

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Інформаційних систем

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)

(підпис) Форсюк А.В.
(прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) Чумаченко С.М.
(прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки»

на тему: «Створення інформаційної системи для логістичної компанії «Нова пошта» з використанням штучного інтелекту в складській логістиці»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 4

Новицький Владислав Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____ (підпис)

Керівник Андріюк Олена Петрівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____ (підпис)

Консультанти Андріюк О.П.
(прізвище та ініціали) _____ (підпис)

(прізвище та ініціали) _____ (підпис)

(прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Рецензент Смітюх Я.В.
(прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Інформаційних систем

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Інформаційних систем

С.М. Чумаченко

“ ” _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Новицькому Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Створення інформаційної системи для логістичної компанії «Нова пошта» з використанням штучного інтелекту в складській логістиці»

керівник роботи Андріюк Олена Петрівна, доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти від 29.04.2021 року № 248-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 28.05.2021

3. Вихідні дані до роботи Складські процеси компанії «Нова Пошта»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) системний аналіз предметної області, виявлення існуючих бізнес-процесів, їх вдосконалення, побудова функціональної схеми, опис реалізованого функціоналу

5. Перелік графічного матеріалу

функціональні моделі системи «AS-IS» та «TO-BE», фізична схема бази даних, зовнішній вигляд форм програмного додатку, фрагменти коду

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Доц. Андріюк О.П.		
2	Доц. Андріюк О.П.		
3	Доц. Андріюк О.П.		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Перший етап – системний аналіз процесів діяльності компанії «Нова Пошта»	05.05-07.05	Виконано
2	Другий етап – реалізація задач автоматизації процесів складської логістики	08.05-19.05	Виконано
3	Третій етап – опис охорони праці	20.05-23.05	Виконано
4	Четвертий етап – оформлення пояснювальної записки та створення презентації	24.05-28.05	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Новицький В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Андріюк О.П.
(прізвище та ініціал)

АНОТАЦІЯ

Метою даної роботи є створення інформаційної системи для відділень логістичної компанії «Нова Пошта», яка дозволить автоматизувати більшу частину роботи у відділенні.

При розробці даної системи були створені функціональні схеми декомпозиції роботи самої компанії та бізнес-процесів, що відбуваються у відділенні.

В даній роботі висвітлюється програмна частина комплексу автоматизації без апаратних засобів та програмного забезпечення для них.

Робота складається з 72 сторінок. Містить 8 таблиць та 27 ілюстрацій. Посилань на джерела 6. Кількість додатків 7.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ЛОГІСТИКА, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЗАХИСТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, СКЛАД.

SUMMARY

The purpose of this work is to create an information system for the branches of the logistics company "Nova Poshta", which will automate most of the work in the branch.

During the development of this system, functional schemes of decomposition of the company's work and business processes occurring in the branch were created.

This paper covers the software part of the automation complex without hardware and software for them.

The work consists of 72 pages. It contains 8 tables and 25 illustrations. References 6. Number of applications is 7.

KEY WORDS: INFORMATION SYSTEM, LOGISTICS, AUTOMATION, SOFTWARE PROTECTION, WAREHOUSE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ	10
1.1 Загальна характеристика ТОВ «Нова Пошта» та її історія.....	10
1.2 Організаційна структура.....	11
1.2.1 Загальна схема організаційної структури	11
1.2.2 Структура регіонального відділення	12
1.3 Нинішній стан комп'ютеризації	14
1.4 Розроблення функціональної моделі та аналіз існуючих бізнес процесів	16
1.4.1 Функціональна модель компанії «Нова пошта»	16
1.4.2 Виявлення проблеми	18
1.4.3 Задачі автоматизації	19
1.5 Огляд існуючих рішень для розв'язання поточних проблем	19
1.6 Доцільність розробки інформаційної системи для логістичної компанії «Нова Пошта»	23
1.7 Концептуальна модель системи.....	23
1.8 Розрахунок економічного ефекту від впровадження системи	23
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ	26
РОЗДІЛ 3. ОПИС КОМПЛЕКСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ	31
3.1 Інформаційне забезпечення системи.....	31
3.2 Алгоритмізація та реалізація комплексу задач автоматизації.....	31
3.3 Інструкція користувача.....	33
3.4 Технічне та системне забезпечення розробки.....	41
3.4.1 Обґрунтування вибору технічних засобів	41

3.4.2 Розрахунок та визначення топології комп'ютерної мережі	47
3.4.3 Обґрунтування вибору ОС та протоколу обміну даних	48
3.4.4 Розробка і обґрунтування стратегії адміністрування системи.....	50
3.4.5 Заходи захисту від несанкціонованого доступу до системи	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	53
ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
ДОДАТКИ	57
ДОДАТОК А «ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА»	57
ДОДАТОК Б «ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ»	58
ДОДАТОК В «ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ AS-IS».....	59
ДОДАТОК Г «ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ TO-BE»	61
ДОДАТОК Д «СХЕМА БАЗИ ДАНИХ»	63
ДОДАТОК Е «ФРАГМЕНТИ КОДУ ПРОГРАМИ»	64
ДОДАТОК Ж «РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ З АРІ «НОВА ПОШТА»»	71
ДОДАТОК И «ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ».....	72

ВСТУП

З кожним днем роль інформатизації у житті суспільства все дедалі збільшується. На даний момент ми живемо у час четвертої промислової революції, коли засоби автоматизації не тільки допомагають людині, а і починають діяти самостійно на протязі досить великих проміжків часу.

За ефективністю виробництва зазвичай розуміють раціональне використання сил та засобів для досягнення поставленої мети. Тобто отримання максимального прибутку при мінімально можливому вкладенні.

Задача підвищення ефективності виробництва стоїть перед кожним конкурентоспроможним підприємством. Людям притаманно допускати помилки, не раціонально оцінювати обстановку та приймати хибні рішення. Для зниження впливу людського фактору почали використовувати автоматизовані системи контролю, моніторингу, прийняття рішень. І з кожним новим створеним рішенням роль людини зменшується.

Для зменшення собівартості та підвищення якості продукції, що виготовляється, людську силу замінюють на автоматизовані конвеєрні лінії, які працюють без упину з мінімальним відсотком браку. Цей процес почався приблизно з 1970х років, коли у виробництві стали широко використовувати промислову автоматизацію: ЧПУ верстати, ПЛК контролери. На таких виробництвах роль людини стала простою – спостерігати за роботою машин і виконувати планове технічне обслуговування.

Починаючи з 2010х років люди почали замислюватися над «розумним» виробництвом, яке б могло адаптивно підлаштовуватися під зміну попиту, мати можливість аналізувати та зберігати великі об'єми інформації, бути автономним на протязі великих проміжків часу.

Однією з основних галузей використання автоматизованих систем після виробництва є логістика. В останні десятиліття логістичні потужності світу дедалі збільшуються, з ними і зростає оптимальність та чіткість доставок. Цьому благополучно сприяють такі сфери розвитку ІТ-технологій як штучний

інтелект, машинне навчання, нейронні сітки. Автоматизовані складські комплекси використовуються великими компаніями по всьому світу. Найбільша американська компанія на ринку електронної комерції Amazon використовує одним із найсучасніших автоматизованих складів у світі Kiva Systems. Українська фармацевтична компанія «Дарниця» має роботизований високостелажний комплекс, який збільшив обсяг продукції, що зберігається та знизив кількість травм на виробництві.

На даний момент не має чіткого визначення, що саме є правильним вважати штучним інтелектом. В основному прийнято вважати, що штучний інтелект це система, яка може приймати оптимальні рішення за короткі проміжки часу, отримувати зворотній зв'язок, і як наслідок – вдосконалюватися.

Штучний інтелект в логістиці дозволяє оптимально спланувати розклад, обсяг, способи доставки вантажів, обирати необхідну схему укладки товарів на стелажах.

Темою розробки є створення інформаційної системи для відділень логістичної компанії «Нова пошта» з використанням штучного інтелекту. Інтеграція цієї розробки в діяльність компанія сприяє зменшенню кількості персоналу у відділеннях, збільшить об'єм складських приміщень, знизить вплив людського фактору.

РОЗДІЛ 1. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

1.1. Загальна характеристика ТОВ «Нова Пошта» та її історія

ТОВ «Нова пошта» є українською логістичною компанією, створеною в 2001 році. На даний момент в компанії працює 28 000 осіб, а сама мережа налічує 6000 пунктів прийому-видачі посилок. Компанія виконує перевезення вантажів, посилок та документів за короткі строки.

Компанія була заснована 13 лютого 2001 року В'ячеславом Климовим та Володимиром Поперешнюком. Ідея створення компанії виникла через необхідність швидкої та зручної доставки товарів з Полтави по всій Україні. Така необхідність виникла за рахунок кондитерського бізнесу одного із співзасновників. Сприятливими умовами також став факт відсутності ринку доставки в Україні на той момент. Не існувало швидкого та безпечного шляху відправляти посилки.

Стартовий капітал компанії на той момент становив приблизно 7000 доларів. Через п'ять років існування обороти компанії почали знижуватися. Тому було прийнято рішення оптимізувати логістику та змінити підходи до маркетингу. Це був момент, коли компанії слід було перейти на новий рівень розвитку. В цей же час у компанії почали з'являтися крупні клієнти та конкуренти. Саме ці факти змусили компанію стрімко виходити на принципово новий рівень. Співзасновники вирішили отримати ступінь Executive MBA для підвищення кваліфікаційного рівня.

Програма Executive MBA є програмою вдосконалення управлінських компетенцій, що є міжнародним «золотим стандартом» та признається на глобальному ринку бізнес-освіти.

Власниками компанії було прийнято рішення виконати дві головні цілі – забезпечити клієнтській сервіс на високому рівні та якість послуг. В цей же час, через стрімке розростання компанії, виникла необхідність створення ключового управлінського складу в центральних офісах компанії.

У 2007 році компанія вперше почала приносити прибутки. «Нова Пошта» і далі продовжує відкривати свої відділення та філіали в крупних

містах країни та укріплює свої позиції у сегменті B2B. Світова криза у тому році лише загартувала принципи компанії. Вже в 2009 році «Нова Пошта» стала лідером швидких доставок у всіх регіонах країни. Об'єми доставок зростали неймовірними темпами. У 2009 році було доставлено 1,5 млн посилок, а в 2010 році – 4 млн. Кількість відділень зросла до 140.

У 2011 знову виникла необхідність в наступному великому кроці у розвитку. Основна ціль вдосконалення не змінилася – оптимізація процесів. В цей період була вдосконалена система логістики та сортування вантажів. В цей час відбувається стрімкий розвиток інтернет-комерції. І саме «Нова пошта» стає посередником між інтернет-магазинами та клієнтами, закріпившись вже в сегменті B2C. Об'єми доставок зросли до 10 млн вантажів в рік.

Починаючи з 2012 року компанія рішуче обрала ще один вектор розвитку – зарубіжний ринок, ставши на ньому «Нова пошта Глобал». В 2014 році в Молдові та Грузії були відкриті нові відділення і компанія вийшла на глобальну арену логістики. Ще одним вектором розвитку стало розширення спектру послуг. Тепер можна було виконувати грошові переводы через каси ForPost, а також замовляти послуги фулфілменту. В цей же час компанія почала розробляти мобільний додаток для клієнтів, що дозволив оформлювати та забирати посилки ще швидше. І знову ж таки все заради підвищення ефективності виробництва та послуг доставки. Набирали популярності і міні-відділення, завдяки яким клієнтам не доводилося стояти в чергах або йти у відділення.

У 2015 році компанія «Нова пошта» отримала нагороду «Бізнес, що змінює країну» від центру розвитку КСО в Україні.

З 2016 року почався етап стійкого росту компанії. Для досягнення цієї мети продовжувалося відкриття нових відділень у нових країнах світу. В планах компанії стати найулюбленішим сервісом українців.

1.2. Організаційна структура

1.2.1. Загальна схема організаційної структури

Підприємство має головне управління, у якому вирішуються ключові питання, налагоджуються стосунки з потенційними крупними клієнтами, визначаються вектори подальшого розвитку. В кожному регіоні України присутня регіональна філія, що виконує ті ж самі завдання, тільки на локальному рівні, в межі свого регіону. Регіональній філії підпорядковуються усі наявні відділення (дод. А.).

«Нова Пошта» має ієрархічну структуру управління, це добре видно на прикладі регіональних філій та регіональних відділень. Завдяки тому, що кожний нижній рівень підпорядковується вищому рівню, обов'язки щодо управління та контролю оптимально розмежуються. Проблеми регіонального відділення не займають час у головного управління. Такт управління на нижніх рівнях є досить швидким, тому локальні проблеми, пов'язані із задачами регіональних відділень, вирішуються досить швидко.

1.2.2. Структура регіонального відділення

Автоматизація буде стосуватися роботи регіональних відділень. Регіональне відділення, в основному, складається із директора відділення, його замісника та працівників самого відділення. Роль працівників є оформлення нових та видача наявних посилок. Замісник відділення координує час та об'єми обігу посилок з регіональним центром сортування (рис. 1.1)

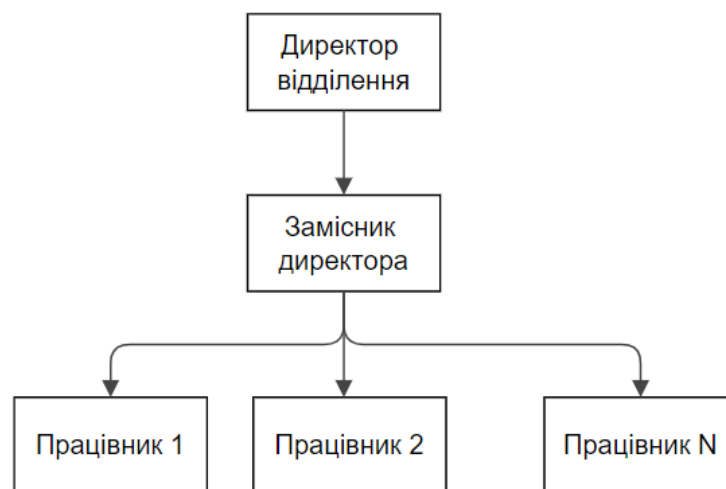


Рис. 1.1. Структура регіонального відділення

Задачею регіонального відділення є виконання функцій прийому-видачі посилок та виконання інших процедур, що пропонуються компанією «Нова Пошта», наприклад, переказ грошей та взаємодія з іншими відділами (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Взаємодія регіонального відділення з іншими відділами

№	Підрозділ	Одержання	Надання
1	Регіональна філія	<ul style="list-style-type: none"> • Графіки та об'єми посилок; • Вказівки щодо поліпшення якості обслуговування. 	<ul style="list-style-type: none"> • Щотижневі звіти про завершені відправлення та нові отримані; • Звітів щодо нештатних ситуацій.
2	Відділ маркетингу	<ul style="list-style-type: none"> • Рекламного приладдя; • Вказівки щодо покращення рекламної компанії. 	<ul style="list-style-type: none"> • Звітів щодо ефективності проведених рекламних заходів. • Звітів, заснованих на відгуках клієнтів.
3	Відділ фінансів	<ul style="list-style-type: none"> • Вказівки щодо оформлення фінансової звітності. 	<ul style="list-style-type: none"> • Звіти щодо виконання запланованих заходів та закупівель; • Звіти фінансових витрат.
4	Відділ інновацій та розвитку	<ul style="list-style-type: none"> • Ідеї щодо розвитку; • Обладнання та засоби для забезпечення прогресу. 	<ul style="list-style-type: none"> • Побажання щодо оптимізації та покращення робочих місць та якості

			обслуговування клієнтів.
5	Відділ автопарку	<ul style="list-style-type: none"> Інформація про вантажомісткість. 	<ul style="list-style-type: none"> Стан автомобілів.

Швидкість доставок компанії «Нова Пошта» заснована на автоматизованих сортувальних центрах, тому кожен посилок слід правильно оформити та наклеїти на неї відповідне маркування. Головною задачею в цьому випадку є не тільки виконати доставку посилки з пункту «А» в пункт «Б», а і зробити це одночасно швидко та дешево.

Автоматизована система, що створюється повинна пришвидшити та полегшити процедуру прийому-видачі посилок за рахунок використання невеликих автоматизованих складів у приміщеннях регіональних відділень. Штучний інтелект, що являє собою один із модулів системи, буде оптимізувати розкладку посилок на стелажі, тим самим зменшуючи пробіг механізованих системи. Дана розробка вписується в принципи розвитку компанії «Нова Пошта», оскільки вона оптимізує процеси та покращує якість обслуговування клієнтів.

1.3. Нинішній стан комп'ютеризації регіональних відділів «Нова Пошта»

На даний момент кожне відділення обладнане комп'ютеризованою системою, що складається з персонального комп'ютера, сканеру штрих-кодів, принтеру та зв'язку з центральним сервером. Завдяки цьому паперова робота у відділах відсутня, окрім банківських чеків.

При прийомі посилки працівник відділення заносить інформацію клієнта в базу даних (або клієнт самотужки в режимі онлайн заніс усі дані і тим самим пришвидшим процес), далі працівник роздруковує на принтері наліпку із штрих-кодом і наклеює її на посилок для подальшого трекінгу та кладе посилок на полицю.

При видачі посилки працівник виконує валідацію отримувача, далі отримує місцезнаходження посилки на стелажі та видає клієнтові. Якщо потрібно, клієнт оплачує послуги працівнику.

При завантаженні усіх прийнятих посилок в вантажівку, що прямує у найближчий автоматизований пункт сортування, працівники за допомогою бездротового сканеру, відскановують посилки і передають їх вантажникам. При цьому статус посилок автоматично відображається в системі та може відслідковуватися відправником або одержувачем. Також дана інформація використовується для відслідковування вузьких місць процесів або недбайливого ставлення працівників, що може призвести до погіршення репутації компанії.

При надходженні посилок у відділення виконується та ж сама операція, тільки навпаки.

Для зручності користування компанія «Нова Пошта» розробила мобільний та веб-додаток для швидкого оформлення та відслідковування посилок. Дана програма зменшила час оформлення та навантаження на відділення. Люди самі прагнуть використовувати даний додаток для економії свого часу.

Нинішній стан речей не є задовільним оскільки велика кількість часу витрачається на людський фактор, а саме: оформлення нової посилки, приймання коштів та видача решти, пошук посилки на складі. Особливо це стає помітним у часи пік, коли відділення сильно перевантажено. Вирішення даної ситуації полягає у оптимізації процесів, у яких задіяна людина або повна відмова від них. Процес пошуку посилки на стелажі хоч і автоматизований, але все одно займає багато часу, як і процес оформлення нових відправлень.

Дана робота не буде стосуватися роботи автоматизованих сортувальних центрів.

Наявне програмне забезпечення, яким користується компанія «Нова Пошта» не має достатнього функціоналу для повної автоматизації

регіональних відділень, тому у даній роботі буде запропоновано один із варіантів вирішення проблеми.

1.4. Розроблення функціональної моделі та аналіз існуючих бізнес процесів

1.4.1. Функціональна модель компанії «Нова пошта»

У додатку Б.1 представлена функціональна модель компанії «Нова Пошта».

Опис функціональної моделі підприємства:

1. Вхідні дані:

- a. «Замовлення клієнтів на відправку» - замовлення, які клієнти зробили онлайн чи у відділення, на відправку посилок та/або вантажів;
- b. «Інформація про стан доріг» - компанія бере інформацію з регіональних відомств про поточний стан доріг (пробки, ремонт доріг) та враховує ці дані для забезпечення більшої швидкості доставки вантажів до відділень та сортувальних центрів;
- c. «Ринкова інформація про конкурентів» - береться до уваги послуги та сервіси, що надаються клієнтам компаніями-конкурентами та їх рекламні компанії для забезпечення конкурентоспроможності компанії на ринку;
- d. «Зворотній зв'язок» - компанія бере до уваги відгуки клієнтів, звіти з виконаних робіт, звіти з сталого розвитку для корегування поточного управлінського впливу.

2. Керування:

- a. «Сертифікати» - підприємство має два сертифіката у сфері охорони праці OHSAS 180001:2007, ISO 45001:2018;
- b. «Політика компанії» - компанія має встановлені принципи у сфері обслуговування клієнтів та надання послуг;

- с. «Плани компанії» - компанія має заздалегідь встановлений вектор розвитку, якого вона дотримується.

3. Механізми:

- а. «Логістичні потужності» - наявний парк автомобілів та склади;
- б. «Сортувальні центри» - центри сортування відправлень, розташовані у всіх регіонах;
- с. «Відділення» - точки обслуговування клієнтів в містах та регіонах.

4. Вихідні дані:

- а. «Звіти зі сталого розвитку» - документи, в яких зазначаються виконані роботи із поліпшення якості обслуговування;
- б. «Зовнішні проекти компанії» - компанія займається не лише перевезенням вантажів, а і надає різноманітні послуги: фулфілмент, грошові перекази, платіжна система;
- с. «Доставлені відправлення» - вантажі, що були доставлені до точки видачі та будуть одержані отримувачем.

Оскільки автоматизація буде стосуватися саме роботи відділень, то далі буде наведена функціональна модель роботи відділення компанії «Нова Пошта» (дод. Б.2).

Опис функціональної моделі відділення:

1. Вхідні дані:

- а. «Замовлення клієнтів» - вантажі, які клієнти зареєстрували;
- б. «Інформація про клієнтів» - ПІБ, контактні дані, адреса клієнта;
- с. «Інформація про посилку» - час та місце відправлення і прибуття посилки, стан посилки на даний момент, наприклад, «в дорозі»;
- д. «Матеріали для пакування» - коробки, клейка стрічка, папір для наліпок, маркування;

2. Керування:

- a. «Правила пакування» - співробітники відділення дотримуються встановлених правил пакування для різних типів вантажів;
- b. «Регламент» - кожний співробітник дотримується встановленого регламенту при наданні послуг;
- c. «Бланки заявок» - бланки для переказу коштів, повернення посилки відправнику, тощо.

3. Механізми:

- a. «Приміщення» - кожне відділення потребує спеціально облаштоване приміщення для розгортання своєї діяльності;
- b. «Обладнання» - кожне відділення комплектується необхідним обладнанням;
- c. «Стенди» - відділенню надаються стенди для зберігання відправлень;
- d. «Персонал» - в кожному відділенні працює певна кількість працівників для обслуговування клієнтів.

4. Вихідні дані:

- a. «Звіти про виконані роботи» - співробітники складають цифрові звіти про виконані за певний період роботи;
- b. «Договір» - відділення може надати договір про отримання/відправлення посилки.

У додатку В представлено схеми декомпозиції роботи відділення AS-IS, процесів «Розрахунок вартості», «Пакування», «Внесення в БД», «Зберігання».

1.4.2. Виявлення проблеми

У роботі відділення бракує перевірки цілісності вантажів. Цілісність вантажу перевіряється лише клієнтом і це негативно впливає на довіру до компанії, якщо вантаж пошкоджений. Пошкодження вантажу в основному відбуваються за рахунок недбайливого ставлення працівників.

В часи коли компанія не мала автоматизованих сортувальних центрів траплялося багато помилок в аспекті сортування. Відправлення завантажувалося на машину, яка прямувала до іншого пункту і лише в ньому ставало зрозуміло, що сталася помилка. При використанні автоматизованих центрів сортування така проблема зникла. Забезпечення правильної роботи такого центру полягає у тому, що працівники не зможуть завантажити посилку з пошкодженим штрих-кодом, а працівники, що приймають посилки не можуть нічого переплутати, оскільки всі посилки, що до них приходять призначені саме для їх напрямку.

1.4.3. Задачі автоматизації

Для усунення наявних проблем пропонується розвивати автоматизовані пункти прийому-видачі замовлень, повністю автоматизувавши майже усі процеси. В епоху інтернету речей ця задача стає здійсненою. Зараз у світі почала зароджуватися тенденція про виробництво без людей. Тестуються виробничі комплекси, які здатні самостійно виконувати замовлення необхідних матеріалів та сповіщувати сервісний центр про поломки, при цьому не зупиняючи виробництво, а перерозподіляючи навантаження на інші конвеєрні лінії.

1.5. Огляд існуючих рішень для розв'язання поточних проблем

Компанія Sytecs пропонує комплексну систему для підвищення ефективності ключових бізнес-процесів та високого рівня точності виконання операцій. Вона розробляє та впроваджує різноманітні ІТ-продукти в різні галузі: виробництво, логістика, охорона здоров'я, ритейл, сфери послуг.

В аспекті логістика компанія пропонує наступний функціонал своїх систем:

1. Можливість визначення місця розташування в режимі реального часу;
2. Точність виконуваних операцій за рахунок автоматичного визначення маршрутів та пунктів видачі;
3. Швидке виконання операцій в порівнянні із звичайним складом;

4. Оптимізація використання ручної праці.

Компанія пропонує промислові принтери, комп'ютери, сканери, термінали збору даних, мобільні принтери, RFID-технології, температурний скринінг, автоматизоване маркування, технології Hands-free.

Технологія Hands-free – передбачає розташування персонального обладнання та тілі людини. Взаємодія з таким обладнанням відбувається за допомогою рук або голосових команд. Hands-free – дозволяє створювати віртуальну реальність з підказками для працівників тим самим зменшуючи вірогідність помилки.

В стандартній комплектації робітник екіпірується наголовним дисплеєм промислового класу Zebra HD4000, персональним міні-комп'ютером, та сканером-кільцем, що одягається на руку.

При конфігурації під складські задачі система виконує наступні функції:

1. Вибір наступного замовлення;
2. Супровід співробітника у потрібне місце;
3. Підтвердження, що було обрано потрібний товар.
4. Супровід до точки видачі.

Компанія «Склад-сервіс» пропонує більш широкий вибір устаткування для складської логістики.

Прикладами такого устаткування є:

1. Кран-штабелер для коробок;
2. Шатлова коробочна система;
3. Багаторівневі системи перекриттів;
4. Гравітаційні стелажі.

Для нашої задачі розглянемо шатлову коробочну систему. Вона реалізує принцип «товар до людини». Така система забезпечує дуже велику місткість складу на тій же площі. Система складається із стелажів, що розташовані близько один до одного і, які мінімум, одного підйомника та по одному шатлу на кожний рівень стелажу. Шатл здатний перевозити вантажі вагою до 35 кг.

Перевагами використання шатлової коробочної системи є:

1. Збільшення ефективності та рентабельності;
2. Максимально можливе використання складського приміщення;
3. Висока пропускна здатність;
4. Простота в експлуатації;
5. Безпека використання.

Такий комплекс складається із самих стелажів, які можуть знаходитися в деякому приміщенні та місці оператора. Місце оператора обладнане комп'ютером та зоною погрузки-вигрузки вантажів. Оператор може покласти новий вантаж в зону та обрати місце на складі, в якому буде зберігатися даний вантаж або місце буде обрано автоматично.

Така система є досить безпечною, бо працівники не знаходяться на великій висоті, не перебувають у зоні роботи завантажувачів. Чіткість роботи було досягнуто за рахунок відсутності людського фактору при роботі із вантажем на стелаж. Дана система може використовуватися оператором або бути інтегрованою в еко-систему виробництва клієнта.

Компанія «I-Logistics» пропонує програмний продукт для автоматизації складських та логістичних процесів. Даний програмний продукт є одним із найкращих WMS-систем, який спеціально створений для забезпечення оптимальної роботи складських приміщень багатьох компаній.

Основними перевагами даної розробки є гнучкість, швидка адаптація під запити користувача з можливістю нарощування функціоналу в процесі експлуатації системи та розвитку бізнесу.

Дана система здатна вирішити наступні задачі:

1. Оптимізувати бізнес-процесів складу;
2. Надання сервісу, що відповідає потребам клієнтів;
3. Точна інформація в реальному часі;
4. Збільшення об'єму потоку товару;
5. Моніторинг та контроль продуктивності персоналу;

6. Збільшення точності та прозорості процесів, що виконуються.

З апаратних засобів компанія пропонує технології Pick-by-voice, Pick-to-light, Pick-by-line.

Pick-by-voice – технологія для голосової взаємодії працівника із складським комплексом. Задачею цієї технології максимально звільнити руки (Hand-free) та очі працівників, що виконують роботу з продукцією. Термінали, які використовуються для збору даних замінюються гарнітурою.

Pick-to-light – технологія для без паперового відбору товару, яка розширює можливості WMS-системи LVS. Ідеально підходить для задач із швидким товарообігом, точності відбору. Складається система із світлових модулів, що знаходяться біля кожної із комірок.

Pick-by-line – технологія розподілу товару по складу продукції по спеціально заготовленим місцям для кожної роздрібної точки. Всі вони розташовані в одну лінію, тому технологія і має таку назву.

У таблиці 1.2 наведено порівняльну характеристику існуючих систем вирішення поставленої задачі.

Таблиця 1.2

Порівняльна характеристика існуючих рішень для розв’язання поточних проблем

	Вартість	Особливості	Підвищення швидкодії	Мова інтерфейсу
Sytecs	5/5	Легка масштабованість	20 – 35 %	Українська
Склад-сервіс	4/5	Широкий вибір устаткування	40 %	Українська
I-Logistics	3/5	Комплексне рішення	10 %	Українська

Судячи з порівняльної таблиці пропозиція компанії «Склад-сервіс» є найоптимальнішою, оскільки має середню ціну та середній відсоток

підвищення швидкодії складу. За рахунок широкого вибору устаткування, продукцію цієї компанії можливо використати для будь-якої предметної області.

1.6. Доцільність розробки інформаційної системи для логістичної компанії «Нова Пошта»

Доцільність розробки інформаційної системи для логістичної компанії «Нова Пошта» з використанням штучного інтелекту полягає у підвищенні ступені автоматизації бізнес-процесів компанії спеціально адаптованим рішенням. Система, що розроблюється з нуля спеціально під запити клієнта має переваги над готовим програмним продуктом, оскільки час та гроші, що витрачаються на розробку йдуть лише на ті функції, що будуть використовуватися.

Дана розробка зможе вирішити поточну проблему компанії в аспекті впливу людського фактору в роботі відділень.

1.7. Концептуальна модель системи

У моделі TO-BE зменшено кількість бізнес-процесів, у яких приймає участь людина (дод. Г.1). У процесі «Пакування» персонал ще бере участь, але більшу частину буде виконувати обладнання (дод. Г.2). У процесі «Зберігання» приймає участь тільки обладнання (дод. Г.3).

1.8. Розрахунок економічного ефекту від впровадження системи.

Система, що розроблюється складається з програмної та апаратної частини. Програмна частина складається із клієнтського додатку та серверної складської частини, яка пов'язана з існуючим API компанії «Нова Пошта». Апаратна частина складається з ноутбуку, сканеру штрих-кодів, принтеру штрих-кодів та шатлової коробочної системи.

Підвищення швидкодії роботи при використанні даної системи орієнтовно на 40 %. Використання персоналу відділення буде зменшено, оскільки маркування та транспортування посилок на склад буде виконуватися автоматизованою системою. Звичайне відділення складається з 3-х працівників: 1 комірник та 2-а оператори. Заробітна плата оператора складає

7000 грн, комірника – 5000 грн. Щомісячні витрати на заробітні плати для звичайного відділення складають $7000*2 + 5000*1 = 19000$ грн. При впровадженні системи автоматизації для функціонування відділення знадобиться 1 оператор. Його заробітну плату слід буде збільшити на 20 % через збільшення кількості зобов'язань, а саме відкриття, закриття відділення, прибирання приміщень і допомога в обслуговуванні клієнтів в деяких ситуаціях. Тому його заробітна плата буде складати $7000 + 20\% = 8400$ грн/міс.

Якщо враховувати поточні витрати на відділення, а витрати на працівників взяти як при роботі автоматизованої системи, то отримуємо: $19000 - 8400 = 10\,600$ грн – вільних коштів, що будуть витрачатися на покриття витрат на впровадження системи автоматизації.

Витрати на купівлю та виготовлення технічних засобів будуть складати: 10000 грн – купівля ноутбуку для відділення, 4000 грн принтер штрих-кодів, 1500 грн – промисловий сканер, 100000 – автоматизований склад. Загалом - 115 000 грн.

Витрати на розробку програмного забезпечення розрахуємо наступним чином: візьмемо роботи 3-х працівників (конструктор, embedded-програміст та full-stack-програміст). Зарплата кожного з них буде складати 15000 грн в місяць. Для розробки подібної системи буде витрачено орієнтовно 3 місяці. Тому отримує $15000*3*3 = 135\,000$ грн. При розробці даного комплексу потрібно буде виконувати виготовлення різних технічних пристроїв та макетів, тому закладаємо ще 100 000 грн на купівлю матеріалів, витрати на обробку матеріалів зовнішніми підприємствами.

Тож отримуємо, компанії «Нова Пошта» потрібно витратити 235 000 грн на розробку автоматизованої системи та по 115 000 грн на автоматизацію кожного відділення.

Вартість одного шатлу буде 15 000 грн, з яких 5 000 грн – вартість акумулятора, 5 000 – вартість його корпусу, а саме вирізання з листового металу деталей, їх оброблення на листогинному обладнанні та фарбування і

5 000 грн – вартість встановленого електронного обладнання (плати, компоненти, датчики).

Економія на інтеграції системи у відділення складає 10 600 грн, тому окупність відділення буде складати $115\,000 / 10\,600 = 11$ місяців. Загальні витрати на розробку будуть покриватися усіма наявними відділеннями. Завдяки даній економії у компанії відкривається можливість збільшення зони покриття, тобто більше населених пунктів будуть під'єднані до послуг доставки.

На даний момент кількість відділень складає приблизно 6000 точок. Допустимо, що компанія не ризикне використовувати систему автоматизацію у всіх відділеннях одразу. Нехай, кількість автоматизованих відділень буде складати 10 точок. Тоді, витрати на розробку системи будуть розділені на 10 відділень і будуть складати 23 500 грн для кожного. Це збільшує термін окупності відділення на $23\,500 / 10\,600 = 3$ місяці.

В результаті окупність даної системи буде складати 14 місяців.

Витратними витратами для системи є акумулятори шатлу, які зазвичай можуть пропрацювати 3 роки. Далі вони також можуть виконувати свої функції, але можуть втратити приблизно половину своєї ємності. Вартість такого акумулятора буде становити 5 000 гривень. Тобто кожен місяць слід відкладати 140 гривень на новий акумулятор для шатлу. Таких акумулятора для одного шатлу буде 2, тому на одне відділення слід відкладати 280 грн для заміни акумуляторів.

Для ремонту рухомих частин слід відкладати 100 грн в місяць. В них буде входити закупка мастила, підшипників, ременів, щіток в електродвигунах, заміна датчиків.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

1. Загальні положення

1.1. Найменування системи: «Інформаційна система для логістичної компанії “Нова Пошта” з використанням штучного інтелекту в складській логістиці».

1.2. Результати робіт зі створення системи оформлюються згідно з вимогами ДСТУ на відповідні етапи розробки. Порядок оформлення і передачі результатів у даному випадку визначається змістом і календарним планом виконання розробки.

1.3. У випадку необхідності на наступних стадіях робіт по створенню системи окремі положення можуть уточнюватися і розвиватися.

2. Призначення і цілі створення системи

2.1. Призначення системи.

Система призначена для автоматизації роботи відділень компанії «Нова Пошта». Система призначена для автоматизації процесу зберігання та транспортування посилок у відділенні, їх маркуванню та обліку.

2.2. Цілі створення системи.

Основною метою розробки системи збільшення ефективності роботи відділення, збільшення якості послуг, що надаються. Якість надання послуг логістичної компанії напряму залежить від роботи відділень.

3. Характеристика об'єкта автоматизації

3.1. Короткі відомості про об'єкт автоматизації.

Об'єктом автоматизації є діяльність логістичної компанії «Нова Пошта», а саме процесів, що проходять в її відділеннях.

4. Вимоги до системи

4.1. Вимоги до системи в цілому.

4.1.1. Вимоги до структури і функціонування системи.

Система буде мати клієнт-серверну архітектуру. Сервер повинен бути встановлений локально. При проблемах з доступом до Інтернету система

повинна продовжувати функціонувати локально, зберігавши виконані операції, щоб потім завантажити їх на основний сервер.

З сервером відділення буде взаємодіяти лише оператор відділення. Інформація з цього серверу повинна передаватися на головний сервер за допомогою існуючого API-функціоналу.

До серверу повинна відправлятися та сама інформація, що і вноситься оператором, а саме номер посилки, її тип та пункт одержання.

Система повинна замінити частину людської праці. Процес внесення інформація про відправлення, наклеювання штрих-коду, його сканування, віднесення посилки на склад, підтвердження розташування посилки на складі – всі ці операції повинна виконувати автоматизована система.

В системі має бути передбачений режим ручного керування на випадок відмови автоматичних систем.

Система з апаратною та програмною частиною має бути дешевшою за існуючі на ринку аналоги.

Автоматичний комплекс повинен мати стенди та спеціальний шатл і ліфти, що будуть виконувати функції переміщення відправлення. Шатли повинні мати сканер штрих-кодів для сканування номеру посилки. Шатл повинен пересуватися вздовж свого рівня на складі, маючи змогу брати коробки по обидві сторони. Ліфт повинен пересувати шатл між рівнями.

Комплекс повинен мати місце завантаження-розвантаження посилок. Завдяки ньому буде відбуватися завантаження нових посилок від клієнтів та розвантаження складу під час приїзду експедиторів.

Система повинна мати можливість вдосконалення, яке буде проводиться під час експлуатації.

Штучний інтелект повинен оптимізувати роботу шатлів, зменшивши їх кілометраж та покращувати укладку коробок.

Апаратна частина повинна відповідати дійсним правилам по освітленості, вібраційних та шумових навантажень, а саме ДСТУ Б А.3.2-15:2011, ДСТУ EN 14253:2018, ДСТУ 2867-94.

Ергономічні та естетичні сторони системи, що розробляється повинні відповідати ДСТУ 8604:2015.

Система повинна мати зручний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для швидкого навчання і легкого користування, щоб запобігати втомлюваності користувача.

Напруга живлення автоматизованої системи повинна складати 220В змінного напруги з частотою 50 Гц. Допустиме відхилення напруги 10%. Тривалість інтервалу часу, коли напруга відсутня не повинен перевищувати 0,001 с.

Доступ до системи повинен бути обмежений за допомогою паролю. Доступ до системи повинен мати оператор відділення та адміністратор відділень. Пароль користувача повинен бути не менше 10 символів та не більше 20 символів, мати в собі прописні та рядкові літери, мати хоча б один символ та хоча б одну цифру. Паролі повинні зберігатися локально, на сервері відділення і бути захищені хешем з власним алгоритмом наповнення криптографічною сіллю.

Якщо користувач помилиться при вводі даних, то йому повинно виводитися повідомлення загального характеру, а не вказуватися на конкретне місце помилки.

Збільшення надійності системи повинно забезпечуватися за рахунок використання повільних хеш-функцій.

У система не повинно бути можливості віддаленого керування.

Система повинна мати можливість дистанційного оновлення, а саме оновлення програмного забезпечення на комп'ютері оператора та апаратного програмного забезпечення системи автоматизованого складу.

Система повинна відправляти дані на головний центр збору діагностичних даних для їх подальшого аналізу.

Виконання операцій системи повинно бути основане на діалогових вікнах та меню з можливістю виведення повідомлень, що допоможуть у даній ситуації.

Перехоплення керування автоматизованого складу повинно бути зведено до мінімуму, використовуючи захищене API.

SQL-запити повинні бути захищені від ін'єкційних атак, шляхом екранування спеціальних символів.

Технічні можливості персонального комп'ютера або ноутбуку обираються розробником та можуть змінюватися залежно від версії програмного забезпечення.

Інформація, що передається від автоматизованих точок видачі до головних серверів компанії повинна захищатися TSL-сертифікатами.

5. Склад і зміст робіт по створенню системи

Стадії створення системи і терміни виконання робіт наведені в наступній таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Стадії створення системи та терміни виконання робіт

№	Найменування роботи	Строки виконання роботи
1	Передпроектне дослідження об'єкта автоматизації	05.05.2021
2	Технічне завдання	15.05.2021
3	Технічний проект	25.05.2021
4	Оформлення документації	30.05.2021

6. Порядок контролю і приймання системи

При введенні в дію система повинна пройти приймальні випробування згідно з ДСТУ 3974-2000. Рішення про працездатність системи та придатність її до експлуатації в реальних умовах проводиться в команді із замовником.

Здача системи в роботу виконується на основі інструкції користувача та технічного завдання на створення системи.

7. Вимоги до складу і змісту робіт із підготовки до введення системи в дію

Для введення системи в дію потрібно встановити автоматизований склад в приміщенні точки видачі, встановити програмне забезпечення на ноутбук, встановити драйвера для принтеру етикеток та сканеру. Організувати процес навчання працівників.

Введення в дію системи оформлюється актом здачі-прийому обладнання.

8. Вимоги до документації

8.1. На систему розробляється комплекс документації у складі: технічне завдання та технічний проект.

8.2. Документація на систему розробляється у відповідності з вимогами Державних стандартів серії 19 «Єдина система програмної документації» та серії 24 «Єдина система стандартів автоматизованих систем управління».

9. Джерела розробки

Під час виконання розробки технічного завдання у використанні були взяті наступні документи:

- ДСТУ 3973–2000 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво;
- ДСТУ Б В.2.5–82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом;
- ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення;
- ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.

РОЗДІЛ 3

ОПИС КОМПЛЕКСУ ЗАДАЧ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Інформаційне забезпечення системи

Система повинна забезпечуватися поточною інформацією про відправлення. Виконуватися це буде через інтеграцію з існуючою АРІ компанії «Нова Пошта».

3.2 Алгоритмізація та реалізація комплексу задач автоматизації

На рисунку 3.1. зображений схематичний вигляд розташування полиць та коробок на них. Автоматизований шатл повинен рухатися між ними і брати посилки по обидві сторони від себе.

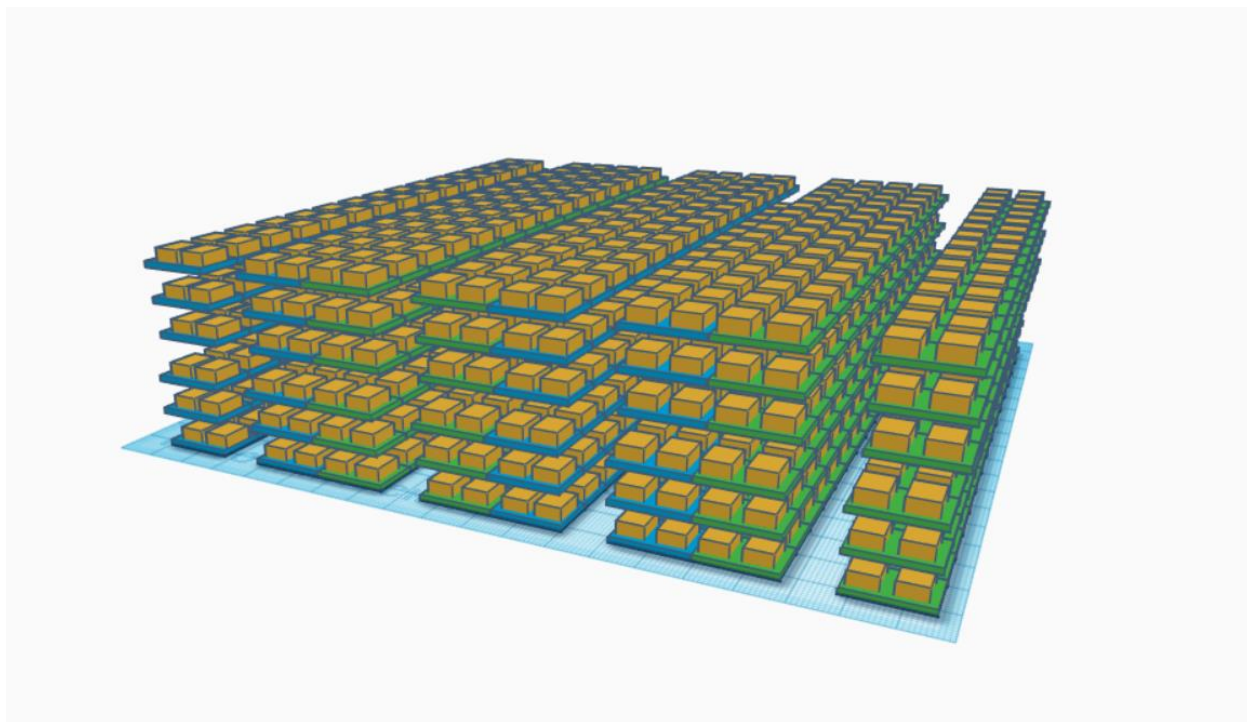


Рис 3.1. Схематичний вигляд розташування полиць з посилками

Шатл обладнаний ліфтом, який виконує роль буфера, коли він доставляє дальню коробку. Тобто першу коробку він вантажить на ліфт всередині себе, піднімає її, потім бере потрібну, опускає ліфт і кладе непотрібну коробку назад на стелю.

Існуючі моделі шатлів виглядають наступним чином (*рис 3.2*).



Рис. 3.2. Вигляд існуючих моделей шатлів

Новизною розробки є використання шатлу з ліфтовим механізмом. Також збоку стенду знаходиться вертикальний ліфт, який здатний перевозити сам шатл між полицями. Ця особливість також є новизною, оскільки всі існуючі системи мають по шатлу на кожному рівні складу.

Ядро шатлу розуміє топологію складу як неорієнтований граф (рис. 3.3).

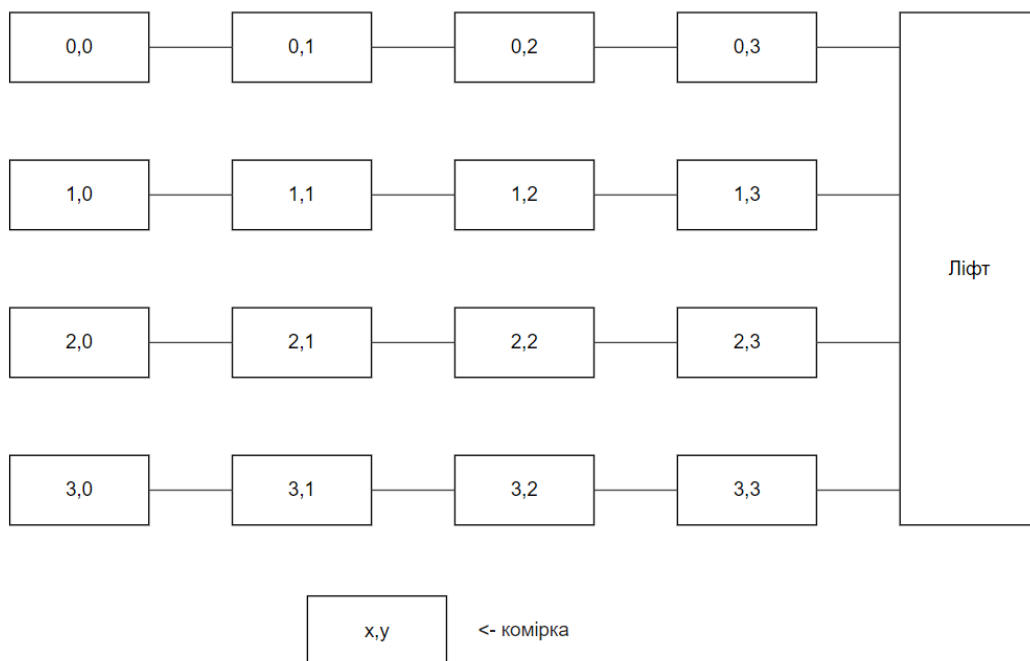


Рис 3.3. Приблизний вигляд графу

Пересуватися в будь-якій точці шатл може горизонтально, тому місця полиць з'єднані горизонтальними лініями. При надсиланні до шатлу команди про переміщення ядро вираховує найкоротший шлях до потрібної комірки по алгоритму Дейкстри і починає рух (рис. 3.4).

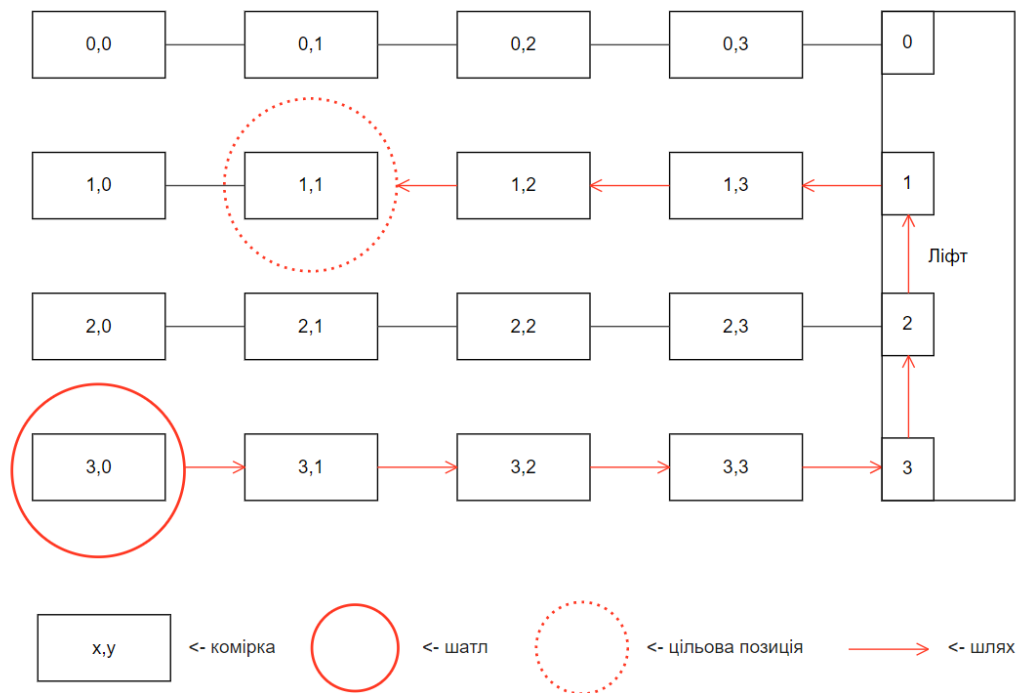


Рис. 3.4. Приклад розрахованого маршруту шатлу

Даний приклад демонструє логіку роботи шатлу у двовимірному просторі, тобто на звичайному стенді.

У додатку И.1. наведено схему маршруту шатлу без використання штучного інтелекту. Задача полягає у наступному: поточна координата шатлу 3,0. Було отримано завдання привести посилки з комірок 1,1 та 0,2. При звичайній не оптимізованій роботі шатл візьметься за послідовне виконання цих завдань, тобто спочатку поїде за першою посилкою, відвезе її до зони вивантаження, і далі, так само, зробить із наступною.

При інтеграції штучного інтелекту першої ітерації: шатл поїде до першої комірки, візьме посилку на один із поверхів свого ліфту та поїде одразу до другої посилки і лише потім до зони вивантаження. Даний алгоритм на тому ж самому прикладі зображений у додатку И.2.

Таким чином зменшується пробіг самого шатлу, тобто його ресурсу роботи та самого ліфту. Це сприяє зменшенню щомісячних витрат на електроенергію та обслуговування рухомих частин системи.

У подальшому слід продумати як шатл із зайнятим одним поверхом буде доставати посилку, що знаходиться у глибині комірки. Тоді він повинен знайти

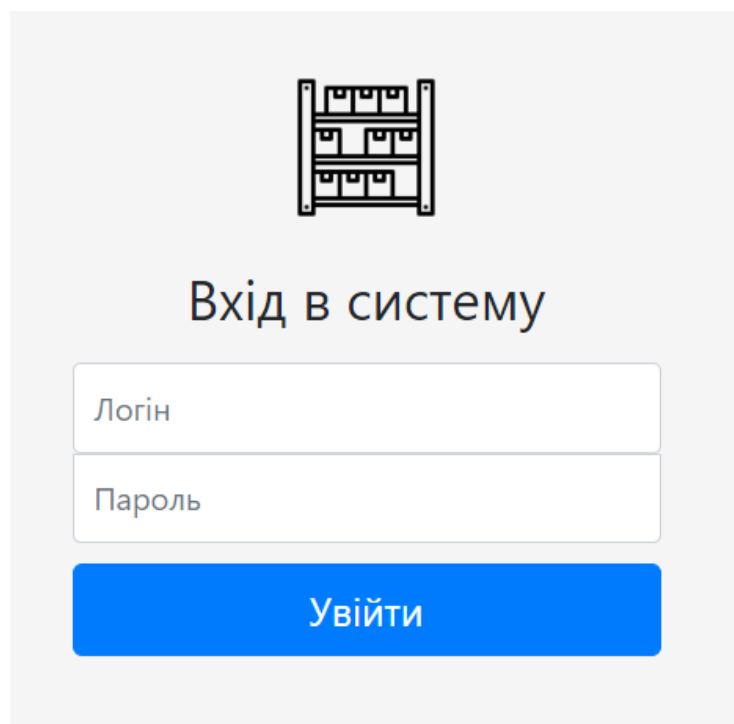
поруч вільну комірку, покласти в неї першу посилку, дістати другу посилку, повернутися за першою і потім поїхати до точки вивантаження.

Також у майбутньому можливо буде додати функцію оптимізації укладки на складі. Наприклад, клієнт може зазначити, що в певний день і в певний час (у час пік) захоче забрати свою посилку. Штучний інтелект робить запит на розташування цієї посилки на складі і приймає рішення: чи слід перемістити цю посилку ближче до зони вивантаження у вільний час чи ні. Таким чином значно підвищиться швидкість видачі посилок у час пік за рахунок меншої відстані до посилок.

У подальшому керування шатлу буде зроблено на API. Тому замовник такою автоматизація зможе самостійно дописувати потрібно модулі чи функціонал.

3.3 Інструкція користувача

Для входу в систему користувач повинен ввести логін та пароль у форму, що зображена на рисунку 3.5.



The image shows a login interface with a warehouse icon, the title 'Вхід в систему', two input fields for 'Логін' and 'Пароль', and a blue 'Увійти' button.

Рис. 3.5. Вікно входу в систему

При спробі авторизації із незаповненими полями, буде виведено повідомлення про необхідність заповнення (рис. 3.6). В такому випадку дані форми не відсилаються на перевірку.

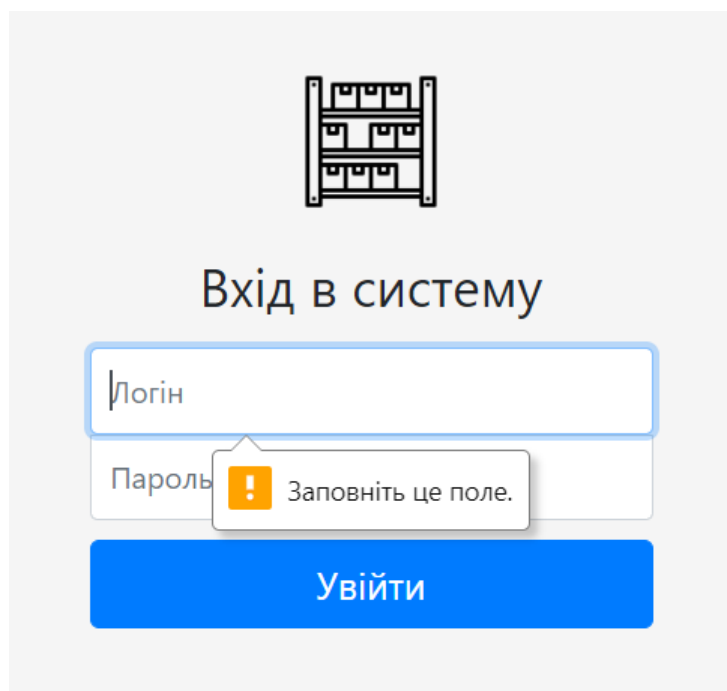


Рис. 3.6. Повідомлення про необхідність заповнення поля

У верхній частині екрану знаходиться навігаційна панель. В лівій частині панелі знаходиться логотип та кнопки для переміщення між сторінками програми (рис. 3.7).

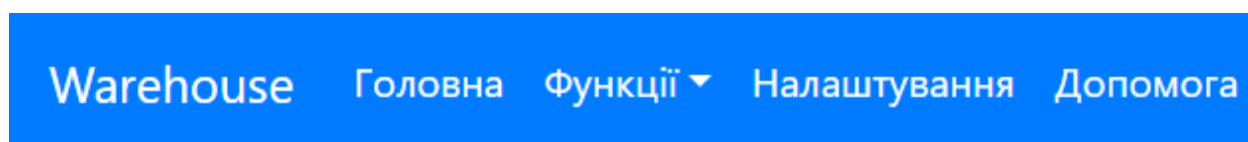


Рис. 3.7. Навігаційна панель

У правій частині панелі знаходиться індикатор з'єднання з шатлом (рис. 3.8). При вдалому підключенні вигляд індикатора зміниться (рис. 3.9). Якщо під час роботи раптово втратиться з'єднання вигляд індикатора змінюється на той, що зображено на рисунку 3.10.

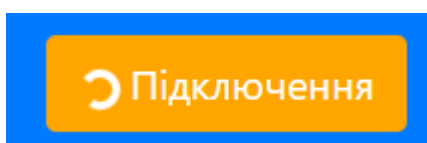


Рис. 3.8. Вигляд індикатора з'єднання з шатлом

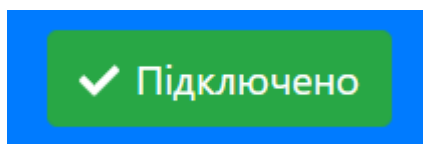


Рис. 3.9. Вигляд індикатора підключення при вдалому підключенні

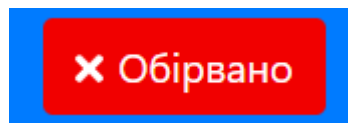


Рис. 3.10. Вигляд індикатора при втраті з'єднання з шатлом

На головній сторінці або при натисканні кнопки **Головна** відкриється вікно, де наявна таблиця «Одержані відправлення» в якій вказується ім'я та прізвище отримувача, код отриманого відправлення, а також дата та час отримання посилки. Також на головній сторінці розташовано рівень заряду батареї шатлу виражений у відсотках та для зручності виділений відповідним кольором (рис 3.11).

Warehouse [Головна](#) [Функції](#) [Налаштування](#) [Допомога](#)

Одержані відправлення

Ім'я	Прізвище	Код відправлення	Дата та час отримання
Борис	Бритва	20 4503 4524 7817	11.05/11:14
Дмитро	Петренко	20 4503 2687 8197	11.05/13:57
Валентина	Дмитренко	20 4503 8931 2587	11.05/15:20

Рівень заряду шатлу

80%

Оновлено: 1с назад

Рис. 3.11. Головна сторінка

При натисканні на кнопку **Функції** можна побачити випадючий список (рис. 3.12).

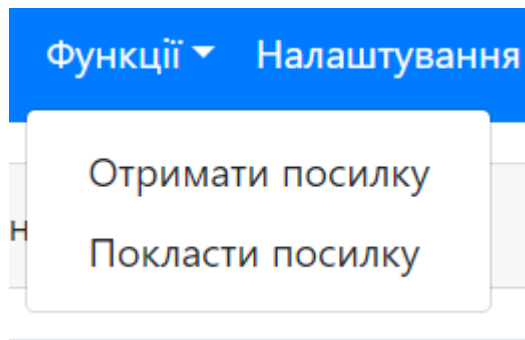
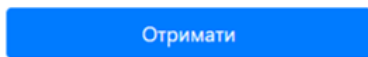


Рис. 3.12. Випадаючий список кнопки «Функції»

Обравши серед списку перший пункт – «Отримати посилку» відкривається наступна форма (рис. 3.13) у якій необхідно заповнити хоча б одне з трьох запропонованих полей та натиснути кнопку



Отримати посилку

Пошук по клієнту

Пошук по номер телефону

Пошук по номеру замовлення

Отримати

Рис. 3.13. Форма отримання посилки в списку «Функції»

Якщо обрати другий пункт з випадаючого списку «Функції» - «Покласти посилку» побачимо форму зображену на рисунку 3.14.

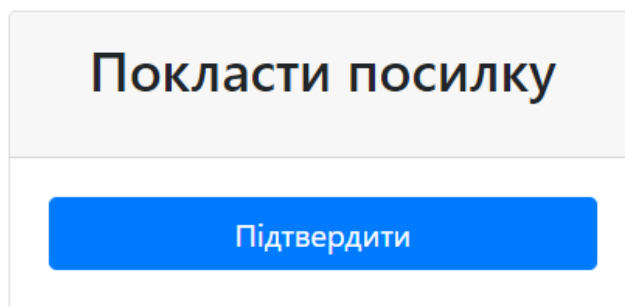


Рис. 3.14. Форма «Покласти посилку» в списку «Функції»

При натисканні кнопки **Налаштування** з'являється вікно (рис. 3.15) в якому можна виконати налаштування шатлу, складу та системи загалом.

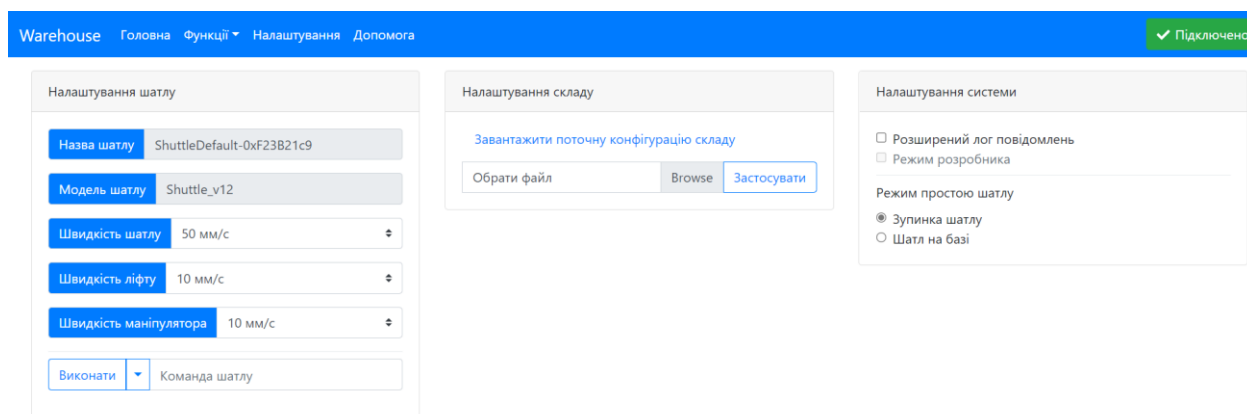



Рис 3.15. Вікно «Налаштування»

У формі «Налаштування шатлу» (рис. 3.16) вказується назва шатлу та його модель, також є пункти які можна обрати самостійно, а саме швидкість шатлу (рис. 3.17), швидкість ліфту (рис. 3.18) та швидкість маніпулятора (рис.3.19). У формі також можна задати певну команду або обрати серед заданих команд, які можна подивитися натиснувши  (рис. 3.20) та відправити її на шатл натиснувши кнопку **Виконати**

Налаштування шатлу

Назва шатлу ShuttleDefault-0xF23B21c9

Модель шатлу Shuttle_v12

Швидкість шатлу 50 мм/с

Швидкість ліфту 10 мм/с

Швидкість маніпулятора 10 мм/с

Виконати Команда шатлу

Рис. 3.16. Форма «Налаштування шатлу»

Швидкість шатлу 50 мм/с

Швидкість ліфту

50 мм/с

100 мм/с

200 мм/с

Рис. 3.17. Випадаючий список налаштування швидкості шатлу

Швидкість ліфту 10 мм/с

Швидкість маніпулятора

10 мм/с

50 мм/с

100 мм/с

Рис. 3.18. Випадаючий список налаштування швидкості ліфту

Швидкість маніпулятора 10 мм/с

Виконати Команда

10 мм/с

20 мм/с

50 мм/с

Рис. 3.19. Випадаючий список налаштування швидкості маніпулятора

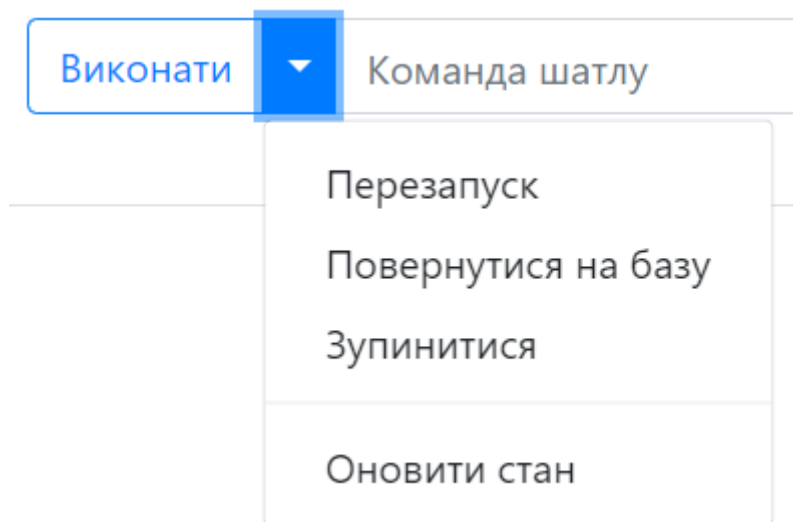


Рис. 3.20. Список наявних команд, які можна відправити на шатл

У формі «Налаштування складу» можна обрати файл із наявних на комп'ютері натиснувши кнопку **Browse** та підтвердити її використання натиснувши **Застосувати** або завантажити поточну конфігурацію складу натиснувши на відповідне посилання, після якого почнеться завантаження файлу на комп'ютер (рис. 3.21).

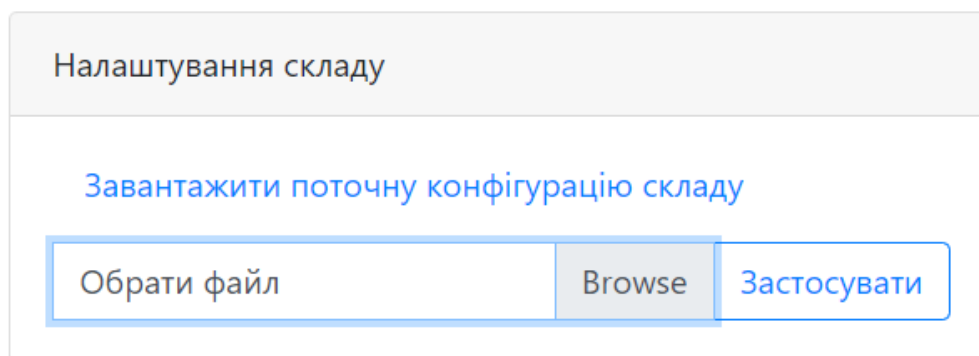


Рис. 3.21. Форма «Налаштування складу»

У формі «Налаштування системи» можна включити «Розширений лог повідомлень», який надає змогу отримувати більш детальні повідомлення, «Режим розробника» може активувати лише відповідальна особа, якщо заїде під своїм логіном та паролем до системи. Також у цій формі є варіанти режиму простою шатлу (рис. 3.22).

Налаштування системи

Розширений лог повідомлень

Режим розробника

Режим простою шатлу

Зупинка шатлу

Шатл на базі

Рис. 3.22. Форма «Налаштування системи»

При натисканні на кнопку **Допомога** на навігаційній панелі відкриється вікно (рис. 3.23) у якому при натисканні на запитання з'являється відповідь з детальним поясненням (рис. 3.24).

Функції ▾ Налаштування Допомога

Що означає заряд акумулятора шатлу?

Як правильно оформити посилку?

Як редагувати карту складу?

Як забрати або покласти посилку на склад за допомогою шатлу?


Рис. 3.23. Відкрите вікно «Допомога»

Що означає заряд акумулятора шатлу?


Степінь **заряду акумулятору** вимірюється у відсотках і показує яка частина від повного заряду залишається в запасі акумулятора. Заряд акумулятора шатлу відображається на головній сторінці.

Увага! При низькому заряді акумулятора швидкість руху шатлу зменшується.

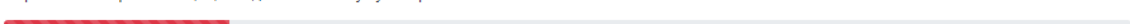
Зелений колір означає, що акумулятор заряджений.



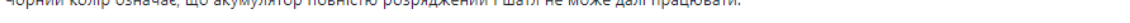
Жовтий колір означає, що акумулятор має нормальний рівень заряду.



Червоний колір означає, що слід замінити акумулятор.



Чорний колір означає, що акумулятор повністю розряджений і шатл не може далі працювати.



Як правильно оформити посилку?

Як редагувати карту складу?

Потрібно перейти в налаштування складу. Зробити це можливо наступним чином:

[Налаштування](#) / [Налаштування складу](#) / [Обрати файл](#)

Далі потрібно обрати файл конфігурації складу і завантажити його.

Увага! Перед завантаженням нового файлу конфігурації рекомендується [зробити резервну копію](#) існуючого.

Як забрати або покласти посилку на склад за допомогою шатлу?

При нештатних діях чи інших поломках буде виводитися повідомлення оператору з алгоритмом дій для усунення проблеми. Якщо проблему не можливо виправити самому оператору, тоді він викликає сервісну службу, яка негайно привозить новий шатл, якщо вийшов з ладу саме він, якщо ні – виконує ремонт на місці для продовження функціонування відділення.

Рис. 3.24. Відкриті відповіді на питання

3.4 Технічне та системне забезпечення розробки

Програмне забезпечення потребує встановленої операційної системи Windows 10. Мінімальними конфігураціями комп'ютера є процесор Intel Core I3 5 покоління, оперативної пам'яті 4Gb, та пам'яті на жорсткому диску 1Gb.

Швидкість під'єднання до мережі інтернет повинна бути не менше 100Мб/с з швидкістю відгуку менше 50 мс.

3.4.1 Обґрунтування вибору технічних засобів.

Вибір технічних засобів залежить від технологій, що будуть використовуватися в автоматизованій системі.

Основними претендентами написання клієнтської та серверної частини були Qt/C++, Node.js, C#. Усі вони є кросплатформеними. Загальні порівняльні характеристики наведені у таблиці 3.1 по 5-ти бальній шкалі.

Таблиця 3.1

Порівняльна характеристика технологій проектування

Назва	<i>C++</i>	<i>Node.js</i>	<i>C#</i>
Тип мови	Компільований	Інтерпретаторний	Компільовано-інтерпретований
Рівень володіння технологією	3	4	3
Зручність створення інтерфейсу користувача	4	4	5
Зручність створення серверу	3	5	3
Гнучкість створення інтерфейсу користувача	4	4	2
Швидкість розробки	3	4	4
Технологія користувацького інтерфейсу	Qt/QML	HTML, CSS, JavaScript	WPF
Підтримка роботи на MCU	Так	Так	Ні

Для вибору технології розробки серверної частини була проведено наступний аналіз, результати якого наведені в наступній таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

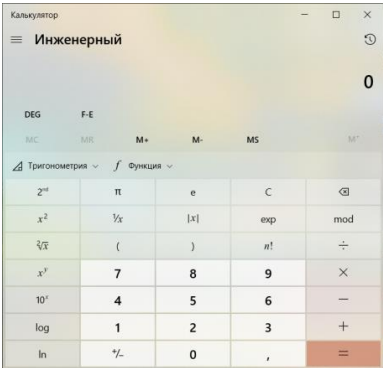

Варіанти технології розробки серверної частини

Варіант	Опис
Qt/C++	<p><i>Переваги:</i> максимальна швидкодія, малий розмір виконуваного файлу, керування сервером у тому ж самому додатку, можливість запустити на MCU.</p> <p><i>Недоліки:</i> складність та час розробки.</p>
Node.js	<p><i>Переваги:</i> легкість та швидкість розробки, можливість запустити на MCU за допомогою технології Espruino.</p> <p><i>Недоліки:</i> менша швидкодія порівняно із C++.</p>
C#	<p><i>Переваги:</i> керування сервером у тому ж самому додатку, гарна швидкодія на Windows.</p> <p><i>Недоліки:</i> складність та час розробки, неможливо запустити на MCU.</p>

Виходячи з результатів таблиці вибір написання локальної серверної частини зупинився на технології Node.js.

Вибір технології розробки інтерфейсу користувача полягав у визначені типу програми: веб-аплікація чи виконувана програма (табл. 3.3).

Варіанти технології розробки інтерфейсу користувача

Варіант	Опис
 <p data-bbox="347 792 699 833">Виконувана програма</p>	<p data-bbox="874 376 1433 474"><i>Переваги:</i> швидкодія, оптимальність.</p> <p data-bbox="874 506 1433 864"><i>Недоліки:</i> повинна бути встановлена, складність створення адаптивного відображення елементів, можуть виникати проблеми з переносом на інший пристрій.</p>
 <p data-bbox="418 1312 619 1352">Веб-сторінка</p>	<p data-bbox="874 896 1433 1120"><i>Переваги:</i> не виникає проблем з переносом на інші машини, легкість написання адаптивної візуальної частини.</p>

Вибір технології проектування інтерфейсу користувача зупинився на веб-сторінці.

Вибір серверу системи полягав у визначенні апаратної частини проекту (табл. 3.4).

Варіанти серверу системи


Варіант	Опис
 <p data-bbox="427 757 571 797">Ноутбук</p>	<p data-bbox="820 376 1171 416"><i>Вартість:</i> 10000 грн;</p> <p data-bbox="820 443 1433 676"><i>Переваги:</i> можливість роботи з офісними документами, паралельно виконувати інший функціонал, готове рішення.</p> <p data-bbox="820 703 1433 936"><i>Недоліки:</i> висока вартість, постійно повинен бути ввімкнений, в результаті поломки не працює вся система.</p>
 <p data-bbox="274 1415 724 1456">Raspberry Pi 4 Model B 2GB</p>	<p data-bbox="820 954 1155 994"><i>Вартість:</i> 2000 грн;</p> <p data-bbox="820 1021 1433 1187"><i>Переваги:</i> менша ціна ніж у ноутбука (навіть при доукомплектуванні периферією).</p> <p data-bbox="820 1214 1433 1379"><i>Недоліки:</i> менша обчислювальна здатність, потрібно докупувати периферію, корпус.</p>



 <p>Мікроконтроллер ESP32</p>	<p><i>Вартість:</i> 200 грн;</p> <p><i>Переваги:</i> ціна (навіть при розробці та створенні плати розширення та корпусу).</p> <p><i>Недоліки:</i> немає функціоналу комп'ютера, потрібно розроблювати корпус, плату розширення для керування системою.</p>
--	--

3.4.2 Розрахунок та визначення топології комп'ютерної мережі

Таблиця 3.5

Варіанти конфігурації пристроїв системи

Варіант	Опис
	<p>На сервері системи створений http та websocket сервери. Ввійти в інтерфейс керування можливо з будь-якого пристрою за допомогою браузеру.</p>

	<p>На комп'ютері користувача повинен бути встановлений спеціальний додаток, який приєднується до WebSocket серверу системи.</p>
	<p>Комп'ютер користувача виступає у ролі серверу системи. Зайти до системи можливо лише з конкретної машини. Для роботи складу повинен бути виділений спеціальний комп'ютер.</p>

3.4.3 Обґрунтування вибору ОС та протоколу обміну даних

Операційною системою, що буде встановлена на комп'ютері оператора буде Windows 10. Дана операційна система була обрана, оскільки більша кількість людей володіють базовими навичками роботи саме з нею та її офісними програмами. Також є можливість створення віртуальних робочих столів, що спростить роботу оператора при взаємодії з багатьма файлами та процесами. Є в наявності велика кількість користувацьких програм, яка може бути встановлена на Windows 10 для розширення спектру можливостей оператора, які можуть знадобитися у майбутньому.

Дана операційна система має гарний вбудований антивірус – Windows Defender, який можна використовувати як альтернативу дорогим антивірусним програмам.

Windows 10 має технологію Trusted Boot, яка захищає операційну систему на всіх етапах завантаження, бо вірусна програма, яка вбудована в руткіти або будкіти може бути завантажена раніше ніж сама операційна система та антивірус.

Дана операційна система має функцію відновлення при помилках, що підвищує надійність функціонування системи.

Оскільки в компанії «Нова Пошта» велика кількість комп'ютерів, що працюють на офіційній Windows 10, то компанія може отримати офіційну підтримку від Microsoft при вирішенні складних питань.

Також є можливість використання Cortana – голосового помічника, що зможе частиною реалізовувати технологію Hand-free для операторів відділення.

Обмін даними між відділенням та точкою видачі буде відбуватися через HTTPS протоколи з використанням TLS-сертифікатів, оскільки SSL-сертифікати вже застаріли. Протокол HTTPS оснований на протоколі HTTP з підтримкою шифрування в цілях підвищення надійності.

Обмін даними між місцем роботи оператора та ядром автоматизованої системи відбувається по бездротовій технології Wi-Fi на частоті 2,4 Гц. Передача даних та взаємодія відбувається за допомогою API-функцій, HTTP-серверу, що створюється на стороні автоматизованого складу та WebSocket-серверу, що забезпечує швидкий обмін в реальному часі.

WebSocket-сервер забезпечує двонаправлений повнодуплексний канал зв'язку між сервером та клієнтом через один TCP-сокет. Використання саме цієї технології було обумовлене її зручністю та швидкістю розробки. Даний сервер забезпечує велику швидкість передачі даних та маленький час відгуку на відіслану команду.

Шатл в автоматизованій системі з'єднується з ядром також по Wi-Fi і WebSocket-серверу. Оператор відділення не має доступу до прямого керування шатлом. Вибір саме бездротової технології обґрунтовується саме тим, що шатл пересувається вздовж свого рівня на стендах, тому забезпечення надійного контакту через щітки не має можливості, а також це збільшує

складність виготовлення стелажів та їх ціну. Використання дротів для передачі керуючих сигналів до шатлу робить систему не надійною, бо дріт може перебитися. Вихід такої системи з ладу призведе до значного зниження ефективності системи та необхідності виклику сервісної служби. Оскільки таких систем буде досить багато, то час коли вони будуть потребувати обслуговування буде приблизно однаковий, що буде викликати значне перевантаження сервісних служб.

Дані з відділення на головні сервери будуть передаватися через існуюче в компанії API через HTTP-з'єднання.

3.4.4 Розробка і обґрунтування стратегії адміністрування системи

Віддалене адміністрування буде відсутнє в системі для забезпечення більшого рівня надійності. Локально працівник сервісу може провести діагностику мережі, моніторинг ресурсів системи, перевірити працездатність сервісів, переглядати логи системи, встановлювати та видаляти програмне забезпечення.

3.4.5 Заходи захисту від несанкціонованого доступу до системи

Кожному оператору видається особистий пароль для входу в систему. В системі відображається та записується хто саме увійшов у систему та які дії виконує. Паролі користувачів зберігаються на локальному сервері відділення у вигляді хешу для унеможливлення крадіжки справжніх паролів. Хеш-функція перетворює пароль оператора у масив фіксованої довжини, що дозволяє оптимальніше використовувати пам'ять. Перехоплення паролю через інтернет також неможливе, оскільки ні пароль, ні навіть його хеш не передаються за межі конкретного відділення. Єдина вразливість це вірус, який буде зчитувати натискання клавіш комп'ютера. Для запобігання подібної ситуації на усіх комп'ютерах повинен бути встановлений антивірусне забезпечення.

При введенні невірних даних користувачу не відображається повідомлення, що саме було введено не вірно, виводиться лише повідомлення

загального характеру. Дана особливість не дає зловмисникам можливості заволодіти існуючими логінами системи.

Для хешування паролів використовується алгоритм SHA256. Даний алгоритм являє собою однонаправлену хеш-функцію, побудовану на основі алгоритму Меркла-Дамгора.

Алгоритм хешування SHA256 вдосконалений завдяки додаванню криптографічної солі по власному алгоритму, що робить атаки хакерів менш ефективними. Сіль для кожного користувача є різною.

Для збільшення надійності створюваних паролів використовується техніка стретчинга, а саме стандарту PBKDF2. Завдяки цій особливості генерація хеш-паролів стає повільнішою і це значно ускладнює зловмиснику задачу підбору пароля. Ідея повільних хеш-функцій реалізувати дуже великий та затратний по часу алгоритм хешування, щоб опрацювання великих об'ємів даних ставало неможливою задачею, навіть при сучасних потужностях відеокарт.

Акаунти користувачів не зберігаються на загальному сервері для запобігання виникнення ситуацій з необхідністю подвійного хешування. Оскільки якщо передавати хеш паролю через інтернет, то зловмиснику залишається лише дізнатися логін, і він зможе проникнути у систему.

Також особливістю системи є неможливість керування нею у віддаленому режимі. Можливим способом перехоплення контролю над системою є віддалене несанкціоноване підключення до комп'ютера користувача.

Керування ядром автоматизованого комплексу відбувається за допомогою безпечного API. Використання інтерпретатора коду в ядрі комплексу може призвести до додаткової вразливості, а саме ін'єкцій стороннього коду. На стороні ядра використовується «білий список», в якому зберігаються допустимі команди, що можна виконувати.

В SQL-запитах також використовуються «білі списки», застосовуються оператори Limit для обмеження масового розкриття даних, виконується екранування спеціальних символів.

Інформація, що передається від відділення до головних серверів захищається TLS-сертифікатами.

Вимкнено кешування для усіх даних, що виходять за межі відділення для унеможливлення їх перехоплення на локальній машині.

Для усунення вразливості атак зовнішніх об'єктів XML використовуються прості формати даних, такі як JSON.

Контроль доступу до різних функцій системи є обмежений і відрізняється між звичайним оператором відділення та адміністратором.

Для введення паролю був написаний власний візуальний компонент, який оброблює натискання клавіш для унеможливлення перехвату введених даних через стандартні компоненти VCP. Аналіз введеного коду виконується не одразу після натискання клавіші «Увійти», а через деякий час в іншій частині додатку, для збільшення складності дизасемблювання програми. Функція, що перевіряє дані не одна. Висновок про вірність авторизації користувача виконується за допомогою декількох функцій, розташованих в різних частинах програми. Після самої перевірки введених даних, повідомлення про результат одразу не виводиться, лише через деякий час (300мс), визиваючи метод з іншої частини програми. Створено декілька фальшивих функцій перевірки даних, що роблять активні дії з даними для введення злоумисника в оману. Результат перевірки не зберігається в одній змінній, бо інакше була б можливість поставити точку зупину на ній і обійти захист, замінивши її результат на позитивний. Системні повідомлення, наприклад, звичайний текст, що впливає у вікнах, не зберігається в чистому вигляді.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

На підприємстві, чисельність працівників якого перевищує 50 чоловік, повинна бути організована служба охорони праці.

Охорона праці являє собою комплекс заходів та правил, що направлені на збереження життя, здоров'я і працездатності персоналу підприємства у процесі ведення трудової діяльності. Дані заходи та правила включають в себе технічні, організаційні, санітарно-гігієнічні та соціально-економічні чинники.

Негативним фактором впливу для операторів відділення є випромінювання від екрану ноутбуку та електромагнітні хвилі від роботи бездротового обладнання.

Використання автоматизованої системи повинно зменшити кількість часу оператора, проведеного біля екрану монітору та зменшити фізичне навантаження за рахунок автоматичних шатлів. Основною задачею оператора буде спостереження за правильністю функціонування системи.

Підлога у приміщення має бути заливною. В такому разі її буде легко прибирати, а головне за ніч увесь пил буде осідати на рівній поверхні і ранкове вологе прибирання прибере увесь пил. Таким чином і працівник відділення і клієнти будуть дихати свіжим повітрям.

Для вентиляції невеликих приміщень (до 30 м²) можливо використовувати кондиціонер для нагнітання свіжого повітря. Для приміщень із більшою площею слід використовувати системи вентиляції з рекуперацією тепла для зменшення витрат на опалення взимку.

Металеві конструкції, що використовуються в автоматичному заземленні. Якість з'єднання перевіряється спеціалістами у кожному відділенні.

Шатл має власну бортову батарею, напруга не передається на шатл через стенди для забезпечення більшого рівня безпеки.

Зарядна станція акумуляторів шатлів має вбудований захист від короткого замикання, перевантаження та визначає стан акумуляторів. Коли

час акумулятора спливає, система сповіщує про це і на точку видачі привозять новий акумулятор, а старий забирають на утилізацію.

Акумулятор шатлу є наборним і складається з акумуляторних батарей формату 18650. Кожна із них має вбудовану плату захисту від перерозряду, перезаряду та короткого замикання для усунення вірогідності взриву та пожежі.

Акумулятори шатлів використовують низьку постійну напругу, тому ураження людини струмом не можливе при будь-якій температурі та вологості.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання даної дипломної роботи було створено інформаційну систему для автоматизації відділень компанії «Нова Пошта». Дана розробка створювалася із перспективою подальшого вдосконалення та переходу до реалізації апаратної частини.

Під час розробки була детально вивчена предметна область, створені функціональні моделі TO-BE та AS-IS, організаційна структура підприємства, вивчені бізнес-процеси.

На виході була отримана програмна частина для взаємодії із сервером автоматизації та сам сервер без апаратної частини. Програма являє собою веб-сторінку, яка пов'язана із сервером за допомогою API.

Використання даної розробки компанією зменшить відсоток людської праці на підприємстві та збільшить якість послуг, що надаються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нова Пошта [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://novaposhta.ua/>
2. Логістика - Комплексні рішення з автоматизації – Sytecs [Електронний ресурс] Режим доступу:
<https://sytecs.com.ua/ua/galuzevi-rishennya/lohistyka/>
3. Автоматизовані стелажі Sklad Service [Електронний ресурс] Режим доступу:
https://ssk.ua/products/automation?utm_source=google&utm_medium=pc&utm_campaign=DSA_feed&utm_term=&gclid=Cj0KCQjwhr2FBhD bARIsACjwLo3q2m- MwDbLn4kLNz9bLDMuYXRapAv044Xd5KOpqJyizn1tw24PROEaAv 5dEALw_wcB
4. WMS-LVS [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://wms-lvs.com.ua>
5. OHSAS 18001: 2007 Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Требования. [Електронний ресурс] Режим доступу:
https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/sertifikat_np.pdf
6. ISO 45001:2018 Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда – Требования и рекомендации по применению. [Електронний ресурс] Режим доступу:
https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/sertifikat_np_2020.pdf

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А «ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА»

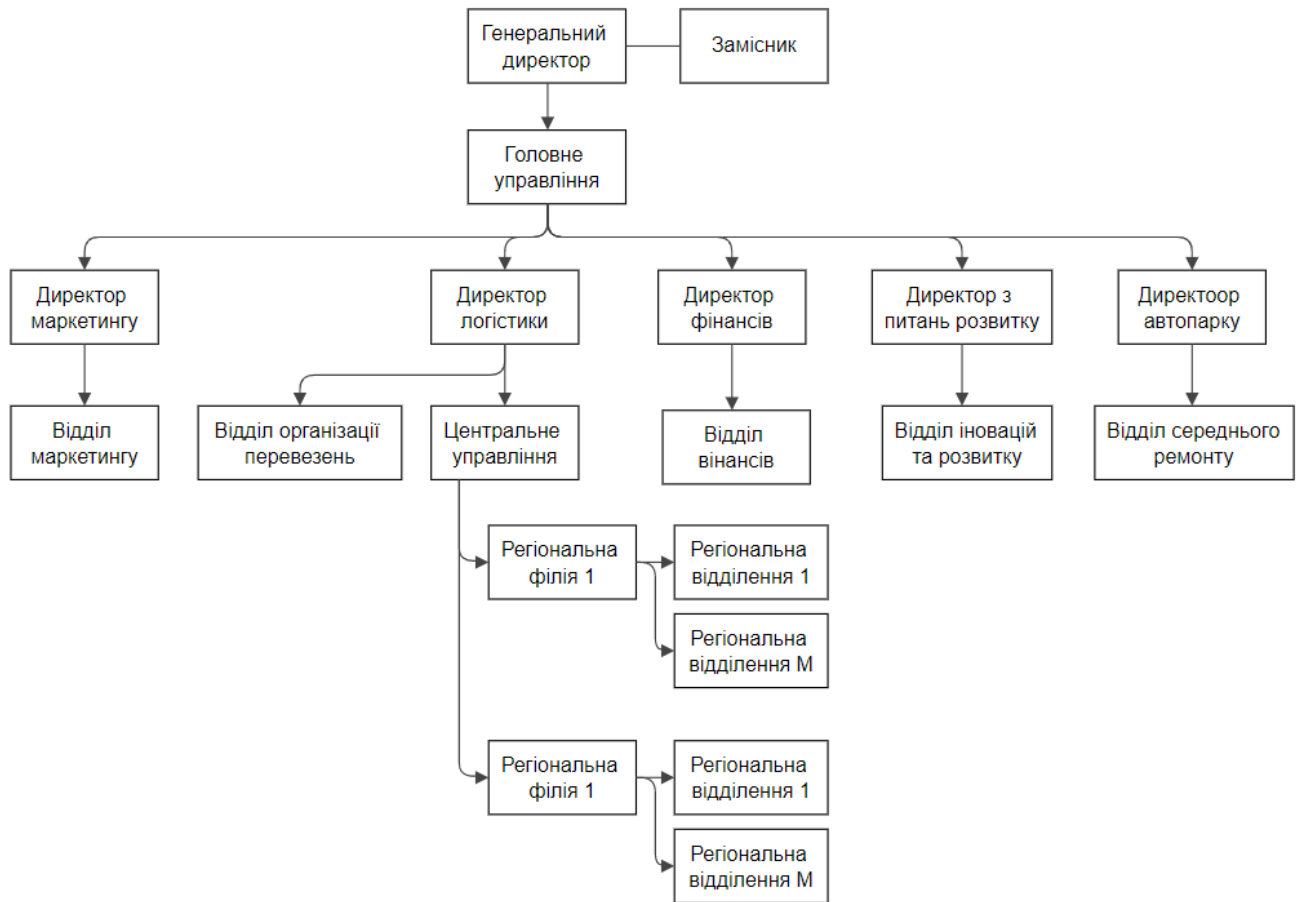


Рис. А.1. Організаційна структура підприємства «Нова Пошта»

ДОДАТОК Б «ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ»

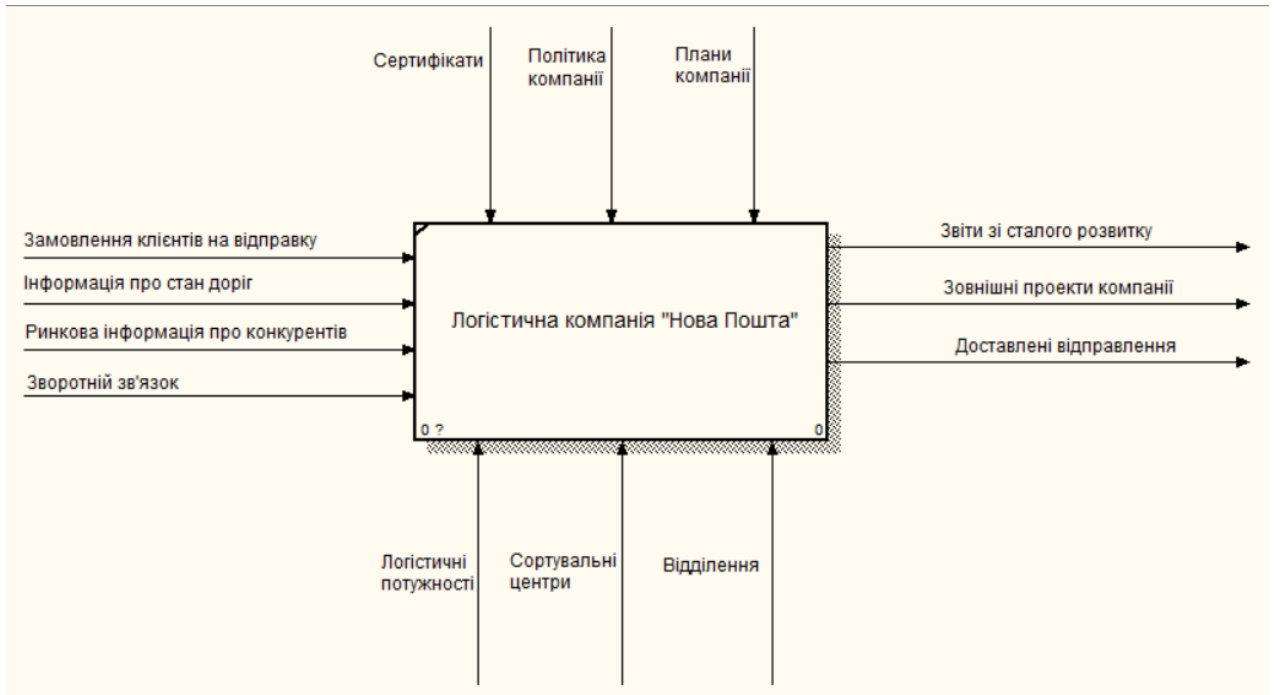


Рис. Б.1. Функціональна модель «Нової Пошти»

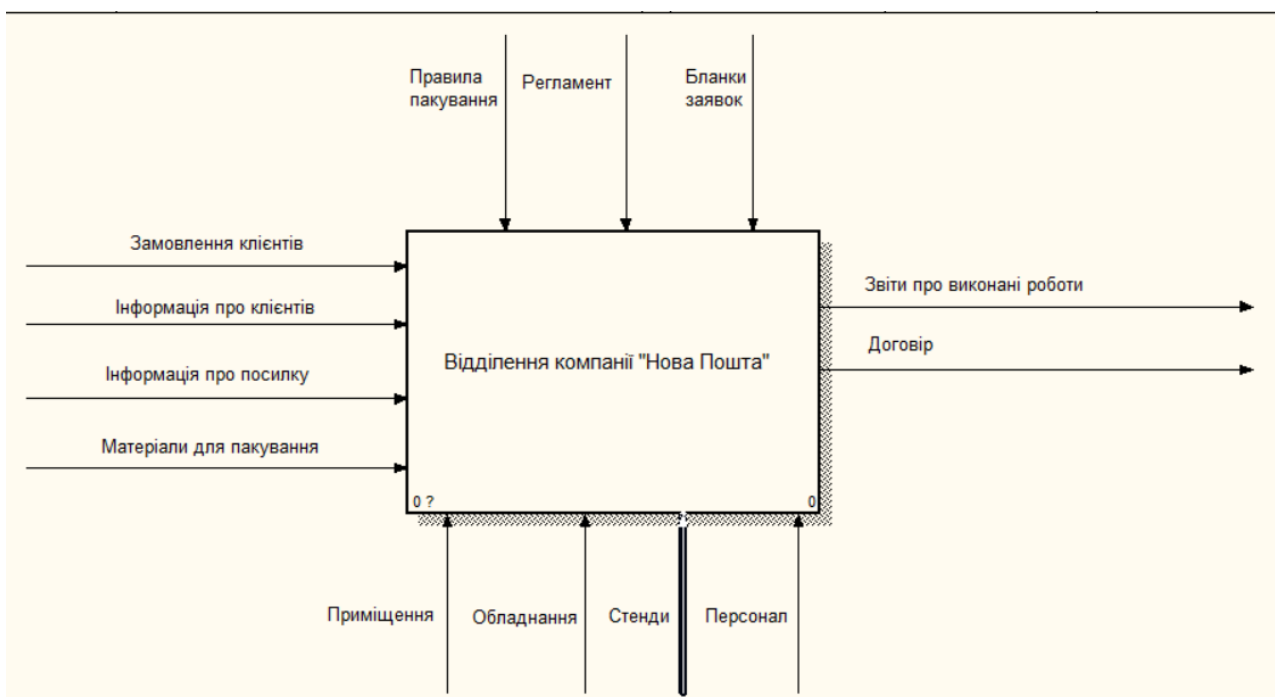


Рис. Б.2. Функціональна модель роботи відділення компанії «Нова Пошта»

ДОДАТОК В «ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ AS-IS»

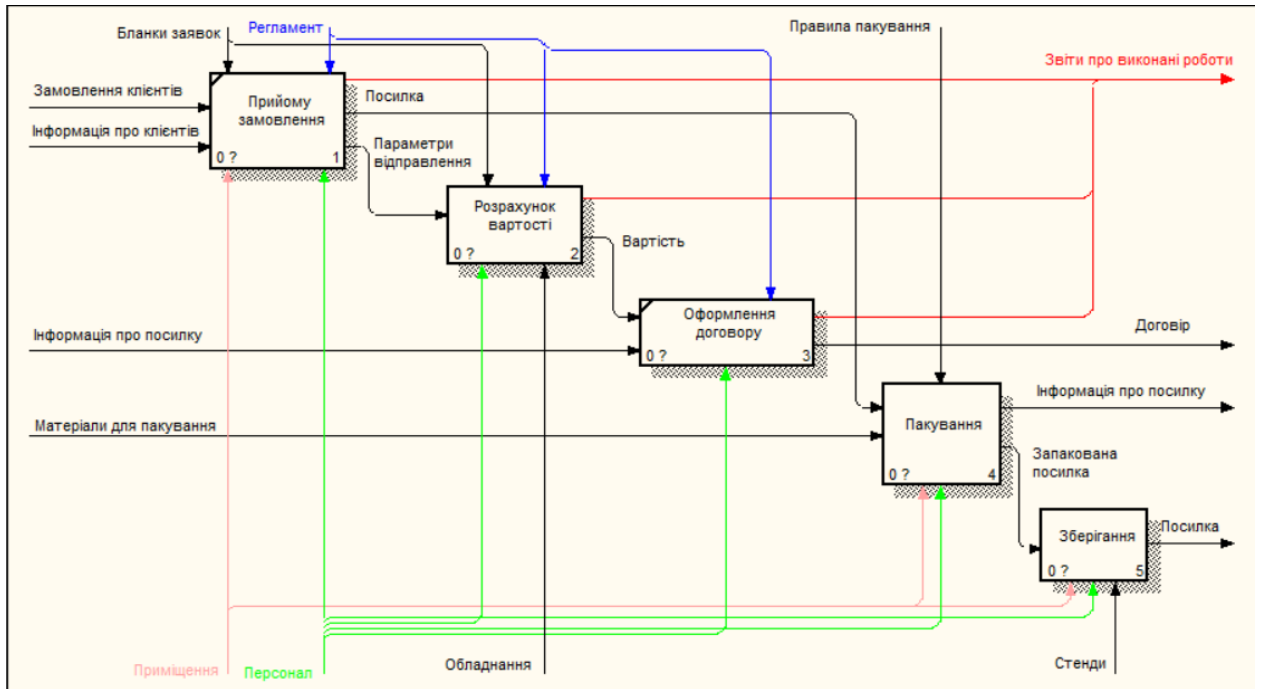


Рис. В.1. Перший рівень декомпозиції роботи відділення AS-IS

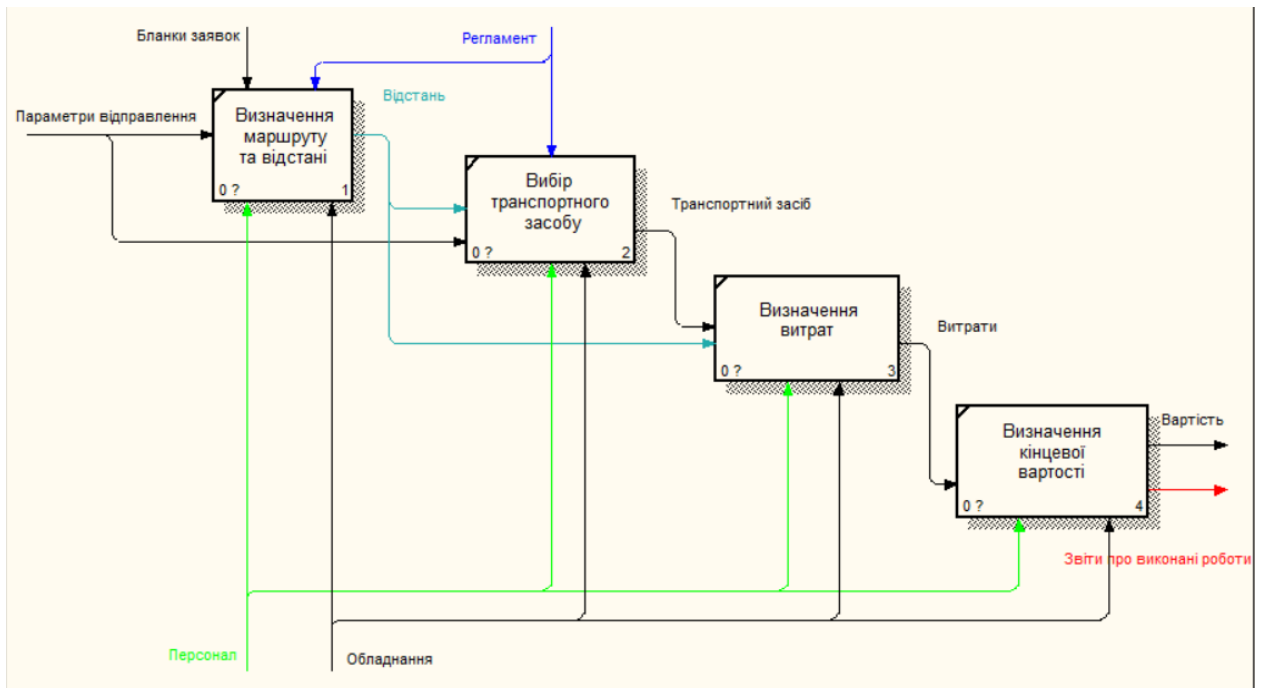


Рис. В.2. Декомпозиція процесу «Розрахунок вартості» AS-IS

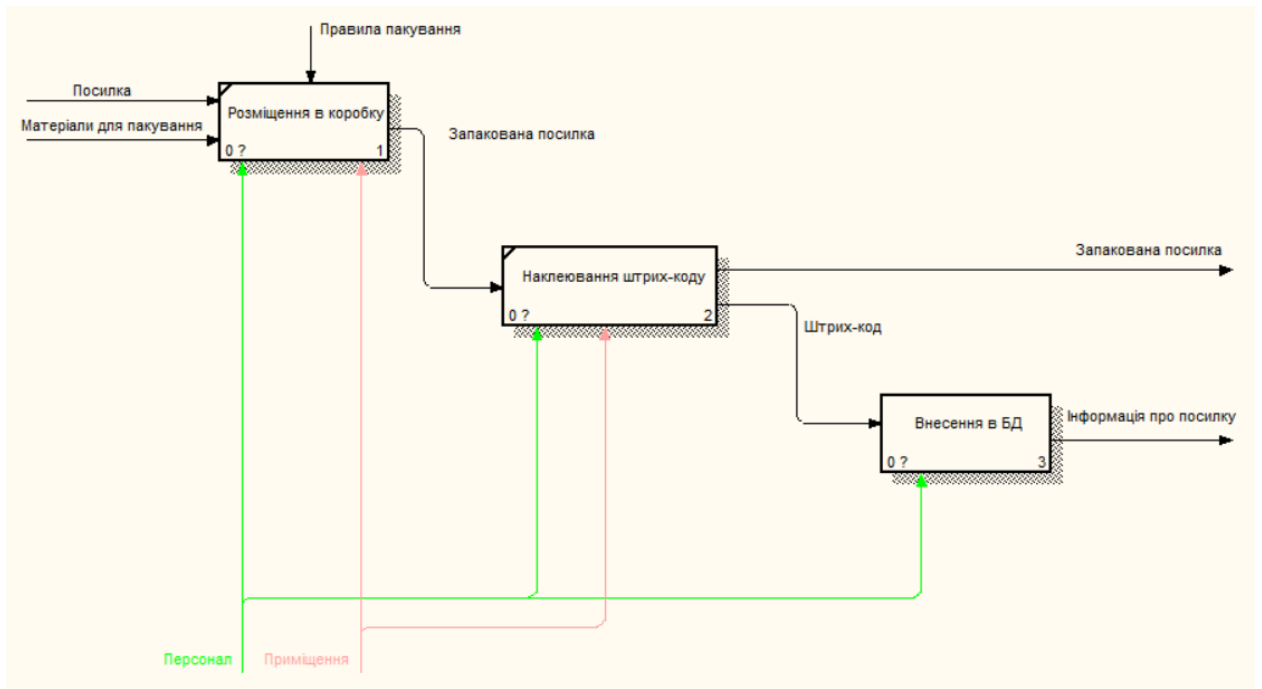


Рис. В.3. Декомпозиція процесу «Пакування» AS-IS

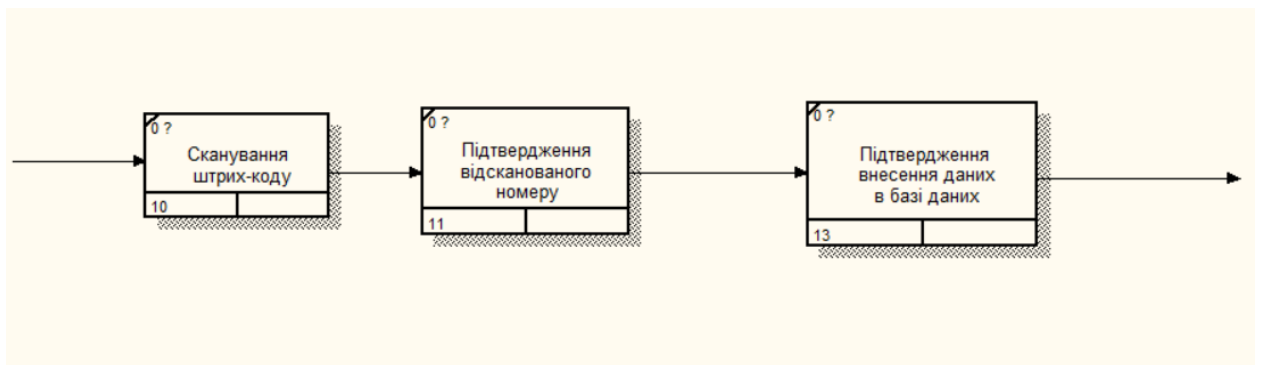


Рис. В.4. Декомпозиція процесу «Внесення в БД» AS-IS

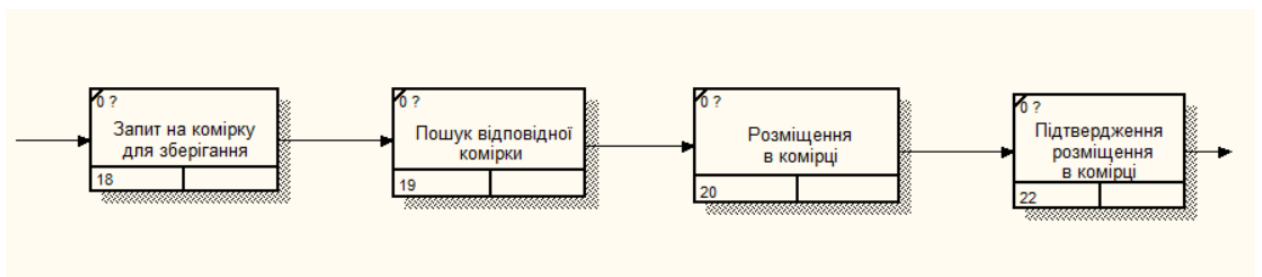


Рис. В.5. Декомпозиція процесу «Зберігання» AS-IS

ДОДАТОК Г «ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ТО-ВЕ»

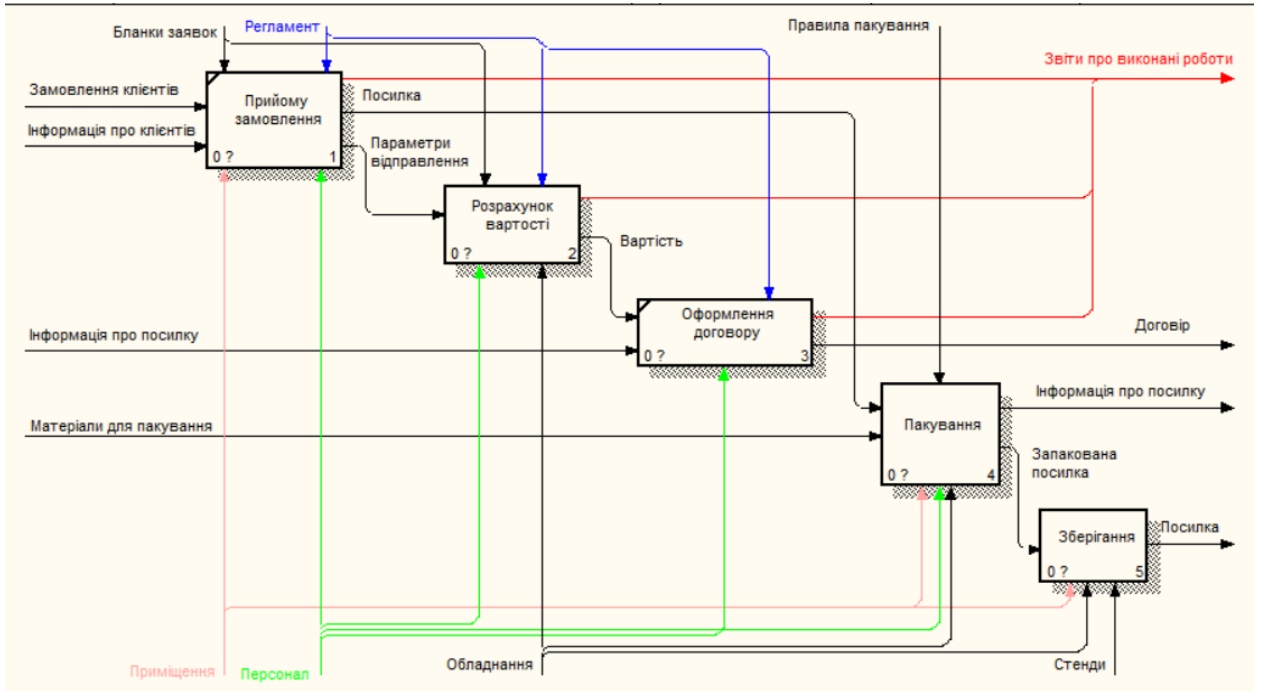


Рис. Г.1. Перший рівень декомпозиції роботи відділення ТО-ВЕ

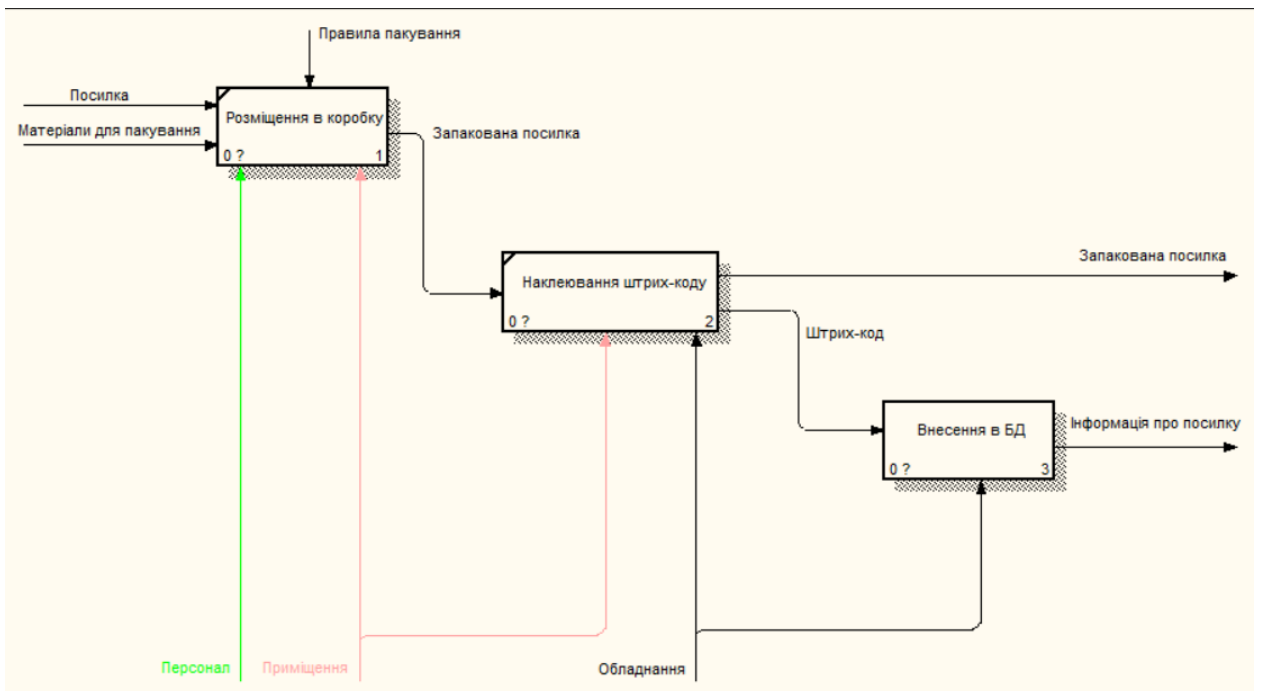


Рис. Г.2. Декомпозиція процесу «Пакування» ТО-ВЕ

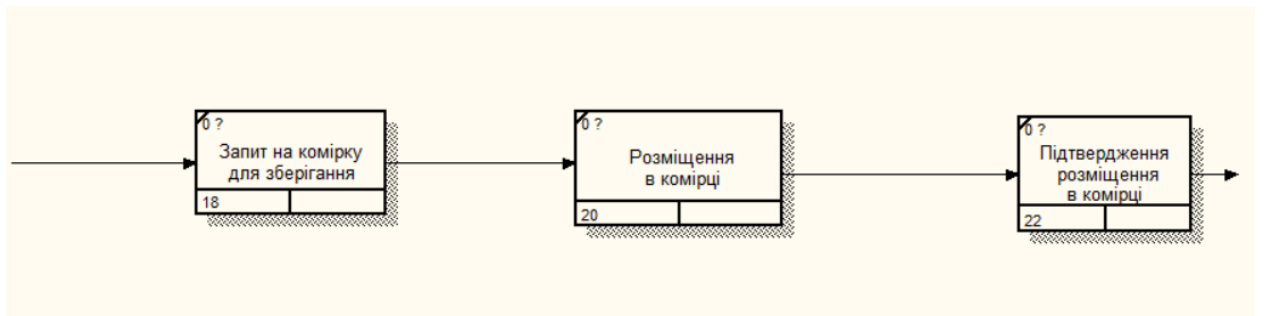


Рис. Г.3. Декомпозиція процесу «Зберігання» ТО-ВЕ

ДОДАТОК Д «СХЕМА БАЗИ ДАНИХ»

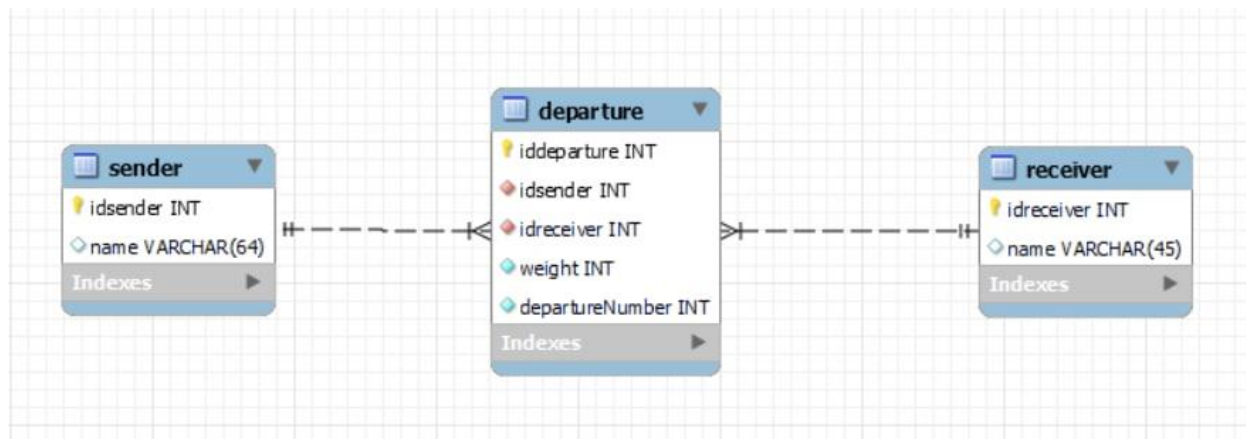


Рис. Д.1. Фізична схема бази даних

ДОДАТОК Е «ФРАГМЕНТИ КОДУ ПРОГРАМИ»

```
$("#mainPageLink").on("click", function () {  
    $("#mainPage").fadeIn();  
    $("#helpPage").hide();  
    $("#settingsPage").hide();  
    $("#getDeparturePage").hide();  
    $("#putDeparturePage").hide();  
    $("#warehouseConditionPage").hide();  
});
```

Рис. Е.1. Код навігації по сторінках додатку

```
$(".myCollapse").on("click", function () {  
    if ($(this).children().next().attr('style') !== "display: none;") {  
        console.log("Hello");  
        $(this).children().next().slideUp("slow");  
    } else {  
        $(this).children().next().slideDown("slow");  
    }  
});
```

Рис. Е.2. Код спливаючих підказок в додатку

```

function initWebSocket() {
  var wsc = new WebSocket("ws://192.168.0.146:8080");

  wsc.onopen = function () {
    $("#connectIndicator").empty();
    $("#connectIndicator").css("background-color", "#0cda0c");
    $("#connectIndicator").append('<i class="fas fa-check"></i>');
    $("#connectIndicator").append('<p style="display: inline; margin-left: 6px;">Підключено</p>');
  };

  wsc.onclose = function (event) {
    if (event.wasClean) {
      $("#connectIndicator").empty();
      $("#connectIndicator").css("background-color", "#f10000");
      $("#connectIndicator").append('<i class="fas fa-times"></i>');
      $("#connectIndicator").append('<p style="display: inline; margin-left: 6px;">Зачинено</p>');
    } else {
      $("#connectIndicator").empty();
      $("#connectIndicator").css("background-color", "orange");
      $("#connectIndicator").append('<span class="spinner-border spinner-border-sm"></span>');
      $("#connectIndicator").append('<p style="display: inline; margin-left: 6px;">Підключення</p>');
      setTimeout(() => {
        initWebSocket();
      }, 500);
    }
  };

  wsc.onmessage = function (event) {
    console.log("Message " + event.data);
  };

  wsc.onerror = function (error) {
    console.log("Error " + error.message);
  };
}

```

Рис. Е.3. Код з'єднання з WebSocket-сервером та індикацією стану з'єднання

```

var http = require('http');
const ws = require('ws')
var mysql = require('mysql');
var fs = require('fs');

var con = mysql.createConnection({
  host: "127.0.0.1:3306",
  user: "root",
  password: "3105vlad"
});

const wss = new ws.Server({ port: 8080 });

wss.on('connection', server => {
  server.on('message', message => {
    console.log(`Received message => ${message}`)
  })
})

http.createServer(function (req, res) {
  fs.readFile('index.html', function (err, data) {
    if (err === null) {
      res.writeHead(200, { 'Content-Type': 'text/html' });
      res.write(data);
      return res.end();
    } else {
      console.log(err);
      res.writeHead(200, { 'Content-Type': 'text/html' });
      res.write("Error load file");
      return res.end();
    }
  });
}).listen(80);

con.connect(function (err) {
  if (err) throw err;
  console.log("Connected!");
});

```

Рис. Е.4. Код базового WebSocket-серверу

```

console.log(" ");
console.log("***** Launching *****");

let fs = require("Storage");

function httpHandler(req, res) {
  let url = req.url;

  switch(url){
    case "/":
    case "/home":
      res.writeHead(200);
      res.end("Hello World");
      break;

    case "/login":
      res.write(fs.read("a"));
      res.end();
      break;

    default:
      res.writeHead(404);
      res.end();
      break;
  }

  console.log("[ INFO ] New request on server -> " + url);
}

require("http").createServer(httpHandler).listen(80);

const wifi = require("Wifi");
console.log("[ INFO ] Connecting to access point...");
if(typeof wifi !== 'undefined'){

  wifi.connect("MERCUSYS_7EBA", {password: "3105vlad3010vlada"}, err => {

    if (err !== null) {
      throw err;
    }

    wifi.getIP((err, data) => {
      if (err !== null) {
        throw err;
      }
      else{
        console.log("[ OK ] Connecting to access point successfully.");
        console.log("[ INFO ] IP: " + data.ip);

        console.log("[ INFO ] Free memory: " + process.memory().free + " / " + process.memory().total);

        console.log("***** Launch completed *****");
        console.log(" ");
      }
    });
  });
}
else{
  console.log("[ ERROR ] Wifi module no program involve.");
}
}

```

Рис. E.5. Код базового серверу на мові JavaScript для мікроконтролерів ESP8266 та ESP32

```

void app_main(void)
{
    //Иніціалізація NVS
    esp_err_t ret = nvs_flash_init();
    if (ret == ESP_ERR_NVS_NO_FREE_PAGES || ret == ESP_ERR_NVS_NEW_VERSION_FOUND)
    {
        ESP_ERROR_CHECK(nvs_flash_erase());
        ret = nvs_flash_init();
    }
    ESP_ERROR_CHECK(ret);

    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_loop_create_default());

    connectToAP();

    int webSocketServerStatus = ws_server_start();
    if(webSocketServerStatus == 1)
    {
        ESP_LOGI("WS", "Successful start");
        xTaskCreate(&server_task, "server_task", 3000, NULL, 9, NULL);
        xTaskCreate(&server_handle_task, "server_handle_task", 4000, NULL, 6, NULL);
    }
    else
    {
        ESP_LOGE("WS", "Not handled status of webSocket server");
    }

    HTTPServer = startHTTPServer();
    if(HTTPServer == NULL)
    {
        ESP_LOGW("app_main", "HTTP Server not started");
    }
    else
    {
        ESP_LOGI("app_main", "HTTP Server started");
    }

    ESP_LOGI("app_main", "Ready!");
}

```

Рис. Е.6. Функція main основного серверу для мікроконтролера ESP32, написаний на ESP-IDF

```

static esp_err_t style_get_handler(httpd_req_t *req){
    httpd_resp_set_type(req, "text/css");
    httpd_resp_set_hdr(req, "Access-Control-Allow-Origin", "*");
    httpd_resp_send(req, (const char*)style_css_start, style_css_end - style_css_start);
    return ESP_OK;
}

```

Рис. Е.7. Код обробника запиту на каскадну таблицю стилів головного серверу на ESP32

```

void connectToAP()
{
    wifiEventGroup = xEventGroupCreate();

    tcpip_adapter_init();

    wifi_init_config_t cfg = WIFI_INIT_CONFIG_DEFAULT();

    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_init(&cfg));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_handler_register(WIFI_EVENT, ESP_EVENT_ANY_ID, &connectionToAPHandler, NULL));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_handler_register(IP_EVENT, IP_EVENT_STA_GOT_IP, &connectionToAPHandler, NULL));

    wifi_config_t wifi_config = {
        .sta = {
            .ssid = WIFI_SSID,
            .password = WIFI_PASS,
            .pmf_cfg = {
                .capable = true,
                .required = false
            },
        },
    };

    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_set_mode(WIFI_MODE_STA) );
    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_set_config(ESP_IF_WIFI_STA, &wifi_config) );
    ESP_ERROR_CHECK(esp_wifi_start());

    EventBits_t bits = xEventGroupWaitBits(wifiEventGroup, WIFI_CONNECTED_BIT | WIFI_FAIL_BIT, pdFALSE, pdFALSE, portMAX_DELAY);

    if (bits & WIFI_CONNECTED_BIT)
    {
        ESP_LOGI("Wi-Fi", "connected to ap SSID:%s password:%s", WIFI_SSID, WIFI_PASS);
    }
    else if (bits & WIFI_FAIL_BIT)
    {
        ESP_LOGI("Wi-Fi", "Failed to connect to SSID:%s, password:%s", WIFI_SSID, WIFI_PASS);
    }
    else
    {
        ESP_LOGE("Wi-Fi", "UNEXPECTED EVENT");
    }

    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_handler_unregister(IP_EVENT, IP_EVENT_STA_GOT_IP, &connectionToAPHandler));
    ESP_ERROR_CHECK(esp_event_handler_unregister(WIFI_EVENT, ESP_EVENT_ANY_ID, &connectionToAPHandler));
    vEventGroupDelete(wifiEventGroup);
}

```

Рис. Е.8. Код функції підключення до точки Wi-Fi мікроконтролером ESP32

```

var mysql = require('mysql');

var con = mysql.createConnection({
    host: "localhost",
    user: "root",
    password: "3105vlad",
    database: "novaposhta_emulate"
});

con.connect(function (err) {
    if (err) throw err;
    console.log("Connected!");
    var sql = "INSERT INTO `novaposhta_emulate`.`departure` \
(`iddeparture`, `idsender`, `idreceiver`, `weight`, `departureNumber`) VALUES ('0', '0', '0', '12', '424765456');";

    con.query(sql, function (err, result) {
        if (err) throw err;
        console.log("1 record inserted");
    });
});

```

Рис. Е.9. Код внесення даних в базу даних «novaposhta_emulate», в таблицю «departure»

```

for (unsigned i = 0; i < VERTICES; ++i)
{
    if (distances[i] != INT_MAX)
    {
        cout << "Вара: " << START << " ~> " << i << " = " << setw(6) << left << distances[i] << "\t";

        unsigned end = i;
        unsigned weight = distances[end];
        string way = to_string(end) + " >~ ";

        while (end != START)
        {
            for (unsigned j = 0; j < VERTICES; ++j)
            {
                if (ADJACENCY_MATRIX[j][end])
                {
                    int temp = weight - ADJACENCY_MATRIX[j][end];

                    if (temp == distances[j])
                    {
                        end = j;
                        weight = temp;
                        way += to_string(j) + " >~ ";
                    }
                }
            }

            cout << "Шлях: ";

            for (int j = way.length() - 5; j >= 0; --j)
                cout << way[j];

            cout << endl;
        }
    }
    else
        cout << "Вара: " << START << " ~ " << i << " = " << "маршрут неможливий" << endl;
}

```

Рис. Е.10. Фрагмент коду для знаходження короткого шляхи до потрібної вершини

ДОДАТОК Ж «РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ З АРІ «НОВА ПОШТА»»

The screenshot shows the Postman interface for a POST request to `https://api.novaposhta.ua/v2.0/json/`. The request is configured with an API Key authorization header. The key is `Key` and the value is `cd5127c7dbe1ef685ff785e03316968e`. The response status is `200 OK` with a time of `28 ms` and a size of `499 B`. The response body is displayed in JSON format, showing a failure:

```
1 {
2   "success": false,
3   "data": [],
4   "errors": [
5     "Data is invalid"
6   ],
7   "translatedErrors": [],
8   "warnings": [],
9   "info": [],
10  "messageCodes": [],
11  "errorCodes": []
}
```

Рис. Ж.1. Результат тестового запиту

ДОДАТОК И «ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ»

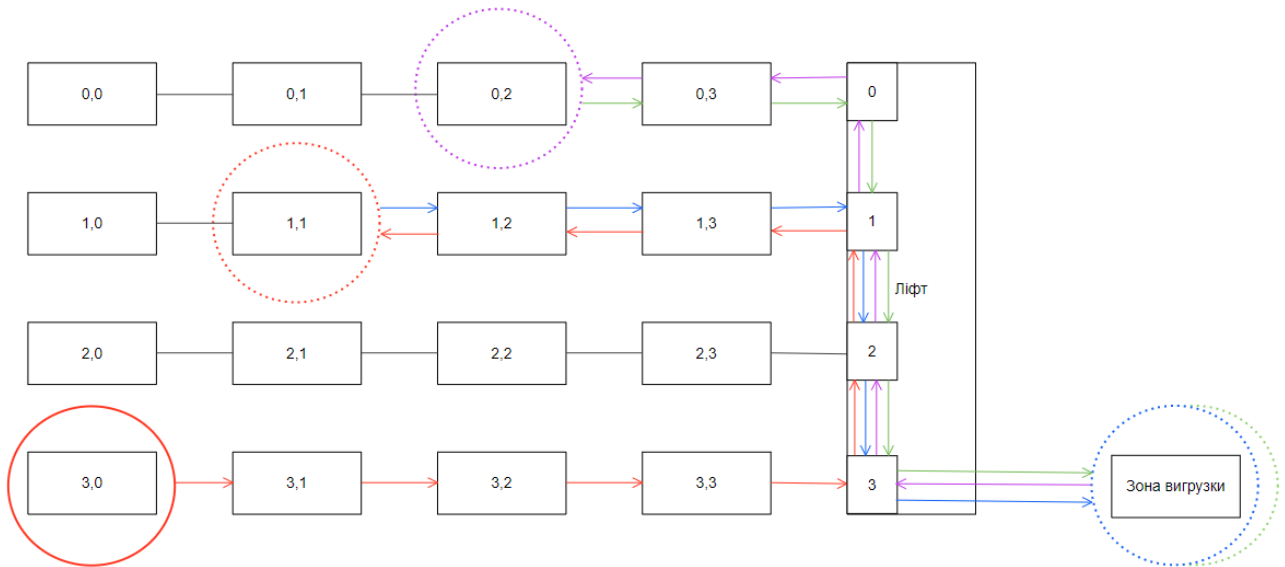


Рис. И.1. Маршрут шатлу, прокладений без штучного інтелекту

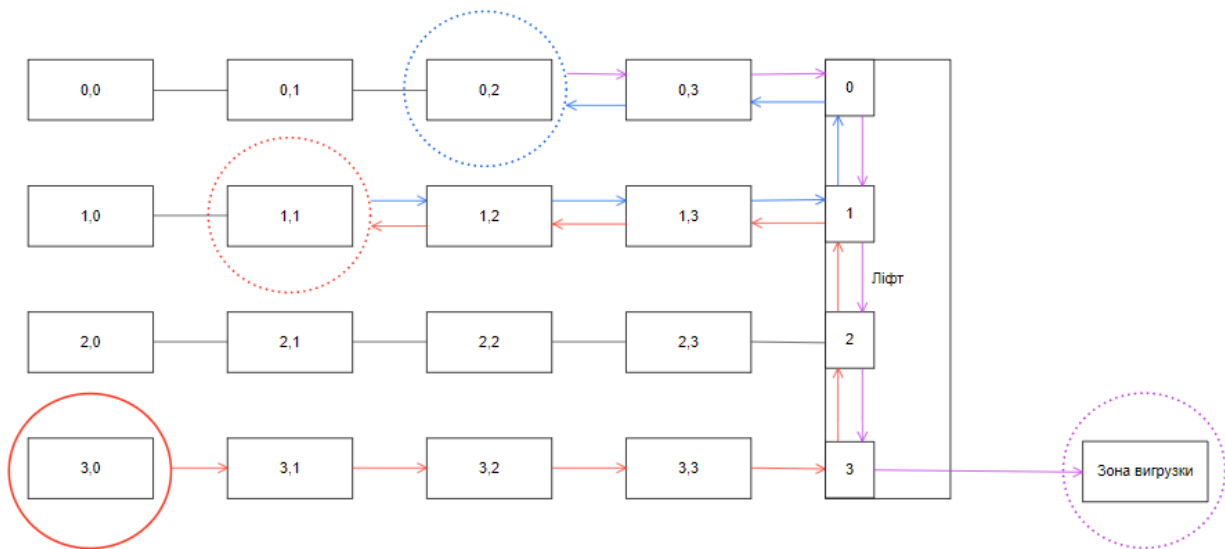


Рис. И.2. Маршрут шатлу, прокладений із використанням штучного інтелекту