, що дозволяє інтегрувати їх у мініатюрні пристрої.
- Достатня швидкість для малих даних: Хоча швидкість нижча, ніж у класичного Bluetooth, для передачі невеликих пакетів даних (наприклад, показники датчиків) вона є цілком достатньою.

Недоліки:

- Обмежена дальність: Типова дальність BLE становить до 100 метрів у відкритому просторі, але в приміщенні вона може бути значно меншою через перешкоди.
- Низька пропускна здатність: BLE не підходить для передачі великих файлів або потокового відео. Максимальна швидкість передачі даних зазвичай становить близько 1-2 Мбіт/с у реальних умовах.

- Відсутність mesh-мережі в базовій специфікації: Хоча існують розширення, такі як Bluetooth Mesh, базова специфікація BLE не підтримує повноцінну mesh-мережу, що обмежує його масштабованість для дуже великих мереж пристроїв без центрального концентратора.
- Інтерференція: Як і Zigbee, BLE працює на частоті 2.4 ГГц, що робить його вразливим до інтерференції з іншими пристроями, що працюють у тому ж діапазоні.

В проекті були застосовані стандарти Zigbee та BLE, характеристики котрих достатні для роботи системи і їх мінусами можна знехтувати.

					ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		54

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту було досліджено та розроблено концепцію бездротової системи зв'язку для магазинів без персоналу. Основною метою роботи було вивчення технологічних рішень, що сприяють автоматизації торгівлі, та адаптація сучасних засобів представлених в Україні для забезпечення ефективної роботи таких магазинів.

Під час аналізу готових рішень було розглянуто модель Żabka Nano, що дозволило оцінити практичні аспекти впровадження безконтактної системи покупок. Було виявлено, що основні переваги автоматизованих магазинів полягають у зниженні витрат на персонал, зручному товарообліку та маркетинговому потенціалі. Водночас було відзначено певні труднощі, пов'язані з високою вартістю впровадження, технічними обмеженнями та юридичними аспектами.

Дослідження технічних рішень автоматизації торгівлі дозволило визначити ключові елементи безперсонального магазину, зокрема:

- Каси самообслуговування;
- Електронні цінніки;
- Системи видачі товарів з обмеженим обігом;
- Системи полегшеної викладки товарів.

Розгляд сучасних засобів бездротового зв'язку показав, що найбільш придатним для комерційного використання є радіозв'язок на частоті 2,4 ГГц, який забезпечує стабільність та високу пропускну здатність. Інші методи, такі як інфрачервона передача, мають обмежене застосування.

Проектування мережі магазинів без персоналу здійснювалося на основі ієрархічної схеми, що включає центральну базу даних, регіональні офіси та окремі магазини. Внутрішня мережа магазину побудована із застосуванням серверної інфраструктури, маршрутизаторів та комутаторів, що дозволяє ефективно керувати потоками інформації.

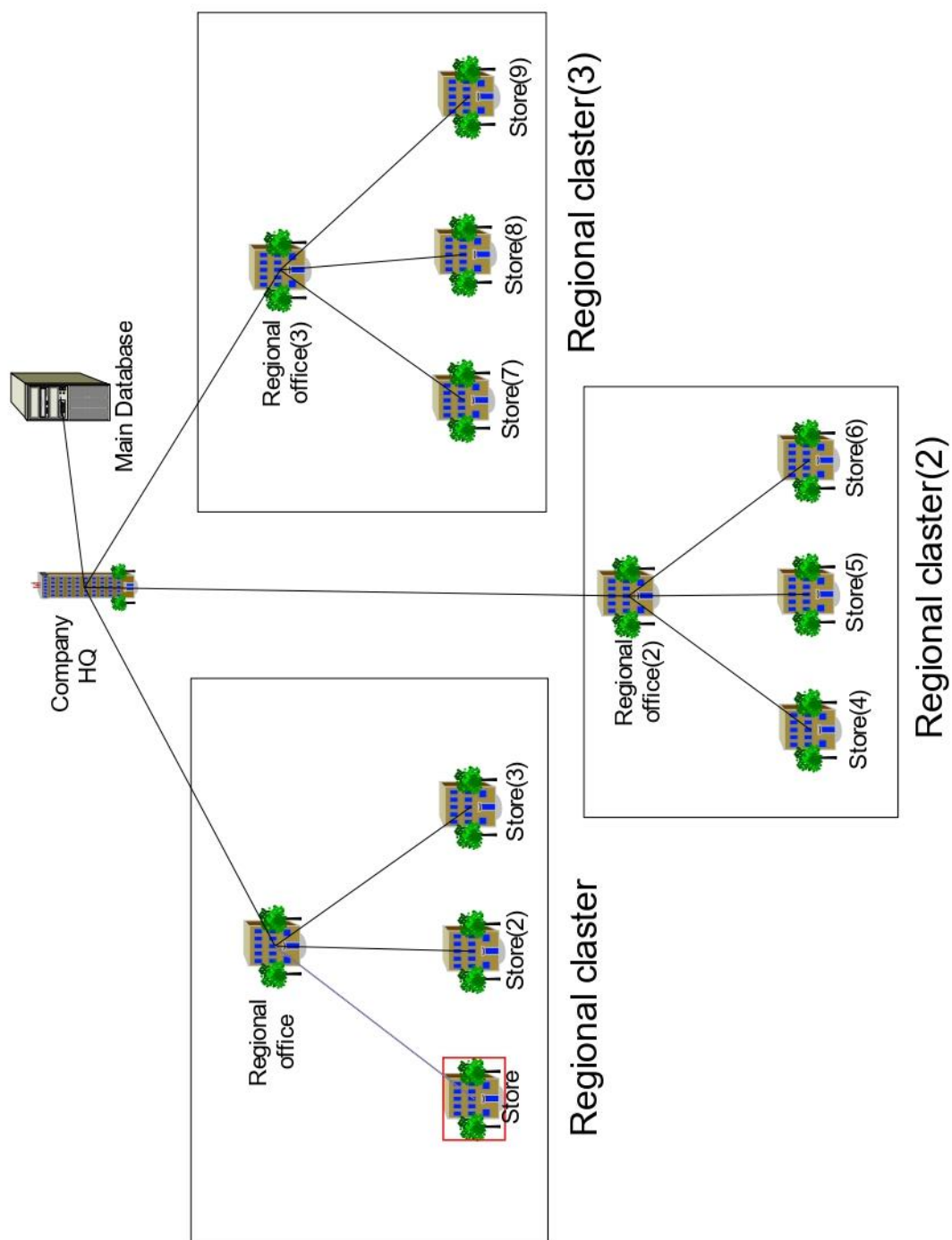
Таким чином, результати дипломного проекту підтвердили можливість ефективного впровадження автоматизованих торгових точок в Україні. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оптимізацію витрат впровадження та адаптацію технологічних рішень до реалій вітчизняного ринку.

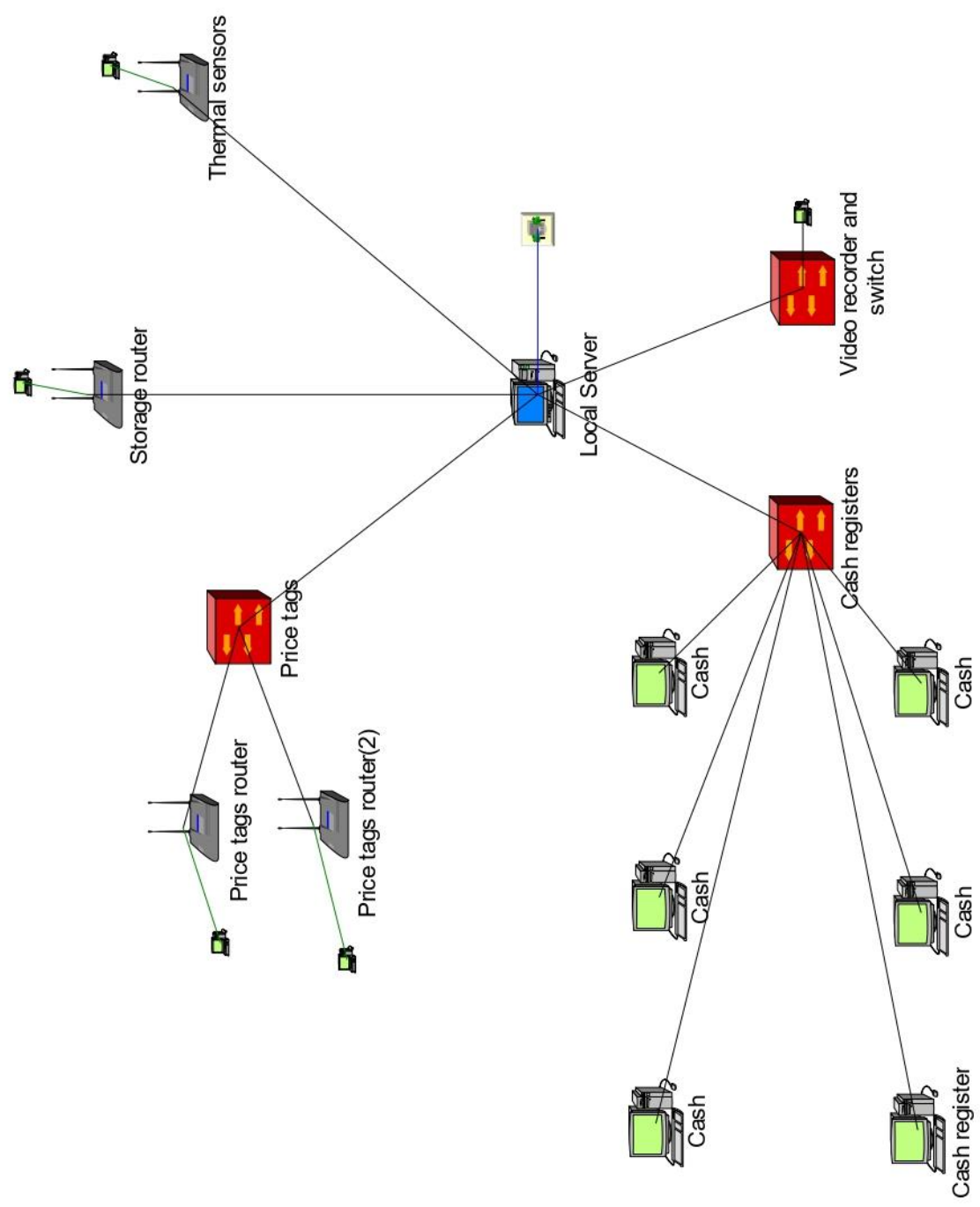
					ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сайт виробника електронних цінників – <https://novitus.pl/>
2. Сайт виробника мережевого обладнання – <https://www.tp-link.com/>
3. Douglas E. Comer – *Internetworking with TCP/IP*
4. Andrew S. Tanenbaum, David J. Wetherall – *Computer Networks*
5. Козырев В.А., Левин А.И. – *Компьютерные сети: Архитектура, принципы построения и протоколы*
6. Бекман, В. (2022). *Безпроводні мережі та системи: Теорія та застосування*. Київ: Техніка.
7. Гаврилов, О. В. (2023). *Основи радіотехніки та зв'язку*. Львів: Новий Світ-2000.
8. Грищенко, Ю. М. (2021). *Системи мобільного зв'язку: Принципи побудови та функціонування*. Харків: Фоліо.
9. Джонсон, Р. (2023). *IoT-рішення для роздрібної торгівлі: Практичний посібник*. Переклад з англ. Київ: Освіта України.
10. Коваленко, І. П. (2022). *Проектування та розробка програмного забезпечення для вбудованих систем*. Вінниця: Нова Книга
11. Кравчук, О. С. (2024). *Технології безконтактних платежів та їх інтеграція в системи самообслуговування*. Наукові записки Національного університету "Києво-Могилянська академія". Серія: Комп'ютерні науки, 3(1), 45-58.
12. Литвиненко, А. В. (2023). *Аналіз та оптимізація мереж Wi-Fi для великих торгових площ*. Збірник наукових праць Дніпровського національного університету. Серія: Інформаційні технології, 1(2), 112-125.
13. Малиновський, С. О. (2022). *Бездротові сенсорні мережі: Архітектура та застосування*. Тернопіль: Підручники і посібники.

14. Мартиненко, В. Г. (2024). *Big Data та аналітика в ритейлі: Можливості для магазинів без персоналу. Вісник Харківського національного економічного університету. Серія: Економіка та управління, 2(3), 87-101.*
15. Петренко, С. Д. (2023). *Кібербезпека в IoT-системах: Захист даних у магазинах без персоналу. Київ: НАУ.*
16. Саєнко, Ю. С. (2022). *Магазини без персоналу: Технологічні рішення та економічні аспекти. Одеса: Астропринт.*
17. Сидоров, В. А. (2024). *Радіочастотна ідентифікація (RFID) у системах автоматизації торгівлі. Науково-технічний журнал "Радіотехніка", 1(4), 67-78.*
18. Сміт, Дж. (2021). *Бездротові комунікації: Принципи та практика. Переклад з англ. Київ: Основа.*
19. Тарасенко, П. Л. (2023). *Інтернет речей (IoT) у роздрібній торгівлі: Архітектура та протоколи. Львів: БАК.*
20. Федоренко, О. В. (2022). *Розробка мобільних додатків для взаємодії з системами самообслуговування. Збірник наукових праць Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Серія: Інформатика, 4(1), 90-103.*
21. Хорват, П. (2023). *Технології 5G та їх потенціал для розумних магазинів. Журнал "Телекомунікації", 2(5), 34-45.*
22. Черненко, Д. Ю. (2024). *Системи відеоспостереження та аналітика в магазинах без персоналу. Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Комп'ютерні системи та мережі, 1(2), 76-89.*
23. Швець, Л. І. (2022). *Ефективність застосування бездротових технологій у сучасній роздрібній торгівлі. Економіка та управління, 3(4), 102-115.*





ДОДАТОК В

