Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _ Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем ___
(повна назва)

Кафедра _ Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії _____
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____перший (бакалаврський)_____
_____ «Розроблення системи автоматизації обліку та управління складськими запасами на виробництві»_____
(тема)

Виконав:
здобувач ____4_____ року навчання,
групи __АКТАКІТ-22-1_____
____Михайло АЧКАН_____
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність __151 Автоматизація та _____
комп'ютерно-інтегровані технології _____
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми ____освітньо-професійна_____
Освітня програма __ Автоматизація та _____
комп'ютерно-інтегровані технології _____
(повна назва освітньої програми)

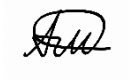
Керівник ___ доц. Дмитро ЯНУШКЕВИЧ _____
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Завідувач кафедри КІТАРБІ _____ ___Ігор НЕВЛЮДОВ
(підпис) (власне ім'я, прізвище)

2026 р.

Я, Ачкан Михайло Сергійович, як здобувач вищої освіти ХНУРЕ, розумію і підтримую політику закладу із академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки кваліфікаційної роботи. Я не використовував штучний інтелект для підготовки кваліфікаційної роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

9 червня 2026 р.  Михайло АЧКАН

(підпис)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет_Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та систем_

Кафедра_ Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та безпекової інженерії_____

Рівень вищої освіти_____перший (бакалаврський)_____

Спеціальність_151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології_
(код і повна назва)

Тип програми _____освітньо-професійна_____

Освітня програма_Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології__
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«____»_____ 20 ___ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві____ Ачкану Михайлу Сергійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи __ Розроблення системи автоматизації обліку та управління складськими запасами на виробництві___ _____
_____

затверджена наказом університету від __04__06_____2026_р. №_472Ст___

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії __16_07_____2026 р.

3. Вихідні дані до роботи 3.1 Об'єкт автоматизації: складська логістична система малого підприємства сфери громадського харчування._____

3.2 Предмет автоматизації: процеси обліку товарів, надходження, витрати, списання, контролю залишків та формування звітності._____

3.3 Програмне середовище розробки: Python 3.12, SQLite, Tkinter._____

3.4 Засоби проєктування: Visual Studio Code, DB Browser for SQLite, Draw.io._____
_____

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі 4.1 Аналіз складських логістичних процесів;_____

4.2 Аналіз складської системи підприємства;_____

4.3 Проєктування автоматизованої системи;_____

4.4 Розроблення програмного комплексу; _____

4.5 Тестування програмного комплексу; _____

4.6 Питання з охорони праці;_____
_____
_____
_____
_____

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п.5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри Демонстраційний матеріал у форматі (*.ppt) – 16 арк. ф. А4.

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Строк / терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання аналізу предметної області складського обліку малого підприємства	19.05.2026-21.05.2026	Виконано
2	Постановка задачі кваліфікаційної роботи	22.05.2023-26.05.2026	Виконано
3	Формування функціональної структури задачі управління складськими запасами	26.05.2026-27.05.2026	Виконано
4	Розробка інформаційного забезпечення автоматизованої системи	27.05.2026-30.05.2026	Виконано
5	Розробка алгоритмів вирішення задачі складського обліку	31.05.2026-02.06.2026	Виконано
6	Розробка програмного забезпечення та інтерфейсу користувача	02.06.2026-03.06.2026	Виконано
7	Тестування програмного комплексу	03.06.2026-08.06.2026	Виконано
8	Формування засобів захисту інформації	08.06.2026-09.06.2026	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2026-07.07.2026	Виконано
10	Подання роботи до екзаменаційної комісії	09.07.2026	Виконано

Дата видачі завдання 19 05 2026 р.

Здобувач _____ Михайло АЧКАН
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. Дмитро ЯНУШКЕВИЧ
(підпис) (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Робота містить: 90 с., 29 табл., 23 рис., 3 дод., 17 джерела.

СКЛАДСЬКИЙ ОБЛІК, СКЛАДСЬКА ЛОГІСТИКА, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА, БАЗА ДАНИХ, SQLITE, TKINTER, ІНДУСТРІЯ 4.0, ІНДУСТРІЯ 5.0.

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню автоматизованої системи обліку та управління складськими запасами малого підприємства сфери громадського харчування. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення точності складського обліку, контролю залишків, зменшення впливу людського фактору та оперативного формування звітної інформації.

Об’єктом розробки є автоматизована інформаційна система обліку та управління складськими запасами малого підприємства сфери громадського харчування, яка забезпечує реєстрацію руху товарно-матеріальних цінностей, контроль залишків і формування звітної інформації.

Предметом розробки є методи, алгоритми, структура бази даних та програмні засоби автоматизації складського обліку, реєстрації операцій надходження, витрати і списання товарів, а також контролю мінімального рівня запасів.

Мета кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності управління складськими запасами малого підприємства шляхом розроблення автоматизованої інформаційної системи, яка забезпечує централізоване зберігання даних, оперативне оновлення залишків, ведення журналу складських операцій, контроль критичних запасів і формування звітності.

У роботі буде проведено аналіз підходів Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0 до автоматизації складських процесів, визначено особливості складської логістики підприємства громадського харчування, сформовано функціональні вимоги до системи, спроєктовано структуру бази даних та реалізовано прототип програмного комплексу.

ABSTRACT

Bachelor’s qualification work contains: 90 pages, 29 tables, 23 figures, 3 appendices, 17 source.

WAREHOUSE ACCOUNTING, WAREHOUSE LOGISTICS, AUTOMATED SYSTEM, DATABASE, SQLITE, TKINTER, INDUSTRY 4.0, INDUSTRY 5.0.

The bachelor’s qualification work is devoted to the development of an automated inventory accounting and management system for a small public catering enterprise. The relevance of the topic is determined by the need to improve the accuracy of warehouse accounting, stock control, reduce the influence of the human factor, and ensure the prompt generation of reporting information.

The object of development is an automated information system for inventory accounting and management at a small public catering enterprise, which provides registration of inventory movement, stock control, and generation of reporting information.

The subject of development includes methods, algorithms, database structure, and software tools for automating warehouse accounting, registering receipt, consumption, and write-off operations, as well as controlling the minimum stock level.

The purpose of the bachelor’s qualification work is to improve the efficiency of inventory management at a small enterprise by developing an automated information system that provides centralized data storage, prompt stock updates, maintenance of a warehouse operations log, control of critical stock levels, and generation of reports.

The work will be analyzed Industry 4.0 and Industry 5.0 approaches to warehouse process automation, determines the features of warehouse logistics in a catering enterprise, forms functional requirements for the system, designs the database structure and implements a prototype of the software system.

ЗМІСТ

Перелік скорочень 9

Вступ 10

1 Автоматизація складських логістичних процесів у концепціях ІНДУСТРІЇ 4.0 та ІНДУСТРІЇ 5.0 12

1.1 Актуальність автоматизації складських логістичних процесів у концепціях Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0 12

1.2 Загальна характеристика складських логістичних процесів 14

1.3 Способи управління складськими логістичними процесами 17

1.4 Проблеми впровадження систем управління складськими логістичними процесами у технологіях Логістики 4.0 та Логістики 5.0 19

1.5 Висновки до розділу 1 21

2 Характеристика складської логістичної системи та складських процесів підприємства 23

2.1 Загальна характеристика складської діяльності підприємства 23

2.2 Аналіз автоматизованих складських логістичних процесів підприємства 25

2.3 Регулювання та управління автоматизованими складськими процесами 28

2.4 Моделювання системи складської логістики 33

2.5 Висновки до розділу 2 35

3 Розроблення автоматизованої системи управління складською логістикою 37

3.1 Вибір методів та засобів для управління і підтримки процесів складської логістики 37

3.2 Проєктування і реалізація структури бази даних програмного комплексу 40

3.3 Розроблення функціоналу програмного комплексу для управління і підтримки складських процесів 43

3.4 Розроблення інтерфейсу програмного комплексу для управління і підтримки складських процесів 46

3.5 Тестування програмного комплексу та аналіз результатів роботи 50

3.6 Висновки до розділу 3 52

4 Охорона праці 54

4.1 Аналіз умов праці користувача автоматизованої системи 54

4.2 Організація робочого місця користувача персонального комп'ютера 57

4.3 Електробезпека під час експлуатації комп'ютерної техніки 59

4.4 Пожежна безпека 61

4.5 Заходи щодо зниження психофізіологічного навантаження 63

4.6 Висновки до розділу 4 65

Висновки 66

Перелік джерел посилання 68

Додаток А Лістинг основних моментів програмного коду 70

Додаток Б Приклади сформованих звітів 77

Додаток В Демонстраційний матеріал 81

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

WMS-система – Warehouse Management System, система управління складом;

Tkinter – стандартна бібліотека Python для створення графічного інтерфейсу користувача;

SQL – Structured Query Language, мова структурованих запитів до баз даних;

RFID – Radio Frequency Identification, технологія радіочастотної ідентифікації;

IoT – Internet of Things, Інтернет речей;

ID – унікальний ідентифікатор об’єкта в інформаційній системі;

ERP-система – Enterprise Resource Planning, система планування ресурсів підприємства;

CSV – Comma-Separated Values, формат подання табличних даних у текстовому файлі;

БД – база даних;

ПК – програмний комлпекс.

ВСТУП

У сучасних умовах цифрової трансформації економіки та зростання вимог до оперативності управління підприємствами особливої актуальності набуває автоматизація складських логістичних процесів. Склад уже не розглядається лише як місце фізичного зберігання ресурсів, а виступає інформаційним центром, у якому фіксуються дані про управління запасами.

Для малих підприємств автоматизація складського обліку є необхідною умовою забезпечення стабільності основної діяльності. За відсутності єдиної інформаційної системи дані про запаси часто зберігаються фрагментарно, що ускладнює контроль залишків, формування замовлень, оцінювання витрат і своєчасне прийняття управлінських рішень.

Особливої уваги потребують підприємства сфери громадського харчування, для яких характерними є висока інтенсивність товарообігу, різнорідність запасів, залежність від регулярності постачання та наявність великої кількості продукції з обмеженим строком придатності. Такі похибки в обліку можуть призводити до дефіциту сировини, надлишкових запасів, списання продукції та зростання витрат.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає у необхідності створення практично придатного програмного комплексу для автоматизації обліку й управління складськими запасами малого підприємства сфери громадського харчування, який забезпечуватиме контроль руху товарів, оперативне оновлення залишків, фіксацію складських операцій, формування звітності та підтримку прийняття рішень щодо поповнення запасів.

Об’єктом розробки є складські логістичні процеси малого підприємства сфери громадського харчування.

Предметом розробки є методи, моделі та програмні засоби автоматизації обліку й управління складськими запасами.

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності управління складськими запасами малого підприємства шляхом розроблення автоматизованої

інформаційної системи обліку, контролю та підтримки складських логістичних процесів.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно:

– проаналізувати теоретичні основи автоматизації складських логістичних процесів, сучасні підходи до управління запасами та можливості використання технологій Індустрії 4.0 і Індустрії 5.0;

– дослідити складську логістичну систему малого підприємства сфери громадського харчування, визначено основні проблеми існуючого обліку та сформовано вимоги до автоматизованої системи;

– обґрунтувати вибір програмних засобів, спроєктувати базу даних, розробити функціонал, інтерфейс користувача та проведести тестування програмного комплексу;

– розглянути питання охорони праці, організації робочого місця користувача, електробезпеки, пожежної безпеки та зниження психофізіологічного навантаження під час роботи з програмним комплексом.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи використано методи системного та порівняльного аналізу, моделювання матеріальних та інформаційних потоків, проєктування БД, алгоритмізації та програмної реалізації прикладної системи.

Також отримані результати кваліфікаційної роботи можна віднести до Цілі сталого розвитку 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура», зокрема до завдання 9.5 щодо розвитку інновацій та впровадження сучасних інформаційних технологій. Розроблений програмний комплекс автоматизації складської логістики забезпечує цифровізацію процесів управління запасами, підвищує ефективність обліку товарно-матеріальних цінностей та сприяє впровадженню інноваційних рішень у діяльність підприємств малого бізнесу [1–2].

Кваліфікаційну роботу виконано згідно з вимогами [3–5].

Результати дослідження апробовані на ІІІ–ій Всеукраїнській конференції «Комп’ютерно-інтегровані технології, автоматизація та робототехніки (Харків, ХНУРЕ, 14-15 травня 2026) [6].

1 АВТОМАТИЗАЦІЯ СКЛАДСЬКИХ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У КОНЦЕПЦІЯХ ІНДУСТРІЇ 4.0 ТА ІНДУСТРІЇ 5.0

1.1 Актуальність автоматизації складських логістичних процесів у концепціях Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0

Складська логістика є частиною загальної логістичної системи підприємства, у якій поєднуються матеріальні, інформаційні та фінансові потоки. Для підприємства склад виступає не лише місцем фізичного зберігання товарно-матеріальних цінностей, а й інформаційним центром, де фіксуються дані про надходження, залишки, витрати, списання та потребу в поповненні запасів. У навчальних матеріалах з автоматизації логістичних систем підкреслюється, що ефективне управління логістикою потребує узгодженої обробки матеріальних та інформаційних потоків [7].

Актуальність автоматизації складських процесів зумовлена тим, що ручний або напівавтоматизований облік не забезпечує достатньої швидкості й точності обробки даних. На практиці це проявляється у затримках оновлення залишків, дублюванні записів, помилках під час введення кількості товарів, складності пошуку інформації та відсутності оперативної звітності. Для малого підприємства сфери громадського харчування такі помилки можуть безпосередньо впливати на виробничий процес, оскільки від наявності певних інгредієнтів залежить можливість приготування страв.

Концепція Індустрії 4.0 передбачає цифровізацію виробничих і логістичних процесів за рахунок використання інформаційних систем, датчиків, технологій ідентифікації, аналітики даних, хмарних сервісів, роботизованих рішень та інтеграції різних елементів підприємства в єдине інформаційне середовище. Такі інструменти сприяють зниженню витрат, мінімізації помилок, підвищенню точності, швидкості та прозорості логістичних операцій [8].

Індустрія 5.0 розвиває ці підходи, але робить більший акцент на людиноцентричності, зручності взаємодії користувача з цифровими інструментами та підтримці працівника під час прийняття рішень. Для досліджуваної задачі це означає, що система складського обліку повинна бути не лише функціональною, а й зрозумілою для користувача, який щоденно працює з товарами, залишками та операціями. У таблиці 1.1 продемонстровано порівняння підходів Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0 у складській логістиці.

Таблиця 1.1 – Порівняння підходів Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0 у складській логістиці

Ознака	Індустрія 4.0	Індустрія 5.0	Значення для теми роботи
Основний акцент	Автоматизація, цифровізація, інтеграція даних	Взаємодія людини та технологій	Система повинна автоматизувати облік і залишатися зручною для користувача
Типові технології	IoT, RFID, WMS, ERP, Big Data, хмарні сервіси	Людиноцентричні інтерфейси, підтримка прийняття рішень	У роботі реалізується локальний прототип із базовими функціями цифрового обліку
Роль працівника	Контроль і виконання операцій у цифровому середовищі	Активна участь у прийнятті рішень за підтримки системи	Користувач бачить залишки, журнал операцій і попередження
Доцільність для малого підприємства	Часткове впровадження окремих цифрових інструментів	Простота, доступність і адаптація до реальних умов роботи	Обрана локальна система на Python, SQLite та Tkinter

На рисунку 1.1 узагальнено ключові цифрові технології, які можуть використовуватися у складській логістиці в межах концепції Індустрії 4.0. Для даної кваліфікаційної роботи вони розглядаються як теоретична основа, тоді як

практична реалізація зосереджена на доступному локальному програмному рішенні.



Рисунок 1.1 – Цифрові технології Індустрії 4.0 у складській логістиці

Таким чином, актуальність теми полягає у необхідності переходу від розрізненого ручного обліку до структурованої інформаційної системи, здатної забезпечити контроль залишків, фіксацію складських операцій, збереження історії дій та формування звітних даних. Для малого підприємства важливим є не впровадження надмірно складної промислової WMS-платформи, а створення практичного прототипу, що реалізує базові принципи цифрової логістики [9].

1.2 Загальна характеристика складських логістичних процесів

Складські логістичні процеси охоплюють сукупність операцій, пов’язаних із рухом товарно-матеріальних цінностей від моменту надходження на підприємство до їх використання, списання або відображення у звітності. До таких процесів

належать приймання товарів, перевірка кількості та якості, розміщення у складській зоні, зберігання, облік залишків, відпуск у виробничу зону, інвентаризація, списання та формування звітів [10].

У складській логістиці важливо розглядати не тільки фізичний рух товарів, а й інформаційний супровід кожної операції. Кожне надходження, витрата або списання змінює залишок товару і повинно бути зафіксоване в обліковій системі. Якщо інформація вноситься із запізненням або не вноситься взагалі, облікові залишки перестають відповідати фактичному стану складу.

Для підприємства громадського харчування складські процеси мають додаткову специфіку: частина продукції швидко псується, потребує холодильного зберігання, має різні одиниці виміру та використовується у виробничому процесі нерівномірно. Саме тому облік повинен охоплювати не лише кількість товару, а й категорію, термін придатності, мінімальний залишок та коментар щодо умов використання. Основні складські логістичні процеси підприємства зображено на рисунку 1.2.

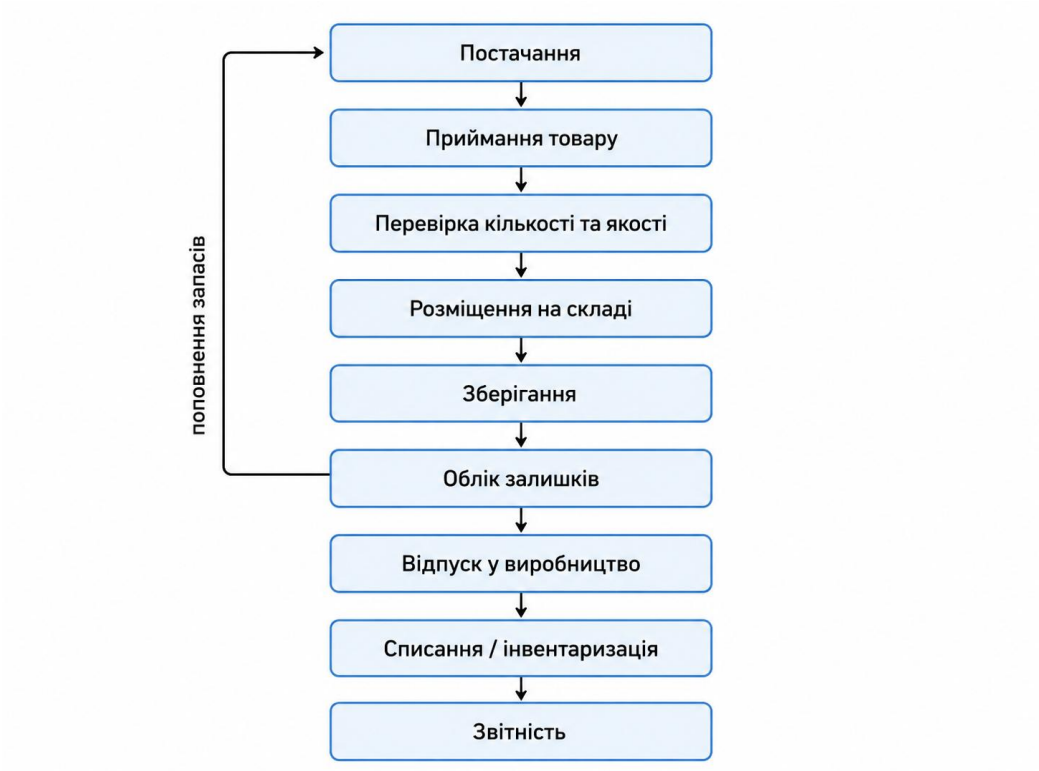


Рисунок 1.2 – Основні складські логістичні процеси підприємства

На рисунку видно, що складська логістика є послідовністю взаємопов’язаних операцій. Для автоматизації цих процесів необхідно визначити, які дані виникають на кожному етапі та які результати повинна формувати система. Наглядно це зображено на таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Інформаційний супровід основних складських процесів

Процес	Вхідні дані	Дані, що фіксуються	Результат процесу
Приймання товару	Поставка від постачальника, накладна, фактична кількість	Назва товару, кількість, одиниця виміру, дата, коментар	Товар внесено до обліку
Зберігання	Прийнятий товар і умови зберігання	Категорія, термін придатності, мінімальний залишок	Товар розміщено у відповідній групі
Витрата	Запит виробничої зони або кухні	Тип операції OUT, кількість, користувач, дата	Залишок товару зменшено
Списання	Псування, закінчення терміну придатності, втрата товарного вигляду	Тип операції WRITE_OFF, кількість, причина	Товар вилучено з обліку
Звітність	Дані про товари та операції	Поточні залишки, історія руху, критичні запаси	Сформовано інформацію для аналізу

Базова логіка складського обліку може бути подана через розрахунок кінцевого залишку товару:

$$Z_{кін} = Z_{поч} + Q_{надх} - Q_{витр} - Q_{спис},$$

де $Z_{кін}$ – кінцевий залишок товару;

$Z_{поч}$ – початковий залишок;

$Q_{надх}$ – кількість товару, що надійшла на склад;

$Q_{витр}$ – кількість товару, передана у виробничу зону;

$Q_{спис}$ – кількість списаного товару.

Саме ця залежність покладена в основу автоматичного оновлення залишків у розроблюваній системі.

1.3 Способи управління складськими логістичними процесами

Управління складськими логістичними процесами може здійснюватися різними способами: від паперових журналів до комплексних ERP- та WMS-систем. Вибір конкретного підходу залежить від масштабу підприємства, кількості товарних позицій, частоти операцій, фінансових можливостей і рівня цифрової зрілості.

Паперовий облік є найпростішим способом, але він не забезпечує швидкого пошуку інформації та автоматичних розрахунків. Електронні таблиці частково спрощують облік, однак не гарантують повноцінного контролю змін, розмежування доступу та збереження історії операцій. Локальна інформаційна система дозволяє реалізувати централізоване зберігання даних і автоматичне оновлення залишків, залишаючись доступною для малого підприємства.

Повноцінні WMS- та ERP-системи мають широкі можливості, але для малого підприємства можуть бути надмірно складними та дорогими. Тому для задачі цієї кваліфікаційної роботи обрано проміжний підхід: створення локального програмного комплексу, який реалізує базові функції складського обліку та може бути розширений у майбутньому. Порівняння способів управління складськими логістичними процесами можна побачити на таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняння способів управління складськими логістичними процесами

Спосіб управління	Переваги	Недоліки	Доцільність для малого підприємства
Паперовий журнал	Не потребує технічної інфраструктури, простий для старту	Високий ризик помилок, складність пошуку, відсутність автоматичних звітів	Може використовуватися лише для дуже малого обсягу операцій
Електронні таблиці	Доступність, фільтрація, прості формули	Складність контролю змін, ризик дублювання даних, відсутність журналу дій	Придатні як тимчасове рішення
Локальна інформаційна система	Єдина база даних, автоматичне оновлення залишків, журнал операцій, експорт звітів	Потребує розроблення, тестування та первинного налаштування	Оптимальний варіант для прототипу та малого підприємства
WMS-система	Високий рівень автоматизації, підтримка складних складських процесів	Висока вартість і складність впровадження	Доцільна для великих складів або мереж
ERP-система	Інтеграція складу з фінансами, закупівлями та продажами	Надмірна складність для локальної задачі складського обліку	Потребує значних ресурсів і підготовки персоналу

Для практичного управління запасами важливо не лише фіксувати залишок, а й визначати момент, коли потрібно поповнювати товар. Спрощено точку замовлення можна подати так:

$$R_{\text{зам}} = D_{\text{сер}} \cdot L + Z_{\text{страх}},$$

де $R_{\text{зам}}$ – рівень залишку, за якого доцільно формувати замовлення;

$D_{сер}$ – середня добова витрата товару;

L – час постачання у днях;

$Z_{страх}$ – страховий запас.

У межах розроблюваного прототипу реалізовано спрощений механізм контролю мінімального залишку, який може бути розширений до повноцінного розрахунку точки замовлення. Ознайомитись з ним можна в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Приклад управлінських рішень залежно від стану залишку

Стан залишку	Ознака в системі	Ризик для підприємства	Рекомендована дія
Залишок вищий за мінімальний	Кількість > мінімальний залишок	Низький	Продовжувати звичайний облік
Залишок дорівнює мінімальному	Кількість = мінімальний залишок	Середній	Перевірити потребу в закупівлі
Залишок нижчий за мінімальний	Кількість < мінімальний залишок	Високий	Сформувати замовлення або поповнення
Залишок дорівнює нулю	Кількість = 0	Критичний	Терміново поповнити товар або вилучити позицію з доступного меню

1.4 Проблеми впровадження систем управління складськими логістичними процесами у технологіях Логістики 4.0 та Логістики 5.0

Впровадження систем управління складськими логістичними процесами має очевидні переваги, однак на практиці підприємства стикаються з низкою організаційних, технічних і економічних проблем. У наукових дослідженнях щодо Індустрії 4.0 у складській логістиці серед бар’єрів цифрової трансформації

називають дефіцит кваліфікованих кадрів, недостатню інфраструктурну готовність і потребу в належному рівні кібербезпеки.

Для малого підприємства ці проблеми проявляються особливо гостро. Висока вартість комерційних систем, складність інтеграції з іншими процесами, потреба у навчанні персоналу та ризик помилок під час перенесення початкових даних можуть ускладнювати впровадження цифрових рішень. Тому проєктування системи повинно враховувати реальні умови її використання.

Окремою проблемою є якість початкових даних. Якщо на підприємстві відсутній єдиний довідник товарів, одна й та сама позиція може бути записана різними назвами або в різних одиницях виміру. Це призводить до дублювання, некоректного підрахунку залишків і складності формування звітності.

З погляду Логістики 5.0 важливим є питання зручності системи для працівника. Навіть технічно правильне програмне рішення може бути неефективним, якщо користувачу складно швидко знайти товар, зареєструвати операцію або перевірити залишок. Тому під час розроблення прототипу доцільно орієнтуватися на простий інтерфейс, зрозумілі назви модулів і мінімальну кількість дій для виконання основних операцій. З проблемами впровадження цифрових складських систем та способи їх зменшення можна ознайомитись детальніше в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Проблеми впровадження цифрових складських систем та способи їх зменшення

Проблема	Прояв на малому підприємстві	Наслідок	Спосіб зменшення ризику
Висока вартість готових систем	Підприємство не має бюджету на промислову WMS/ERP	Відмова від автоматизації або повернення до Excel	Розроблення локального прототипу з базовими функціями

Продовження таблиці 1.5

Проблема	Прояв на малому підприємстві	Наслідок	Спосіб зменшення ризику
Недостатня підготовка персоналу	Працівники звикли до ручного обліку	Помилки під час роботи з системою	Простий інтерфейс і коротка інструкція користувача
Низька якість початкових даних	Дублювання товарів, різні одиниці виміру	Некоректні залишки та звіти	Створення єдиного довідника товарів і категорій
Технічна складність інтеграції	Відсутність серверної інфраструктури	Затримка впровадження	Локальна база SQLite без складного розгортання
Питання безпеки даних	Доступ до обліку може бути неконтрольованим	Ризик зміни або втрати даних	Авторизація користувача та журнал операцій

Проведений аналіз підтверджує, що для малого підприємства доцільним є не пряме копіювання складних промислових WMS-рішень, а поступове впровадження доступної автоматизованої системи. Така система повинна забезпечувати облік товарів, реєстрацію складських операцій, контроль залишків, формування звітності та можливість подальшого розвитку.

1.5 Висновки до розділу 1

У першому розділі було проаналізовано теоретичні основи автоматизації складських логістичних процесів та визначено їх значення для ефективного управління запасами підприємства. Розглянуто підходи Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0, які передбачають використання цифрових технологій, інформаційних систем, засобів ідентифікації, аналітики даних та людиноцентричних інтерфейсів у складській логістиці.

Встановлено, що для малого підприємства сфери громадського харчування найбільш доцільним є не впровадження складної промислової WMS- або ERP-системи, а створення локального програмного комплексу, який забезпечує облік товарів, контроль залишків, реєстрацію складських операцій і формування звітності. Також було розглянуто класифікацію запасів, методи управління запасами, точку замовлення, норму виробничого запасу та EOQ, що створює теоретичну основу для подальшого розроблення автоматизованої системи.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТА СКЛАДСЬКИХ ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Загальна характеристика складської діяльності підприємства

Як приклад предметної області розглянемо підприємство малого бізнесу у сфері громадського харчування. Для такого підприємства складська діяльність є не допоміжною формальністю, а частиною виробничого циклу: від своєчасного постачання сировини залежать стабільність роботи кухні, можливість виконання замовлень, якість страв і рівень витрат. У ресторанному господарстві логістика охоплює управління матеріальними, інформаційними та сервісними потоками, тому складський облік необхідно розглядати як елемент загальної логістичної системи підприємства.

Особливістю підприємства громадського харчування є робота з різнорідними запасами. До них належать продукти з коротким терміном придатності, напівфабрикати, соуси, олії, спеції, зелень, декоративні елементи для подачі, пакувальні матеріали та технічні витратні засоби. Частина цих позицій потребує холодильного зберігання, частина – сухого складу, а частина має невеликий залишок, але критично впливає на зовнішній вигляд страви.

Додатковим фактором є зміна підходів до постачання ресторанних закладів. У сучасних умовах українські ресторани дедалі частіше звертають увагу на локальні продукти, прямі зв’язки з постачальниками та зменшення залежності від складних міжнародних логістичних ланцюгів. У наукових публікаціях підкреслюється, що локальні продукти можуть зменшувати логістичні витрати, підтримувати регіональну економіку та підвищувати стійкість ресторанного бізнесу. Для складського обліку це означає необхідність точніше контролювати партії, терміни придатності та регулярність постачання [11].

Основні групи товарно-матеріальних цінностей підприємства наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні групи товарно-матеріальних цінностей підприємства

Група запасів	Приклади позицій	Особливості зберігання	Особливості обліку
Рибна продукція	лосось філе, окунь, рибні напівфабрикати	холодильне зберігання, контроль температури	облік у кг, контроль терміну придатності та залишку
М’ясна продукція	куряче філе, курячі стегна, ребра, стейки	окреме холодильне зберігання, швидке використання	облік приходу, витрат у виробництво, списання втрат
Молочні продукти	вершки, масло вершкове, сирні продукти	короткий термін придатності, контроль умов зберігання	облік у л або кг, контроль дати закінчення придатності
Овочі, зелень, фрукти	картопля, лимон, кріп, кінза, мікрозелень	різні умови зберігання, швидке псування окремих позицій	потреба у частому оновленні залишків
Соуси, олії, спеції	гірчиця, майонез, соус BBQ, олія	частина позицій має триваліший термін зберігання	облік у л, кг або шт, контроль мінімального запасу
Витратні матеріали	контейнери take away, папір, фольга, газові балони	зберігання окремо від харчових продуктів	облік у шт або рулонах, контроль безперервності забезпечення
Декор страв	їстівні квіти, мікрозелень, декоративні елементи	швидке псування, малі партії	низький кількісний запас, але висока важливість для подачі

Наведена класифікація показує, що складська система підприємства має працювати не лише з кількістю товарів, а й з категоріями, одиницями виміру, строками придатності, умовами зберігання та мінімальними залишками. Саме ці ознаки були враховані під час формування інформаційної структури майбутньої автоматизованої системи.

У складській діяльності підприємства беруть участь кілька груп користувачів. Кожна з них формує або використовує певні дані. Для визначення інформаційних потоків складської системи було виконано їх узагальнення у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Учасники складського процесу та інформаційні потоки

Учасник процесу	Основні дії	Дані, що формуються або використовуються
Постачальник	поставка товарів, передача супровідних документів	назва товару, кількість, дата поставки, термін придатності
Відповідальна особа складу	приймання, розміщення, внесення приходу, списання	операція IN або WRITE_OFF, кількість, коментар, дата
Працівники кухні	використання сировини у виробництві, запит на поповнення	витрата товару, потреба у певному інгредієнті, фактичний залишок
Адміністрація / керівництво	контроль закупівель, аналіз витрат, перегляд звітів	поточні залишки, журнал операцій, критичні запаси, CSV-звіти
Автоматизована система	збереження даних, оновлення залишків, формування повідомлень	довідник товарів, база операцій, мінімальні залишки, історія змін

Таким чином, складська діяльність підприємства має інформаційно-виробничий характер. Кожна фізична операція з товаром повинна супроводжуватися цифровим записом, інакше фактичний стан складу перестає відповідати обліковим даним.

2.2 Аналіз автоматизованих складських логістичних процесів підприємства

Складські логістичні процеси підприємства можна подати як послідовність взаємопов’язаних операцій, що забезпечують рух товарно-матеріальних цінностей

від постачальника до виробничої зони та подальшого списання або звітування. У логістичній системі важливо враховувати не лише матеріальний рух товарів, а й інформаційні потоки, які супроводжують кожну операцію/

Матеріальні та інформаційні потоки складської системи підприємства подано на рисунку 2.1.

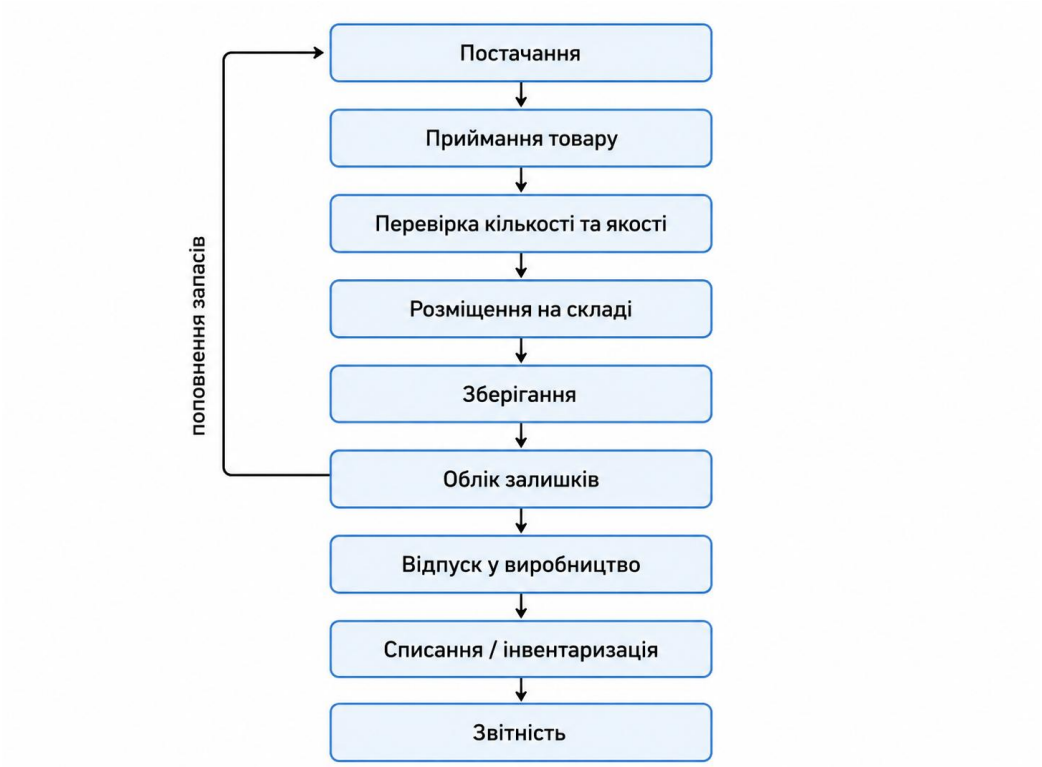


Рисунок 2.1 – Матеріальні та інформаційні потоки складської системи підприємства

Як видно з рисунка 2.1, складський процес має дві взаємопов’язані складові. Матеріальний потік відображає реальний рух товарів: постачання, приймання, зберігання, передачу у виробничу зону, використання та списання. Інформаційний потік фіксує кількість, дату, категорію, одиницю виміру, користувача та коментар до операції. Саме інформаційний потік є основою для автоматизації обліку.

Для практичного аналізу складських процесів підприємства було визначено основні операції, вхідні дані, вихідні дані та ризики, що виникають у разі ручного або несвоєчасного внесення інформації. Результати наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вхідні та вихідні дані основних складських операцій

Операція	Вхідні дані	Вихідні дані	Ризик без автоматизації
Приймання товару	накладна, назва товару, кількість, дата, термін придатності	запис про надходження, збільшення залишку	помилка у кількості, дублювання товару
Розміщення на складі	категорія, умови зберігання, одиниця виміру	розподіл за групою, уточнення коментаря	зберігання у невідповідній зоні
Передача у виробництво	назва товару, фактична потреба, кількість	операція OUT, зменшення залишку	необлікована витрата, розбіжність залишків
Списання	товар, причина списання, кількість	операція WRITE_OFF, історія списань	втрата інформації про причини втрат
Контроль залишків	поточна кількість, мінімальний залишок	попередження про критичний запас	несвоєчасне поповнення
Формування звітності	дані товарів і журналу операцій	CSV-звіт, перелік залишків	ручна підготовка звітів, помилки аналізу

Для підприємства громадського харчування особливо важливими є операції OUT та WRITE_OFF. Операція OUT відображає передачу інгредієнтів у виробничий процес, а WRITE_OFF використовується тоді, коли товар втратив якість, термін придатності або товарний вигляд. Якщо такі операції не фіксуються, управління запасами стає неточним, а рішення щодо закупівель приймаються на основі застарілих даних.

Зміна залишку товару після складських операцій може бути описана формулою:

$$Z_{кін} = Z_{поч} + Q_{надх} - Q_{витр} - Q_{спис},$$

де $Z_{кін}$ – кінцевий залишок товару;

$Z_{поч}$ – залишок на початок періоду;

$Q_{надх}$ – кількість товару, що надійшла;

$Q_{витр}$ – кількість товару, передана у виробництво;

$Q_{спис}$ – кількість списаного товару.

У програмній системі ця формула реалізується автоматично під час реєстрації операцій IN, OUT та WRITE_OFF.

Для оцінювання достатності запасу доцільно використовувати показник запасу покриття, який показує, на скільки днів вистачить поточного залишку за середнього добового використання:

$$D_{покр} = Z_{пот} / q_{доб},$$

де $D_{покр}$ – кількість днів покриття запасом;

$Z_{пот}$ – поточний залишок;

$q_{доб}$ – середня добова витрата товару.

Для ресторанного підприємства такий показник може використовуватися для основних інгредієнтів, які регулярно витрачаються у виробництві.

Таким чином, аналіз складських процесів показує, що автоматизація повинна забезпечувати не лише збереження переліку товарів, а й логічний зв’язок між операціями, залишками, критичними запасами та звітністю.

2.3 Регулювання та управління автоматизованими складськими процесами

Регулювання складських процесів передбачає встановлення правил, за якими визначається порядок приймання, витрат, списання, контролю залишків та формування звітності. Для автоматизованої системи ці правила повинні бути перетворені у формалізовані алгоритми, таблиці бази даних, умови перевірки введених даних і повідомлення для користувача.

Управління запасами у досліджуваній системі базується на трьох основних принципах: кожна операція повинна бути зафіксована; залишок повинен оновлюватися автоматично; користувач повинен отримувати повідомлення про критичний рівень запасу. Такий підхід відповідає загальним вимогам до логістичних інформаційних систем, у яких матеріальні потоки мають супроводжуватися своєчасною обробкою інформації [12].

Практичні проблеми існуючого складського обліку та можливі способи їх усунення наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Проблеми існуючого складського обліку та способи їх усунення

Проблема	Прояв у роботі підприємства	Наслідок	Рішення у системі
Ручне введення даних	дані заносяться із запізненням або з помилками	розбіжність фактичних і облікових залишків	форма реєстрації операцій та автоматичне оновлення кількості
Відсутність єдиного довідника товарів	один товар може записуватися різними назвами	дублювання позицій, складність пошуку	таблиця товарів з категоріями та одиницями виміру
Немає контролю мінімального залишку	відповідальна особа перевіряє залишки вручну	нестача інгредієнтів у виробництві	поле мінімального залишку та автоматичне попередження
Не фіксуються причини списання	інформація про втрати зберігається неструктуровано	неможливо аналізувати причини втрат	операція WRITE_OFF з коментарем

Продовження таблиці 2.4

Проблема	Прояв у роботі підприємства	Наслідок	Рішення у системі
Недостатній контроль дій	немає повної історії змін	важко встановити відповідального користувача	журнал складських операцій

Для контролю моменту поповнення запасів у системі використовується мінімальний залишок. У більш розширеній версії системи цей показник може бути розрахований за формулою точки замовлення:

$$R = q_{\text{доб}} \cdot L + Z_{\text{страх}},$$

де R – точка замовлення;

$q_{\text{доб}}$ – середня добова витрата;

L – час постачання у днях;

$Z_{\text{страх}}$ – страховий запас.

У поточному прототипі користувач задає мінімальний залишок вручну, але збереження історії операцій створює основу для подальшого автоматичного розрахунку цього показника.

Під час аналізу було розглянуто можливість використання різних технологій управління складом. Їхню доцільність для малого підприємства сфери громадського харчування наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Доцільність використання технологій управління складом для малого підприємства

Технологія / підхід	Можливості	Переваги	Обмеження для малого підприємства	Доцільність у роботі
Штрих-кодування	ідентифікація товарів за кодами	швидке введення товару, менше помилок	потребує маркування та сканера	перспективне розширення
RFID	радіочастотна ідентифікація товарів	автоматичне зчитування без прямої видимості	висока вартість міток і обладнання	не реалізовано, розглянуто теоретично
ABC-аналіз	поділ товарів за важливістю	допомагає визначити критичні позиції	потребує статистики витрат і вартості	може бути додано після накопичення даних
Технологія / підхід	Можливості	Переваги	Обмеження для малого підприємства	Доцільність у роботі
XYZ-аналіз	оцінка стабільності використання	підтримує планування закупівель	потребує історії операцій за період	перспективний аналітичний модуль
WMS-система	повне управління складом	широка функціональність і аналітика	дорога та складна для малого бізнесу	використано базові принципи
Локальна система Python + SQLite	облік товарів, операцій, залишків і звітів	доступність, простота, локальне розгортання	обмежена масштабованість без доопрацювання	основне рішення кваліфікаційної роботи

Цифрові технології Індустрії 4.0, зокрема IoT, RFID, хмарні сервіси, аналітика даних і цифрові двійники, розглядаються у сучасних дослідженнях як інструменти підвищення точності, швидкості та прозорості складських процесів. Однак для досліджуваного малого підприємства найбільш реалістичним першим

етапом є локальна система, яка автоматизує базові операції без значних витрат на обладнання.

Для подальшого розвитку системи важливими є ABC- та XYZ-аналіз. Приклад практичного використання цих методів для товарів підприємства наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Приклад застосування ABC- та XYZ-підходів до товарних запасів

Категорія	Характеристика	Приклад для підприємства	Управлінське рішення
AX	важливі товари зі стабільним використанням	куряче філе, вершки, картопля	постійний контроль, мінімальний залишок, регулярне поповнення
AY	важливі товари з помірними коливаннями	лосось філе, ребра, окремі соуси	контроль за меню та попитом, планові закупівлі
AZ	важливі, але нерегулярні позиції	сезонні продукти, спеціальні інгредієнти	закупівля під потребу, обмежений запас
BX/BY	товари середньої важливості	олії, спеції, сухі продукти	періодичний контроль і поповнення
CZ	менш критичні та нестабільні позиції	декор страв, рідкісні добавки	невеликі партії, контроль псування

Отже, регулювання складських процесів у межах кваліфікаційної роботи реалізується через програмні правила обліку: тип операції визначає зміну залишку, мінімальний запас формує попередження, журнал операцій забезпечує контроль історії, а експорт даних підтримує звітність.

2.4 Моделювання системи складської логістики

Моделювання системи складської логістики необхідне для переходу від опису предметної області до розроблення програмного комплексу. На цьому етапі визначаються межі системи, користувачі, основні об’єкти, інформаційні потоки, функціональні вимоги та очікувані результати роботи.

Контекстну модель автоматизованого складського обліку наведено на рисунку 2.2.

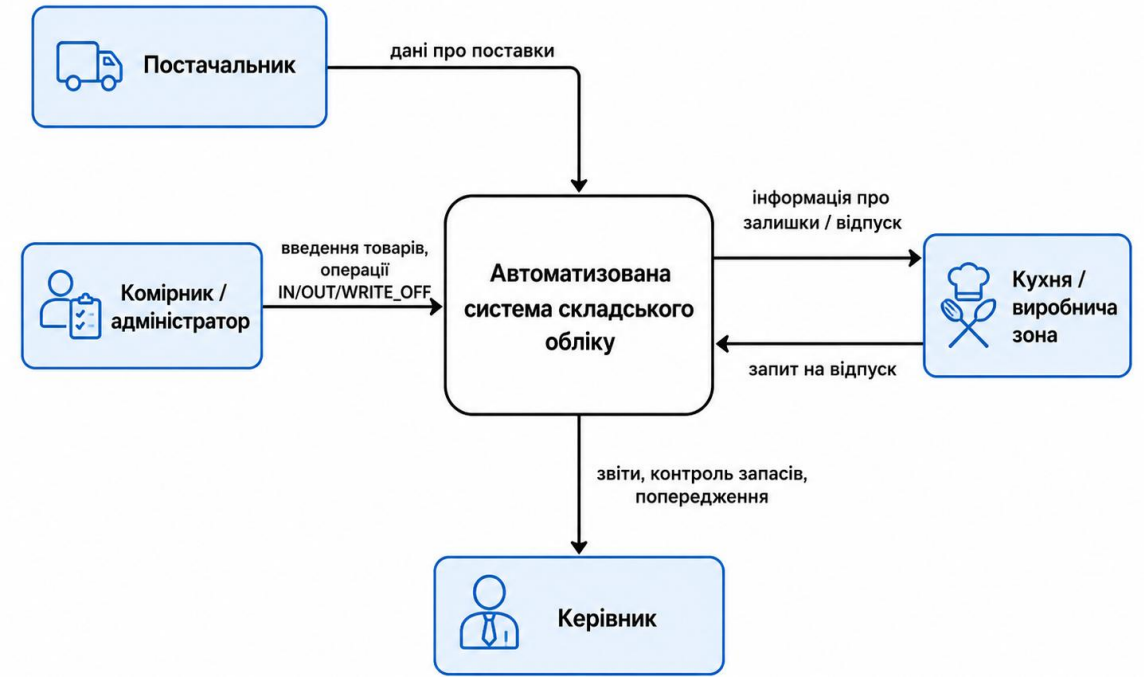


Рисунок 2.2 – Контекстна модель автоматизованого складського обліку

На рисунку 2.2 показано, що автоматизована система виступає центральним елементом обробки даних. Вона отримує інформацію про поставки, товари, витрати та списання, а на виході формує залишки, журнал операцій, повідомлення про критичні запаси та звітні файли. Така модель дозволяє чітко визначити, які дані повинні зберігатися у базі даних і які функції має виконувати програмний комплекс.

Основні об’єкти інформаційної моделі наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Основні об’єкти інформаційної моделі системи

Об’єкт	Призначення у системі	Основні атрибути
Користувач	забезпечує авторизацію та фіксацію відповідального за операцію	id, логін, хеш пароля, роль
Категорія товару	структурує товарні позиції за групами	id категорії, назва категорії
Товар	зберігає інформацію про складську позицію	id, назва, категорія, одиниця виміру, кількість, мінімальний залишок, термін придатності, примітка
Складська операція	фіксує зміну залишку товару	id, товар, тип операції, кількість, дата, коментар, користувач
Залишок	відображає поточну кількість товару після операцій	поточна кількість, мінімальний рівень, одиниця виміру
Звіт	надає користувачу узагальнену інформацію	перелік товарів, операції, критичні залишки, CSV-файл

На основі аналізу предметної області було сформовано функціональні вимоги до автоматизованої системи. Їх наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Функціональні вимоги до автоматизованої системи

№	Вимога	Опис	Практичний результат
1	Авторизація користувача	перевірка логіна і пароля перед входом	обмеження доступу до системи
2	Облік товарів	додавання, редагування, видалення та пошук товарів	формування єдиного довідника запасів
3	Категоризація запасів	розподіл товарів за групами	спрощення пошуку та аналізу
4	Реєстрація операцій	підтримка IN, OUT, WRITE_OFF	фіксація приходу, витрат і списання

Продовження таблиці 2.8

№	Вимога	Опис	Практичний результат
5	Автоматичне оновлення залишків	зміна кількості після кожної операції	актуальний стан складу
6	Контроль мінімальних залишків	порівняння поточного і мінімального запасу	попередження про потребу поповнення
7	Журнал операцій	збереження історії складських дій	контроль руху товарів
8	Експорт звітності	формування CSV-файлу	можливість аналізу у табличному редакторі

Крім функціональних вимог, для системи важливими є нефункціональні вимоги: простота інтерфейсу, локальна робота без складної серверної інфраструктури, стабільність виконання операцій, можливість подальшого розширення, зрозумілі повідомлення користувачу та збереження даних у структурованій базі.

2.5 Висновки до розділу 2

У другому розділі було досліджено складську логістичну систему малого підприємства сфери громадського харчування та визначено основні особливості її роботи. Встановлено, що складська діяльність такого підприємства пов’язана з обліком різних груп товарно-матеріальних цінностей, зокрема продуктів з обмеженим терміном придатності, напівфабрикатів, соусів, спецій, витратних матеріалів і декоративних елементів для подачі страв.

У результаті аналізу було визначено основні складські операції: приймання товарів, зберігання, передача у виробництво, списання, контроль залишків і формування звітності. Окремо проаналізовано матеріальні та інформаційні потоки, а також проблеми існуючого обліку, серед яких ручне введення даних, відсутність

єдиного довідника товарів, складність контролю мінімальних залишків і недостатня прозорість історії операцій. На основі цього сформовано функціональні вимоги до автоматизованої системи управління складськими запасами.

3 РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СКЛАДСЬКОЮ ЛОГІСТИКОЮ

3.1 Вибір методів та засобів для управління і підтримки процесів складської логістики

Розроблення автоматизованої системи управління складськими запасами виконувалося з урахуванням результатів аналізу предметної області та вимог до малого підприємства сфери громадського харчування. Основним завданням було створення локального програмного комплексу, який забезпечує облік товарів, реєстрацію складських операцій, автоматичне оновлення залишків, контроль мінімального запасу та формування звітних даних.

Під час вибору засобів реалізації враховано не лише технічні характеристики, а й умови практичного використання системи: обмежені ресурси малого підприємства, потребу у простому інтерфейсі, можливість локального запуску без серверної інфраструктури та необхідність швидкої зміни довідника товарів. Такий підхід відповідає загальним принципам автоматизації логістичної системи, де інформаційні потоки мають супроводжувати рух матеріальних ресурсів.

Критерії вибору засобів реалізації програмного комплексу перераховано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Критерії вибору засобів реалізації програмного комплексу

Критерій	Зміст критерію	Врахування у проєкті
Простота впровадження	Система повинна запускатися на звичайному персональному комп’ютері без складного налаштування серверів	Локальний застосунок

Продовження таблиці 3.1

Критерій	Зміст критерію	Врахування у проєкті
Підтримка бази даних	Необхідне структуроване зберігання товарів, категорій, користувачів та операцій	Реляційна БД
Зручний інтерфейс	Користувач повинен швидко виконувати типові складські дії без спеціальної підготовки	Віконний інтерфейс
Можливість розширення	Система повинна мати потенціал для додавання звітів, аналітики, штрих-кодів або RFID	Модульна структура
Низька вартість	Для малого підприємства небажані дорогі ліцензії та складна інфраструктура	Відкриті або стандартні засоби

З урахуванням наведених критеріїв було обрано поєднання Python, SQLite, Tkinter та CSV. Ці засоби дозволяють реалізувати прикладну систему без надмірного ускладнення, а також забезпечують достатній рівень функціональності для прототипу складського обліку. Детальніше про них розказано в таблиці 3.2 [13-19].

Архітектура програмного комплексу побудована за модульним принципом. Це дозволяє розділити функції системи між окремими складовими: інтерфейсом користувача, авторизацією, управлінням товарами, складськими операціями, контролем мінімальних залишків, журналом операцій, експортом звітних даних і базою даних. Архітектура автоматизованої системи управління складськими запасами сображена на рисунку 3.1 [15, 19].

Таблиця 3.2 – Засоби реалізації автоматизованої системи

Засіб	Призначення у системі	Обґрунтування вибору
Python	Реалізація бізнес-логіки, обробка дій користувача, взаємодія з базою даних	Доступність, простота синтаксису, підтримка стандартних бібліотек
SQLite	Зберігання даних про товари, категорії, користувачів та складські операції	Локальна база даних без окремого серверного ПЗ
Tkinter	Побудова графічного інтерфейсу користувача	Входить до стандартного набору Python і підходить для навчального прототипу
CSV	Експорт звітних даних про товари та залишки	Може відкриватися у табличних редакторах
Hashlib	Хешування пароля користувача	Підвищення базового рівня захисту доступу



Рисунок 3.1 – Архітектура автоматизованої системи управління складськими запасами

Як видно з рисунка 3.1, графічний інтерфейс користувача взаємодіє з окремими функціональними модулями, а всі основні дані зберігаються у базі даних SQLite. Така побудова системи спрощує супровід програмного комплексу та створює основу для подальшого розширення функціоналу. Основні модулі програмного комплексу вказано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні модулі програмного комплексу

Модуль	Основна функція	Результат роботи
Модуль авторизації	Перевірка логіна та пароля користувача	Доступ до головного вікна системи
Модуль управління товарами	Додавання, редагування, видалення та пошук товарів	Актуальний довідник товарних позицій
Модуль складських операцій	Реєстрація надходження, витрат і списання	Оновлення залишків у базі даних
Модуль контролю залишків	Перевірка поточної кількості відносно мінімального рівня	Повідомлення про критичний запас
Журнал операцій	Збереження історії складських дій	Контроль руху товарів
Модуль експорту	Формування CSV-файлу	Отримання звітних даних

3.2 Проєктування і реалізація структури бази даних програмного комплексу

База даних є центральним елементом автоматизованої системи, оскільки саме вона забезпечує цілісне зберігання інформації про товари, категорії, користувачів та складські операції. При проєктуванні структури бази даних було враховано необхідність уникнення дублювання даних, збереження історії операцій та можливість подальшого розширення системи. Загальні підходи до проєктування баз даних і структурування інформації враховано відповідно до джерел [15].

Для реалізації програмного комплексу використано чотири основні таблиці: users, categories, items та transactions. Їх призначення наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Структура бази даних автоматизованої системи

Таблиця	Основні поля	Призначення
users	id, username, password_hash, role	Зберігання даних користувачів і ролей доступу
categories	id, name	Групування товарів за категоріями
items	id, name, category_id, unit, quantity, min_quantity, expiry_date, note	Зберігання довідника товарів та поточних залишків
transactions	id, item_id, operation_type, quantity, created_at, comment, user_id	Фіксація історії складських операцій

Таблиця items є основною для обліку товарів, оскільки містить поточну кількість, одиницю виміру, мінімальний залишок, термін придатності та примітку. Таблиця transactions зберігає всі зміни кількості товару, тому вона є основою для журналу операцій і подальшого аналізу руху запасів. На рисунку 3.2 описано ER-діаграму бази даних автоматизованої системи.

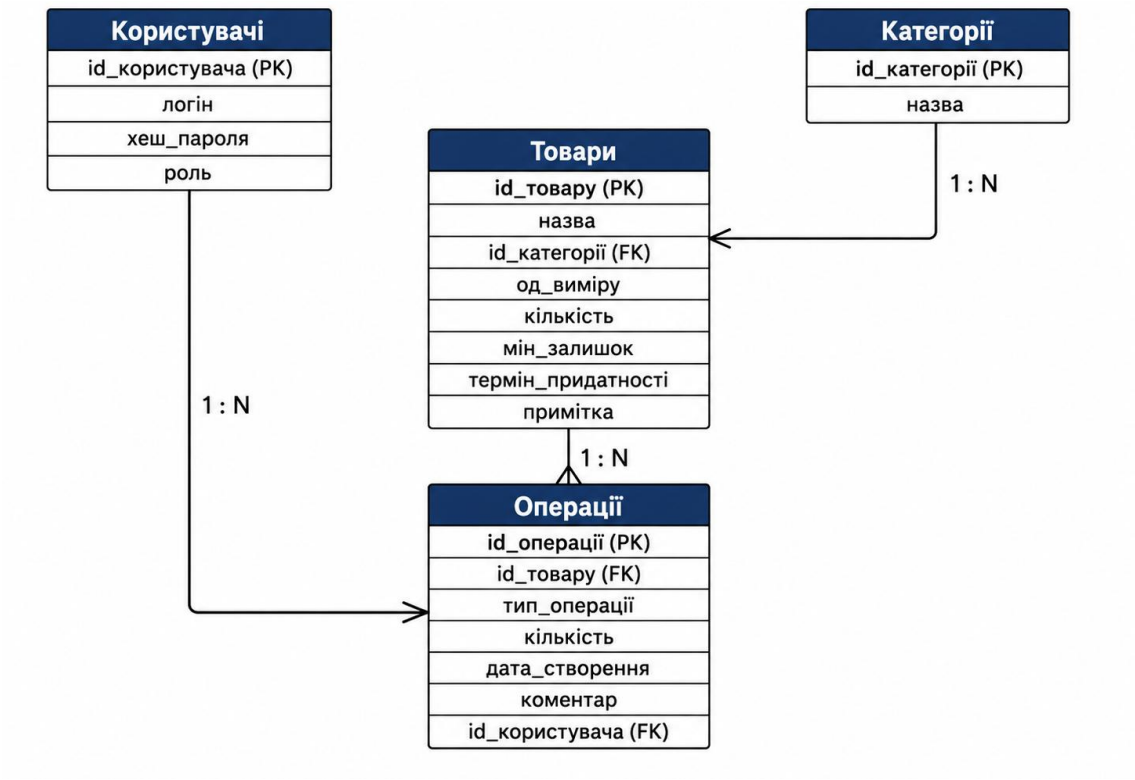


Рисунок 3.2 – ER-діаграма бази даних автоматизованої системи

ER-діаграма на рисунку 3.2 показує логічні зв’язки між основними таблицями. Кожен товар належить до певної категорії, а кожна складська операція пов’язується з конкретним товаром і користувачем. Це дозволяє зберігати не лише поточний стан складу, а й історію змін. В таблиці 3.5 зображено обмеження цілісності та правила перевірки даних.

Таблиця 3.5 – Обмеження цілісності та правила перевірки даних

Правило	Реалізація	Очікуваний ефект
Унікальність логіна	username у таблиці users не повинен дублюватися	Запобігання створенню однакових облікових записів
Зв’язок товару з категорією	category_id пов’язує items із categories	Структурований довідник товарів
Зв’язок операції з товаром	item_id пов’язує transactions із items	Можливість простежити рух кожного товару

Продовження таблиці 3.5

Контроль типу операції	operation_type має значення IN, OUT або WRITE_OFF	Уніфікований журнал складських дій
Контроль кількості	Кількість операції не повинна бути від'ємною або більшою за залишок для OUT/WRITE_OFF	Захист від некоректного списання

Під час першого запуску програми база даних створюється автоматично. Це спрощує розгортання системи: користувачеві не потрібно окремо створювати таблиці або налаштовувати сервер. Такий підхід є доцільним для локального прототипу, орієнтованого на мале підприємство.

3.3 Розроблення функціоналу програмного комплексу для управління і підтримки складських процесів

Функціонал системи розроблено відповідно до вимог, визначених у другому розділі. Основна логіка програмного комплексу полягає у тому, що будь-яка складська операція змінює залишок конкретного товару та одночасно створює запис у журналі операцій. Це забезпечує зв'язок між фактичним рухом товарів і інформаційним відображенням цього руху у системі.

Для формалізації зміни залишку використовується правило:

$$Q_{\text{кінц}} = Q_{\text{поч}} + Q_{\text{IN}} - Q_{\text{OUT}} - Q_{\text{WRITE_OFF}},$$

де $Q_{\text{кінц}}$ – кінцевий залишок товару після виконання операцій;

$Q_{\text{поч}}$ – початковий залишок;

Q_{IN} – кількість надходження;

Q_{OUT} – кількість витрат;

$Q_{\text{WRITE_OFF}}$ – кількість списання.

У програмній реалізації це правило використовується у спрощеному вигляді для кожної окремої операції. Якщо виконується операція IN, кількість товару збільшується. Якщо виконується OUT або WRITE_OFF, система попередньо перевіряє, чи достатньо товару на складі. Типи операцій перераховано та описано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Типи складських операцій у програмному комплексі

Тип операції	Зміст	Вплив на залишок	Приклад використання
IN	Надходження товару на склад	Збільшує залишок	Поставка вершків, лосося, контейнерів
OUT	Витрата товару у виробничий процес	Зменшує залишок	Передача курячого філе або соусу на кухню
WRITE_OFF	Списання товару	Зменшує залишок	Прострочений товар або втрата товарного вигляду

Алгоритм реєстрації складської операції наведено на рисунку 3.3. Він відображає послідовність дій від авторизації користувача до оновлення залишку та збереження операції у журналі.

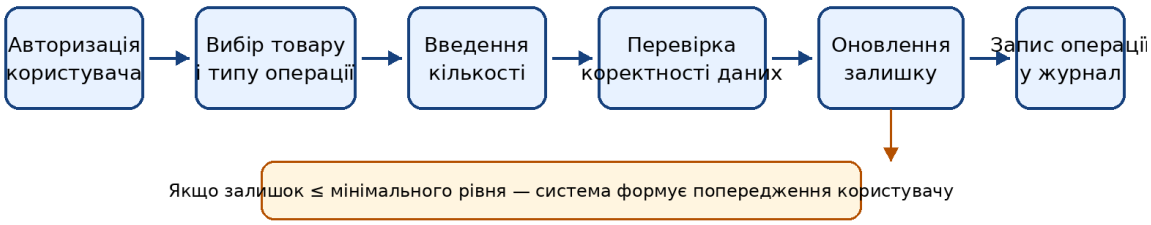


Рисунок 3.3 – Алгоритм реєстрації складської операції

Окремим елементом логіки є контроль мінімального залишку. Для кожного товару задається мінімально допустимий рівень запасу. Після виконання операції

система порівнює новий залишок із цим значенням. Умова формування попередження має вигляд:

$$Q_{\text{після}} \leq Q_{\min},$$

де $Q_{\text{після}}$ – залишок після виконання операції,

$Q_{\min}$ – мінімально допустимий залишок товару.

Якщо умова виконується, користувач отримує повідомлення про критичний запас. Про функції можна дізнатися з таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Реалізовані функції програмного комплексу

Функція	Реалізація	Практичний результат
Авторизація	Введення логіна і пароля	Доступ до системи лише після перевірки користувача
Довідник товарів	Додавання, редагування, видалення та пошук	Актуальний перелік товарів і залишків
Реєстрація операцій	IN, OUT, WRITE_OFF	Автоматична зміна кількості товару
Контроль мінімального залишку	Порівняння поточної кількості з мінімальною	Попередження про критичний запас
Журнал операцій	Збереження дати, товару, типу операції, кількості, коментаря і користувача	Прозорість руху товарів
Експорт CSV	Збереження даних у файл	Можливість подальшого аналізу у табличному редакторі

Таким чином, розроблений функціонал не дублює повноцінну промислову WMS-систему, але реалізує її базові принципи: централізований облік товарів, контроль залишків, історію операцій та формування звітних даних. Це відповідає

потребам малого підприємства, для якого важливими є простота використання, доступність і можливість локального впровадження.

3.4 Розроблення інтерфейсу програмного комплексу для управління і підтримки складських процесів

Графічний інтерфейс користувача є важливою складовою системи, оскільки саме через нього виконується більшість складських операцій. При розробленні інтерфейсу враховано принцип зрозумілості: користувач повинен швидко знаходити потрібний модуль і виконувати типові дії без складного навчання. Такий підхід узгоджується з людиноцентричною логікою Індустрії 5.0, де технологія повинна підтримувати працівника, а не ускладнювати його роботу.

Першим вікном програмного комплексу є вікно авторизації, наведене на рисунку 3.4. Воно обмежує доступ до основного функціоналу системи та забезпечує базовий контроль користувача.

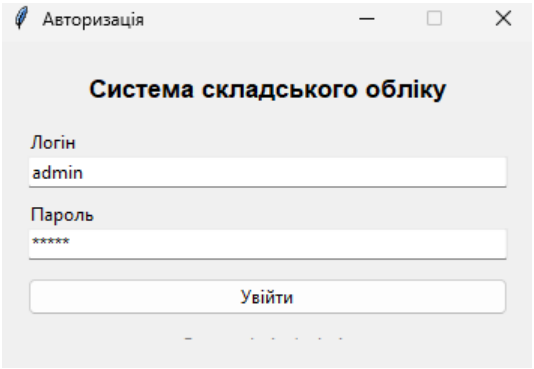


Рисунок 3.4 – Вікно авторизації користувача

Після успішної авторизації відкривається головне вікно системи. У ньому реалізовано вкладкову структуру, яка дозволяє працювати з товарами, складськими операціями та журналом дій. Таблиця товарів та залишків продукції наведена на рисунку 3.5.

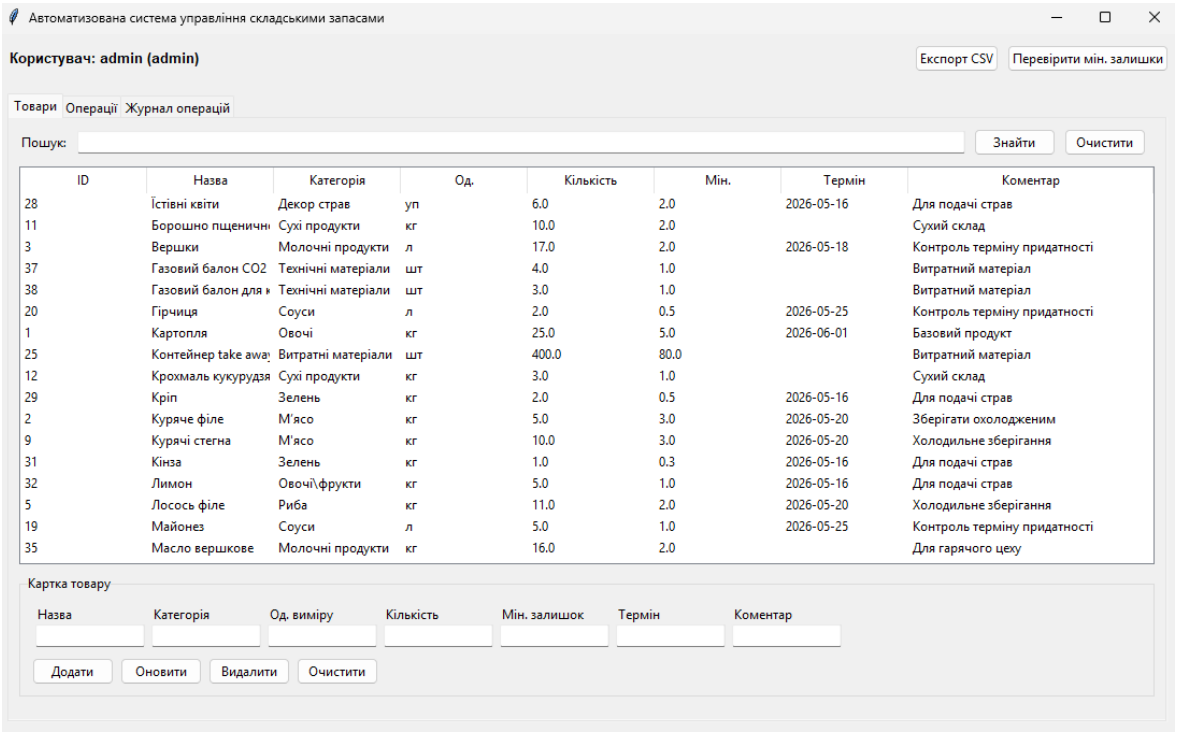


Рисунок 3.5 – Таблиця товарів та залишків продукції

На вкладці товарів користувач може переглядати наявні позиції, виконувати пошук, додавати нові записи, оновлювати інформацію або видаляти непотрібні позиції. Для кожного товару відображаються категорія, одиниця виміру, кількість, мінімальний залишок, термін придатності та коментар.

Модуль реєстрації складських операцій наведено на рисунку 3.6. Він призначений для фіксації надходження, витрат і списання товарів.

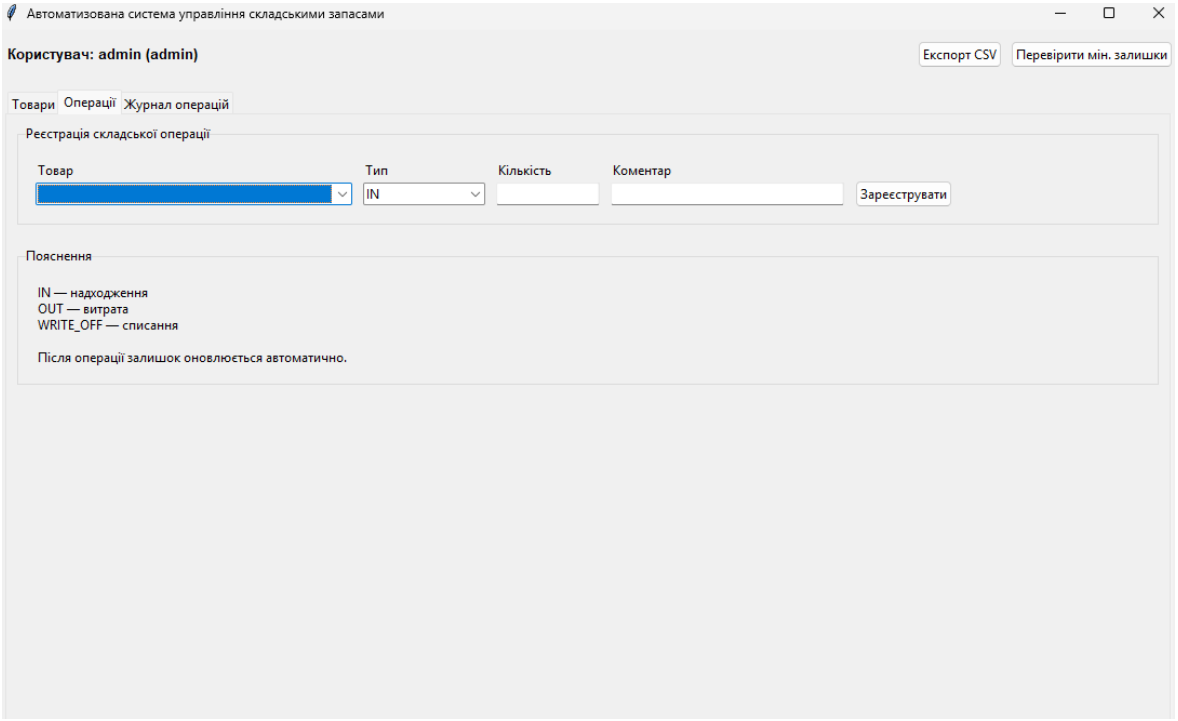


Рисунок 3.6 – Модуль реєстрації складських операцій

Після виконання операції система автоматично оновлює залишок відповідного товару. Якщо залишок стає критичним, користувач отримує попередження. Приклад такого повідомлення наведено на рисунку 3.7.

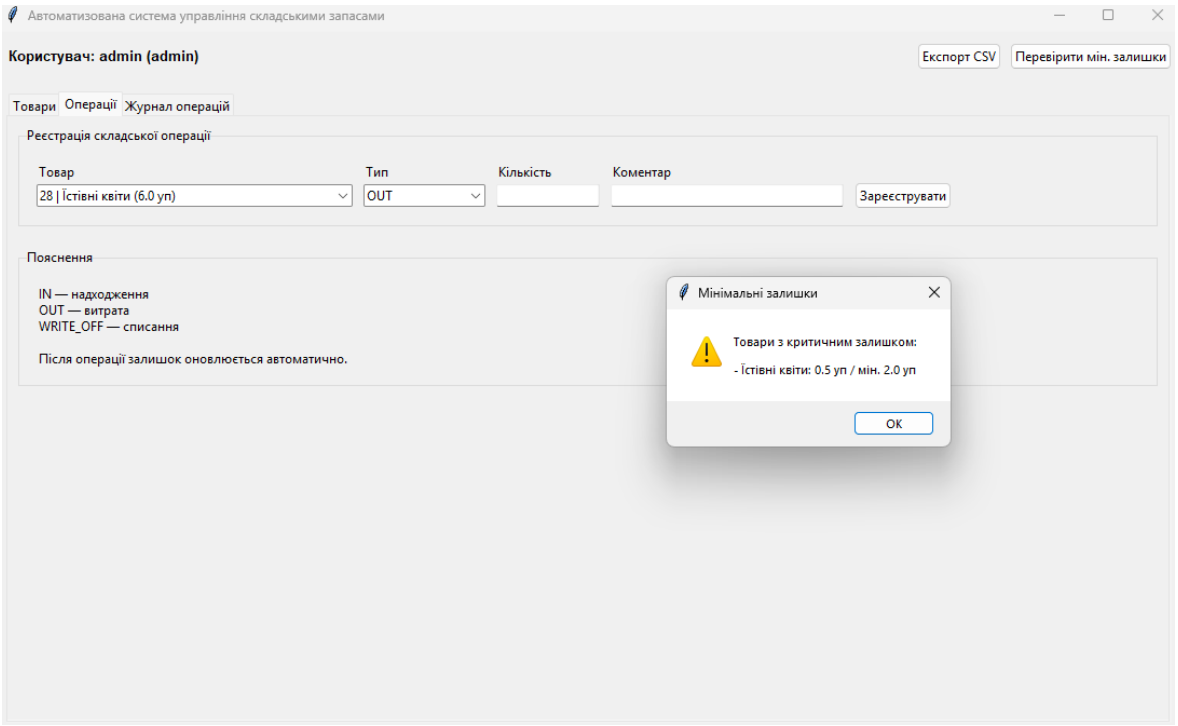
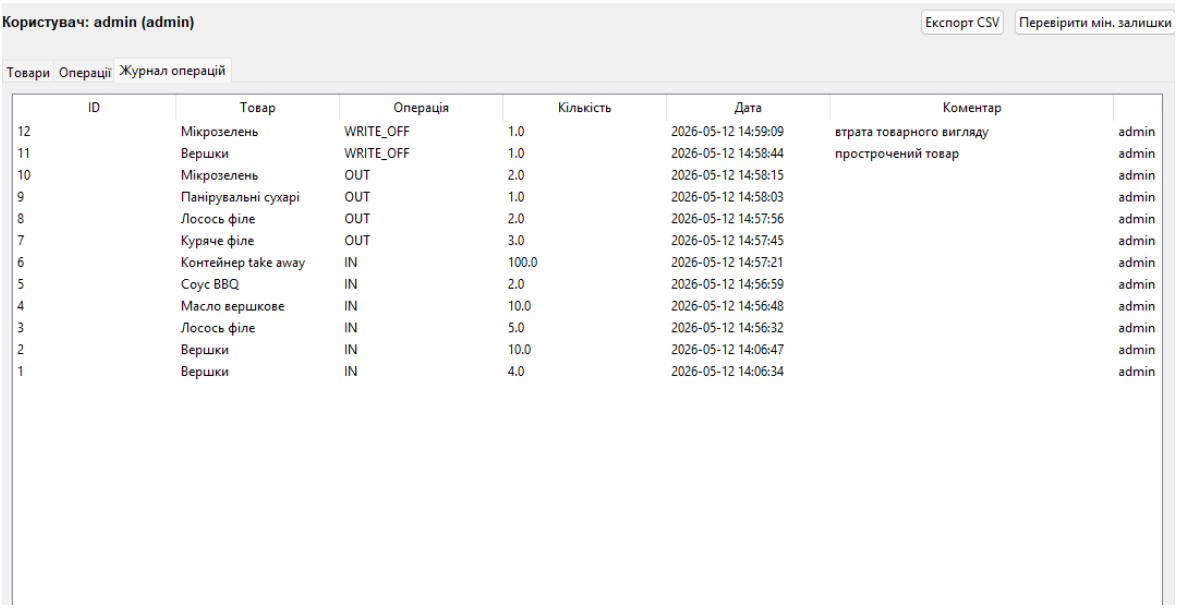


Рисунок 3.7 – Повідомлення про критичний залишок товару

Журнал складських операцій наведено на рисунку 3.8. Він дозволяє відстежувати історію руху товарів і перевіряти, які операції виконувалися у системі.



ID	Товар	Операція	Кількість	Дата	Коментар	
12	Мікрозелень	WRITE_OFF	1.0	2026-05-12 14:59:09	втрата товарного вигляду	admin
11	Вершки	WRITE_OFF	1.0	2026-05-12 14:58:44	прострочений товар	admin
10	Мікрозелень	OUT	2.0	2026-05-12 14:58:15		admin
9	Панірувальні сухарі	OUT	1.0	2026-05-12 14:58:03		admin
8	Лосось філе	OUT	2.0	2026-05-12 14:57:56		admin
7	Куряче філе	OUT	3.0	2026-05-12 14:57:45		admin
6	Контейнер take away	IN	100.0	2026-05-12 14:57:21		admin
5	Соус BBQ	IN	2.0	2026-05-12 14:56:59		admin
4	Масло вершкове	IN	10.0	2026-05-12 14:56:48		admin
3	Лосось філе	IN	5.0	2026-05-12 14:56:32		admin
2	Вершки	IN	10.0	2026-05-12 14:06:47		admin
1	Вершки	IN	4.0	2026-05-12 14:06:34		admin

Рисунок 3.8 – Журнал складських операцій

В таблиці 3.8 детальніше описано елементи інтерфейсу та їх призначення.

Таблиця 3.8 – Елементи інтерфейсу та їх призначення

Елемент інтерфейсу	Призначення	Практичний ефект
Вікно авторизації	Введення логіна та пароля	Захист доступу до системи
Вкладка «Товари»	Перегляд і редагування товарних позицій	Підтримка актуального довідника товарів
Вкладка «Операції»	Реєстрація IN, OUT, WRITE_OFF	Фіксація руху товарів
Вкладка «Журнал операцій»	Перегляд історії складських дій	Контроль змін залишків
Кнопка експорту CSV	Збереження даних у файл	Отримання звітних даних
Кнопка перевірки мінімальних залишків	Пошук критичних позицій	Підтримка своєчасного поповнення запасів

Отже, інтерфейс програмного комплексу є достатнім для виконання основних задач складського обліку. Він не перевантажений зайвими функціями, але забезпечує доступ до ключових модулів системи.

3.5 Тестування програмного комплексу та аналіз результатів роботи

Після реалізації основного функціоналу було проведено функціональне тестування програмного комплексу. Метою тестування була перевірка коректності авторизації, роботи з довідником товарів, реєстрації складських операцій, оновлення залишків, формування повідомлень про критичний запас, ведення журналу операцій та експорту звітних даних.

Для тестування використовувалися дані, наближені до діяльності підприємства громадського харчування: лосось філе, куряче філе, вершки, масло вершкове, соуси, контейнери take away, мікрозелень, їстівні квіти та інші позиції. Це дозволило перевірити систему не на абстрактних товарах, а на прикладах, пов’язаних із реальною складською логікою ресторанного підприємства. Тествові сценарії перевірки роботи системи вказано в таблиці 3.9, а таблиці 3.10 зображено оцінювання результатів тестування.

Таблиця 3.9 – Тестові сценарії перевірки роботи системи

№	Тестовий сценарій	Дія користувача	Очікуваний результат	Фактичний результат
1	Авторизація користувача	Введення правильного логіна і пароля	Відкривається головне вікно	Виконано
2	Відхилення неправильного входу	Введення помилкового пароля	Доступ до системи не надається	Виконано
3	Додавання товару	Заповнення картки товару	Товар з’являється у таблиці	Виконано

Продовження таблиці 3.9

№	Тестовий сценарій	Дія користувача	Очікуваний результат	Фактичний результат
4	Оновлення товару	Зміна кількості або коментаря	Дані оновлюються у таблиці	Виконано
5	Операція IN	Реєстрація надходження товару	Залишок збільшується	Виконано
6	Операція OUT	Реєстрація витрати товару	Залишок зменшується	Виконано
7	Контроль перевитрати	Кількість операції більша за залишок	Система показує помилку	Виконано
8	Критичний залишок та CSV	Досягнення мінімального рівня і експорт	Формується попередження та файл звіту	Виконано

Таблиця 3.10 – Оцінювання результатів тестування за основними критеріями

Критерій	Результат перевірки	Висновок
Коректність розрахунку залишків	Залишки змінюються відповідно до типу операції	Підтверджено
Захист від некоректних дій	Система не дозволяє списати більше товару, ніж є на складі	Підтверджено
Повнота журналу операцій	У журналі зберігаються товар, тип операції, кількість, дата, коментар і користувач	Підтверджено
Зручність інтерфейсу	Основні функції згруповано за вкладками	Підтверджено

Продовження таблиці 3.10

Критерій	Результат перевірки	Висновок
Можливість звітності	Дані експортуються у CSV-файл	Підтверджено
Готовність до розвитку	Структура системи дозволяє додати аналітику, штрих-коди або RFID	Підтверджено частково

Результати тестування показали, що програмний комплекс коректно виконує основні функції складського обліку. Система дозволяє вести довідник товарів, реєструвати рух запасів, контролювати мінімальні залишки, зберігати історію операцій і формувати звітні дані. Виявлені обмеження пов’язані не з базовою працездатністю, а з перспективами подальшого розвитку: додаванням ролей користувачів, розширених звітів, друку документів, інтеграції зі сканерами штрих-кодів або RFID.

Отже, розроблений програмний комплекс можна розглядати як робочий прототип автоматизованої системи управління складськими запасами малого підприємства. Він реалізує базові функції цифрового складського обліку та створює практичну основу для подальшого вдосконалення системи.

3.6 Висновки до розділу 3

У третьому розділі було виконано розроблення автоматизованої системи управління складськими запасами малого підприємства. Для реалізації програмного комплексу обґрунтовано вибір мови програмування Python, бази даних SQLite та бібліотеки Tkinter, оскільки ці засоби забезпечують локальну роботу системи, простоту впровадження, зручність розроблення графічного інтерфейсу та достатню функціональність для задач складського обліку.

У межах розділу було спроєктовано структуру бази даних, визначено основні таблиці та зв’язки між ними, розроблено функціонал для ведення довідника

товарів, реєстрації операцій надходження, витрат і списання, автоматичного оновлення залишків, контролю мінімального запасу, ведення журналу операцій та експорту звітних даних. Проведене тестування підтвердило працездатність основних функцій програмного комплексу та відповідність розробленої системи поставленим вимогам.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці є важливою складовою розроблення та подальшого використання автоматизованої системи управління складськими запасами. У межах кваліфікаційної роботи розглядаються умови праці користувача, який працює з персональним комп’ютером, графічним інтерфейсом програмного комплексу, базою даних та звітною інформацією. Законодавчі засади охорони праці в Україні визначають права працівників на безпечні та нешкідливі умови праці, а також обов’язки роботодавця щодо організації безпечного робочого середовища [20].

Розроблена система не пов’язана з експлуатацією виробничого обладнання підвищеної небезпеки, однак її використання передбачає тривалу роботу за екраном монітора, введення даних з клавіатури, роботу з електронним обладнанням і відповідальність за коректність складських операцій. Тому в розділі розглянуто небезпечні та шкідливі фактори, організацію робочого місця користувача персонального комп’ютера, електробезпеку, пожежну безпеку та заходи щодо зниження психофізіологічного навантаження.

Особливістю досліджуваної системи є те, що помилка користувача може вплинути не на фізичну безпеку виробничого процесу безпосередньо, а на правильність складського обліку: некоректне списання, помилкове введення кількості, несвоєчасне оновлення залишків або неправильне формування звіту. Саме тому безпека праці у цьому випадку поєднує ергономічні, електротехнічні, пожежні та інформаційно-організаційні аспекти.

4.1 Аналіз умов праці користувача автоматизованої системи

Користувач автоматизованої системи управління складськими запасами виконує роботу адміністративно-інформаційного характеру. Основними діями є авторизація в системі, перегляд довідника товарів, введення нових позицій,

реєстрація операцій IN, OUT та WRITE_OFF, перевірка мінімальних залишків, перегляд журналу операцій і формування звітних даних.

Робота виконується у приміщенні офісного або адміністративного типу із використанням персонального комп’ютера або ноутбука, монітора, клавіатури, комп’ютерної миші, периферійних пристроїв і мережевого обладнання. Вимоги до роботи з візуальними дисплейними терміналами передбачають урахування ергономіки робочого місця, освітлення, мікроклімату, режиму праці та відпочинку [21].

Основні небезпечні та шкідливі фактори, які можуть впливати на користувача автоматизованої системи, наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Небезпечні та шкідливі фактори під час роботи з автоматизованою системою

Фактор	Джерело виникнення	Можливий наслідок	Заходи зниження впливу
Зорове навантаження	тривала робота з монітором, дрібні елементи інтерфейсу	втома очей, зниження концентрації	достатнє освітлення, правильна відстань до екрана, перерви
Статичне навантаження	тривале сидіння, неправильна поза	напруження м’язів спини, шиї, плечей	ергономічне крісло, правильна висота столу, зміна положення тіла
Навантаження на кисті	робота з клавіатурою та мишею	перенапруження кистей і передпліч	зручне розміщення клавіатури, опора для рук, паузи
Психоемоційне навантаження	відповідальність за правильність облікових даних	помилки через втому, зниження уваги	простий інтерфейс, перевірки введення, повідомлення системи
Електрична небезпека	кабелі, розетки, блоки живлення, периферійні пристрої	ураження струмом, пошкодження обладнання	справне обладнання, заземлення, мережеві фільтри, заборона самостійного ремонту

Продовження таблиці 4.1

Фактор	Джерело виникнення	Можливий наслідок	Заходи зниження впливу
Пожежна небезпека	перегрів техніки, коротке замикання, перевантаження мережі	займання обладнання або проводки	контроль навантаження, вогнегасник, відключення техніки після роботи

Аналіз показує, що основний ризик під час експлуатації програмного комплексу пов’язаний не з виробничим травматизмом, а з організацією робочого місця, тривалістю роботи за комп’ютером, електробезпекою та пожежною безпекою. Крім того, важливим фактором є якість інтерфейсу програмного комплексу, оскільки зрозуміле розташування елементів зменшує кількість помилок і навантаження на користувача.

Для оцінювання умов праці доцільно розглядати не окремий фактор, а їх сукупність. Узагальнену оцінку умов роботи користувача наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Узагальнена оцінка умов праці користувача системи

Показник	Характеристика для роботи з системою	Оцінка впливу	Необхідна дія
Тривалість роботи з екраном	періодичне введення і перегляд даних	середній вплив	регламентовані перерви та вправи для очей
Точність введення даних	потрібна уважність під час операцій IN, OUT, WRITE_OFF	підвищений вплив	валідація введення та попередження системи
Фізичне навантаження	переважно сидяча робота	середній вплив	ергономічне робоче місце

Продовження таблиці 4.2

Показник	Характеристика для роботи з системою	Оцінка впливу	Необхідна дія
Електрична небезпека	наявність ПК, монітора, принтера, мережевих пристроїв	потенційний ризик	використання справного обладнання
Пожежна небезпека	електронне обладнання та кабельні з’єднання	потенційний ризик	дотримання правил пожежної безпеки

4.2 Організація робочого місця користувача персонального комп’ютера

Раціональна організація робочого місця користувача персонального комп’ютера є одним з основних способів зниження зорового, статичного та психофізіологічного навантаження. Робоче місце повинно забезпечувати зручне положення тіла, достатній простір для обладнання, правильне розташування монітора, клавіатури та миші, а також безпечне підключення до електромережі [22].

Схему організації робочого місця користувача персонального комп’ютера наведено на рисунку 4.1.



Рисунок 4.1 – Схема організації робочого місця користувача ПК

Як видно з рисунка 4.1, робоче місце повинно забезпечувати правильне положення монітора, достатню відстань від очей до екрана, зручне розміщення клавіатури та миші, а також підтримку спини користувача. Така організація зменшує втому під час роботи з програмним комплексом.

Основні вимоги до організації робочого місця наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Вимоги до організації робочого місця користувача ПК

Елемент робочого місця	Вимога	Практичне значення для користувача системи
Монітор	розташування на відстані орієнтовно 50–70 см від очей, відсутність відблисків	зниження зорової втоми під час перегляду таблиць і журналу операцій
Клавіатура	розміщення на робочій поверхні із можливістю природного положення кистей	зменшення навантаження під час введення даних про товари та операції
Комп’ютерна миша	розташування поруч із клавіатурою без необхідності витягувати руку	зниження напруження плеча і передпліччя
Робочий стіл	достатня площа для монітора, клавіатури, документів і периферії	зручність роботи з накладними, звітами та програмою
Крісло	наявність опори для спини, можливість зручного положення ніг	зниження статичного навантаження
Освітлення	рівномірне освітлення без різких тіней і відблисків	підтримання концентрації та зменшення втоми очей
Кабельне підключення	кабелі не повинні перешкоджати руху або бути пошкодженими	зменшення ризику травмування та електронебезпеки

Для перевірки достатності площі та об’єму робочого місця можна використати простий розрахунок. Для одного користувача персонального

комп’ютера мінімальна площа та об’єм робочого простору визначаються за формулами:

$$S_{потр} = n \cdot S_н,$$

$$V_{потр} = n \cdot V_н,$$

де $S_{потр}$ – потрібна площа приміщення;

$V_{потр}$ – потрібний об’єм приміщення;

n – кількість робочих місць;

$S_н$ – нормативна площа на одне робоче місце;

$V_н$ – нормативний об’єм на одне робоче місце.

Для одного робочого місця користувача ПК за n = 1, $S_н = 6$ м² та $V_н = 20$ м³ отримаємо: $S_{потр} = 6$ м², $V_{потр} = 20$ м³ [18].

Якщо для одного користувача передбачено приміщення площею 8 м² із висотою 2,7 м, фактичний об’єм становитиме:

$$V_{факт} = S_{факт} \cdot h = 8 \cdot 2{,}7 = 21{,}6 \text{ м}^3.$$

Оскільки 8 м² ≥ 6 м² та 21,6 м³ ≥ 20 м³, такі умови можуть вважатися достатніми для організації одного робочого місця користувача автоматизованої системи. Наведений розрахунок має прикладний характер і показує, що навіть для локальної інформаційної системи необхідно враховувати не лише програмну реалізацію, а й умови її безпечного використання.

4.3 Електробезпека під час експлуатації комп’ютерної техніки

Під час експлуатації автоматизованої системи користувач працює з обладнанням, підключеним до електричної мережі: комп’ютером або ноутбуком, монітором, принтером, мережевим фільтром, зарядними пристроями та периферійними засобами. Вимоги безпечної експлуатації електроустановок споживачів передбачають використання справного обладнання, дотримання

правил підключення та недопущення роботи з пошкодженими електричними пристроями [19].

Основні електричні ризики та профілактичні заходи наведено у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Електричні ризики та заходи безпечної експлуатації обладнання

Ризик	Можлива причина	Наслідок	Профілактичний захід
Пошкодження ізоляції кабелю	механічне пошкодження, зношення, перегин	ураження струмом або коротке замикання	регулярний огляд кабелів, заміна пошкоджених елементів
Перевантаження мережі	підключення багатьох пристроїв до одного подовжувача	перегрів, пошкодження обладнання	використання справних мережевих фільтрів, контроль навантаження
Несправність блока живлення	перегрів або дефект обладнання	збій роботи, ризик займання	використання сертифікованого обладнання, відключення у разі запаху горілого
Раптове вимкнення електроживлення	перепади напруги або аварія мережі	втрата незбережених даних	використання джерела безперебійного живлення за потреби
Самостійний ремонт користувачем	відкриття корпусу пристрою без кваліфікації	травмування або пошкодження техніки	передача ремонту відповідальному спеціалісту

Під час роботи з програмним комплексом необхідно дотримуватися таких правил: не використовувати пошкоджені кабелі та розетки, не торкатися електрообладнання вологими руками, не розміщувати рідини біля комп’ютера, не перевантажувати подовжувачі та вимикати техніку після завершення роботи. У разі появи ознак несправності обладнання роботу необхідно припинити.

Окреме значення має збереження даних. Хоча втрата електроживлення не створює прямої загрози життю користувача, вона може призвести до втрати незбережених змін або пошкодження файлу бази даних. Тому доцільно регулярно створювати резервні копії бази даних та використовувати коректне завершення роботи програми.

4.4 Пожежна безпека

Пожежна безпека під час роботи з автоматизованою системою пов’язана насамперед з експлуатацією електронного обладнання та електричної мережі. Правила пожежної безпеки в Україні встановлюють загальні вимоги щодо запобігання пожежам, утримання приміщень, використання електрообладнання та дій у разі виникнення небезпечної ситуації [22].

Основні причини пожежонебезпечних ситуацій та заходи профілактики наведено в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Причини пожежонебезпечних ситуацій та профілактичні заходи

Причина небезпеки	Приклад ситуації	Можливий наслідок	Заходи профілактики
Коротке замикання	пошкодження кабелю живлення або несправна розетка	займання проводки або обладнання	огляд електромережі, заборона використання пошкоджених кабелів

Продовження таблиці 4.5

Причина небезпеки	Приклад ситуації	Можливий наслідок	Заходи профілактики
Перегрів техніки	закриття вентиляційних отворів, накопичення пилу	перегрів блока живлення або системного блока	очищення обладнання, забезпечення вентиляції
Перевантаження подовжувача	підключення великої кількості пристроїв	нагрівання провідників, пошкодження ізоляції	раціональний розподіл навантаження
Порушення експлуатації	залишення техніки увімкненою без нагляду	підвищення ризику аварійної ситуації	вимкнення обладнання після завершення роботи
Відсутність первинних засобів пожежогасіння	неможливість швидко локалізувати займання	поширення пожежі	наявність вогнегасника та знання порядку дій

У приміщенні, де використовується комп’ютерна техніка, повинні бути доступні первинні засоби пожежогасіння, а користувачі мають знати порядок дій у разі виявлення диму, запаху горілого або іскріння. При появі ознак займання необхідно припинити роботу, вимкнути обладнання з електромережі, повідомити відповідальну особу та за необхідності використати вогнегасник.

Для автоматизованої системи управління складськими запасами пожежна безпека також пов’язана із збереженням інформації. У разі пошкодження комп’ютера або носія даних може бути втрачена база товарів та журнал операцій. Тому доцільним організаційним заходом є резервне копіювання файлу бази даних на окремий носій або захищене сховище.

4.5 Заходи щодо зниження психофізіологічного навантаження

Робота з автоматизованою системою управління складськими запасами потребує уважності, оскільки користувач вводить дані, що впливають на залишки товарів, журнал операцій і звітність. Психофізіологічне навантаження виникає через необхідність точного введення інформації, роботу з таблицями, відповідальність за правильність операцій та монотонність окремих дій.

Заходи щодо зниження психофізіологічного навантаження наведено у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Заходи щодо зниження психофізіологічного навантаження

Фактор навантаження	Прояв під час роботи з системою	Заходи зниження навантаження
Тривале зорове напруження	перегляд таблиць товарів, журналу операцій, повідомлень	перерви, вправи для очей, достатнє освітлення
Монотонність операцій	повторне введення однотипних даних	групування функцій за вкладками, автозаповнення у майбутніх версіях
Ризик помилки користувача	неправильна кількість або тип операції	перевірка введення, системні повідомлення, заборона від’ємного залишку
Відповідальність за облікові дані	вплив помилки на закупівлі та списання	журнал операцій, коментарі до списань, можливість перевірки історії
Статичне напруження	тривале сидіння за комп’ютером	зміна положення тіла, короткі перерви, ергономічне крісло

Зниженню навантаження сприяє також сама структура розробленого інтерфейсу. Основні функції системи розподілено за вкладками: «Товари», «Операції», «Журнал операцій». Користувач не працює з великою кількістю

непов’язаних вікон, а виконує дії у логічній послідовності. Це зменшує когнітивне навантаження та спрощує навчання роботі з системою.

У програмному комплексі реалізовано елементи захисту від помилок: авторизацію користувача, перевірку кількості під час складської операції, заборону витрати більшої кількості товару, ніж є на складі, повідомлення про мінімальні залишки та фіксацію операцій у журналі. Такі механізми не лише підвищують точність обліку, а й знижують психологічний тиск на користувача, оскільки частина контролю виконується системою автоматично.

Узагальнені організаційні та програмні заходи безпечного використання системи наведено у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Організаційні та програмні заходи безпечного використання системи

Група заходів	Зміст заходів	Очікуваний результат
Організація режиму роботи	перерви, чергування видів діяльності, контроль тривалості роботи за екраном	зменшення втоми та підтримання працездатності
Ергономіка робочого місця	правильне положення монітора, клавіатури, миші, крісла	зменшення зорового та статичного навантаження
Програмна підтримка користувача	валідація введення, повідомлення, структуровані вкладки	зменшення кількості помилок
Інформаційна безпека обліку	авторизація, журнал операцій, резервне копіювання бази даних	контроль доступу та збереження даних
Навчання користувача	коротка інструкція щодо роботи з товарами, операціями та звітами	швидке освоєння системи та зниження стресу

Отже, безпечне використання автоматизованої системи управління складськими запасами забезпечується не лише технічними засобами, а й правильною організацією робочого місця, дотриманням правил електро- та

пожежної безпеки, раціональним режимом роботи, зручністю інтерфейсу та наявністю програмних перевірок введених даних. Комплекс таких заходів дозволяє зменшити ризики для користувача та підвищити надійність роботи програмного комплексу.

4.6 Висновки до розділу 4

У четвертому розділі було розглянуто питання охорони праці під час використання автоматизованої системи управління складськими запасами. Проаналізовано умови праці користувача персонального комп’ютера, визначено основні фактори, які можуть впливати на працездатність, безпеку та комфорт під час роботи з програмним комплексом.

Було розглянуто вимоги до організації робочого місця, електробезпеки, пожежної безпеки та зниження психофізіологічного навантаження користувача. Запропоновані заходи спрямовані на забезпечення безпечної експлуатації комп’ютерної техніки, зменшення втоми, підтримання належних умов праці та безпечне використання розробленої автоматизованої системи у практичній діяльності підприємства.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було вирішено завдання розроблення автоматизованої системи обліку та управління складськими запасами малого підприємства. Робота поєднує аналіз сучасних підходів до автоматизації складської логістики, дослідження складських процесів підприємства громадського харчування, проєктування інформаційної моделі та практичну реалізацію прототипу програмного комплексу.

У першому розділі було розглянуто автоматизацію складських логістичних процесів у контексті концепцій Індустрії 4.0 та Індустрії 5.0. Встановлено, що сучасна складська логістика потребує цифрової підтримки, централізованого обліку та оперативного контролю матеріальних й інформаційних потоків. Проаналізовано основні складські процеси та визначено особливості їх інформаційного супроводу.

У другому розділі виконано аналіз складської логістики підприємства громадського харчування. Визначено основні особливості складського обліку, сформовано модель матеріальних та інформаційних потоків, виявлено недоліки існуючої організації обліку та сформульовано функціональні вимоги до автоматизованої системи.

У третьому розділі розроблено прототип автоматизованої системи управління складською логістикою, спроєктовано структуру бази даних та реалізовано основні функціональні модулі, зокрема авторизацію користувачів, управління товарами, виконання складських операцій, контроль залишків, ведення журналу операцій та експорт даних. Результати тестування підтвердили коректність роботи системи та її здатність забезпечувати виконання основних функцій складського обліку.

У четвертому розділі розглянуто питання охорони праці під час роботи з автоматизованою системою. Проаналізовано вимоги до організації робочого місця,

електро- та пожежної безпеки, а також заходи щодо забезпечення безпечних умов праці користувача.

Практичне значення роботи полягає у створенні прототипу автоматизованої системи, який може бути використаний як основа для подальшого впровадження локального складського обліку на малому підприємстві. Система дозволяє зменшити кількість ручних операцій, підвищити точність даних про залишки, скоротити час пошуку інформації, забезпечити контроль мінімального запасу та сформувати базову звітність.

Розроблена система має перспективи подальшого розвитку. У майбутньому її можна доповнити ролями користувачів, аналітичним модулем ABC/XYZ-аналізу, обліком постачальників, інтеграцією зі сканером штрих-кодів або RFID-зчитувачем, переходом на серверну базу даних, веб-інтерфейсом і розширеними звітами для планування закупівель.

Таким чином, мету кваліфікаційної роботи досягнуто. Було проаналізовано складські логістичні процеси, визначено проблеми традиційного обліку, сформовано вимоги до автоматизованої системи, розроблено структуру бази даних, реалізовано основний функціонал програмного комплексу, проведено тестування та визначено заходи безпечної роботи користувача з системою.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року : Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/722/2019 (дата звернення: 10.07.2026).

2. Цілі сталого розвитку: Україна : національна доповідь. Київ, 2017. 176 с. URL: https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf (дата звернення: 10.07.2026).

3. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с.

4. Методичні вказівки з підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / упоряд. І. Ш. Невлюдов та ін. Харків : ХНУРЕ, 2025. 40 с.

5. Дипломне проектування для студентів усіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» : навч. посібник / І. Ш. Невлюдов, А. О. Андрусевич, О. В. Токарєва, Г. В. Євсеєнко. Харків : ХНУРЕ, 2024.

6. Ачкан М. С., Янушкевич Д. А. Управління ризиками у логістичних системах при переході від Логістики 4.0 до Логістики 5.0 в технології Індустрія 5.0 // Computer-integrated technologies, automation and robotics : матеріали III Всеукр. наук.-практ. конф. Харків : ХНУРЕ, 2026.

7. Мурашко В. І. Інформаційні технології в управлінні підприємством. – Львів : Новий Світ-2000, 2021.

8. Крикавський Є. В. Логістика. Основи теорії : підручник. – Львів : Львівська політехніка, 2019.

9. Окландер М. А. Логістика : навчальний посібник. – Київ : Центр учбової літератури, 2018.

10. Чухрай Н. І. Логістичне обслуговування : підручник. – Львів : Львівська політехніка, 2020.

11. Python Documentation. URL: https://docs.python.org/3/ (дата звернення: 12.05.2026).

12. Макаренко Н. В., Чорнобай Є. В. Проєктування баз даних у середовищі SQLite // Вісник ХНУРЕ. – 2021.

13. SQLite Documentation. URL: https://www.sqlite.org/docs.html (дата звернення: 12.05.2026).

14. Tkinter Documentation. URL: https://docs.python.org/3/library/tkinter.html (дата звернення: 12.05.2026).

15. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2694-12 (дата звернення: 02.07.2026).

16. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин : ДСанПіН 3.3.2.007-98 : Правила МОЗ України від 10.12.1998 № 7 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/v0007282-98 (дата звернення: 02.07.2026).

17. Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Безпека праці в індустрії ІТ- технологій" підготовки освітнього рівня бакалавр усіх спеціальностей та усіх напрямів університету [Електронний ресурс] / ХНУРЕ; розроб.: Т. Є. Стиценко, Г. В. Пронюк, І. І. Хондак. – Харків, 2024. – 171 с.