

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової
продукції на складі» інформаційної системи книжкової фабрики
(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,
групи ІТУ-21-1

Дмитро КОСЯЧЕНКО

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні технології
управління
(повна назва освітньої програми)

Керівник: доц. каф. ІУС Іван ЮР'ЄВ
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ

(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
 Кафедра _____ Інформаційних управляючих систем _____
 Рівень вищої освіти _____ перший (бакалаврський) _____
 Спеціальність _____ 122 Комп'ютерні науки _____
 (код і повна назва)
 Тип програми _____ освітньо-професійна _____
 (освітньо-професійна або освітньо-наукова)
 Освітня програма _____ Інформаційні технології управління _____
 (повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

“ 19 ” травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**здобувачеві _____ Косяченку Дмитру Віталійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)1. Тема роботи Розробка IT-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» інформаційної системи книжкової фабрики

затверджена наказом по університету від “ 19 ” травня 2025 р. № 370Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “ 16 ” червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи результати аналізу діяльності книжкової фабрики, дані про існуючі методи складського обліку, характеристики виробничих процесів підприємства, вимоги до автоматизації складських операцій, сучасні підходи до розробки мобільних додатків для управління складськими процесами4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі опис та аналіз структурних і функціональних особливостей книжкової фабрики та основних забезпечуючих систем, огляд і аналіз сучасного стану «облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі», а також існуючих методів і засобів вирішення задач КвР, формулювання завдання розробки IT-сервісу, опис архітектури IT-сервісу, розробка й обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи, розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи, розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи, розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи, розробка User Experience та User Interface рішень

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Опис та аналіз структурних і функціональних особливостей книжкової фабрики та основних забезпечуючих систем	19.05.2025 - 23.05.2025	Виконано
2	Огляд і аналіз сучасного стану «облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі», а також існуючих методів і засобів вирішення задач КвР	23.05.2025 - 25.05.2025	Виконано
3	Формулювання завдання розробки ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» інформаційної системи книжкової фабрики	25.05.2025 - 29.05.2025	Виконано
4	Опис архітектури ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» інформаційної системи книжкової фабрики на рівні функцій	29.05.2025 - 31.05.2025	Виконано
5	Розробка й обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи	31.05.2025 - 03.06.2025	Виконано
6	Розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи	03.06.2025 - 05.06.2025	Виконано
7	Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи	05.06.2025 - 08.06.2025	Виконано
8	Розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи	08.06.2025 - 11.06.2025	Виконано
9	Розробка User Experience (UX) та User Interface (UI) рішень	11.06.2025 - 13.06.2025	Виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	13.06.2025 - 15.06.2025	Виконано
11	Захист кваліфікаційної роботи	16.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувач


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

доц. каф. ІУС Іван ЮР'ЄВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 123 с., 32 рис., 7 табл., 1 дод., 14 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, БАЗА ДАНИХ, ЗАГОТОВКИ, ЗАМОВЛЕННЯ, КНИЖКОВА ФАБРИКА, КОМІРНИК, МОБІЛЬНИЙ ДОДАТОК, ПАЛЕТА, СКЛАДСЬКИЙ ОБЛІК, DFD, ER, IDEF0, UI, UML, UX.

Об'єкт дослідження – процеси складського обліку та розміщення заготовок на книжковій фабриці.

Предмет дослідження – методи автоматизації складських операцій через розробку спеціалізованого мобільного ІТ-сервісу.

Мета роботи – створення ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» для оптимізації складських процесів підприємства.

Методи дослідження – системний аналіз предметної області, структурне проектування інформаційних систем, моделювання бізнес-процесів за допомогою UML та IDEF0, проектування баз даних.

Проведено аналіз існуючих складських процесів та виявлено їх недоліки, сформульовано функціональні та нефункціональні вимоги до ІТ-сервісу, розроблено архітектуру системи з використанням DFD-діаграм, спроектовано структуру бази даних на основі SQLite, створено алгоритми ключових функцій системи, обґрунтовано вибір технологічного стеку, розроблено користувацький інтерфейс мобільного додатку.

Новизна роботи полягає у комплексному підході до автоматизації складських операцій поліграфічного підприємства через створення спеціалізованого мобільного рішення.

ABSTRACT

Master's thesis: 123 pages, 32 figures, 7 tables, 1 appendices, 14 sources.

AUTOMATION, BLANKS, BOOK FACTORY, DATABASE, DFD, ER, IDEF0, MOBILE APPLICATION, ORDERS, PALLET, STOREROOM, UI, UML, UX, WAREHOUSE ACCOUNTING.

The object of research of the qualification work is the processes of warehouse accounting and placement of blanks at a book factory.

The subject of research is methods of automation of warehouse operations through the development of a specialized mobile IT service.

The purpose of the work is to create an IT service "Accounting and placement of blanks for book products in the warehouse" to optimize the warehouse processes of the enterprise.

Research methods – system analysis of the subject area, structural design of information systems, modeling of business processes using UML and IDEF0, database design.

An analysis of existing warehouse processes was conducted and their shortcomings were identified, functional and non-functional requirements for the IT service were formulated, the system architecture was developed using DFD diagrams, designed a database structure based on SQLite, created algorithms for key system functions, justified the choice of technology stack, and developed a user interface for a mobile application.

The novelty of the work lies in a comprehensive approach to the automation of warehouse operations at a printing company through the creation of a specialized mobile solution.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки	8
Вступ	9
1 Опис та аналіз структурних і функціональних особливостей книжкової фабрики та основних забезпечуючих систем	10
1.1 Загальний опис книжкової фабрики.....	10
1.2 Аналіз робочого місця комірника складу проміжної продукції	14
1.3 Функціональна модель ІТ-сервіс.....	15
2 Огляд і аналіз сучасного стану «облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі», а також існуючих методів і засобів вирішення задач КвР	19
3 Формулювання завдання розробки ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» інформаційної системи книжкової фабрики	25
3.1 Опис вимог до об'єкта розробки.....	25
3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки	28
4 Опис архітектури ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» інформаційної системи книжкової фабрики на рівні функцій	30
5 Розробка й обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи	36
6 Розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи	47
7 Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи	53
8 Розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи .	58
9 Розробка User Experience (UX) та User Interface (UI) рішень.....	62

Висновки	82
Перелік джерел посилання	84
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	86

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АГВ – Адміністративно-господарський відділ

БД – База даних

ІС – Інформаційна система

КТЗ – Комплекс технічних засобів

СУБД – Система управління базами даних

API - application programming interface

DFD – Data Flow Diagram

ER – Entity–relationship

IDEF0 - Integration Definition for Function Modeling

PDF - Portable Document Format

UML – Unified Modeling Language

UI – User Interface

UX – User Experience

WMS – Warehouse management system

ВСТУП

Сучасні виробничі підприємства, особливо у поліграфічній галузі, потребують ефективного управління складськими процесами для забезпечення безперебійної роботи. Книжкова фабрика стикається з проблемами оптимізації логістичних операцій на складі проміжної продукції. Використання традиційних методів обліку та розміщення заготовок, що передбачають значний обсяг ручної праці, знижує загальну ефективність виробництва, підвищує ризик помилок та може спричинити помилки у виробничому циклі із подальшими фінансовими втратами.

Розв'язання цієї проблеми полягає в автоматизації складських процесів через розробку спеціалізованого мобільного ІТ-сервісу. Такий підхід дозволить підвищити точність обліку, прискорити переміщення заготовок, оптимізувати діяльність складського персоналу та мінімізувати помилки, спричинені людським фактором.

Мета дослідження – створення ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» в рамках інформаційної системи книжкової фабрики. Для досягнення мети визначено такі завдання: аналіз предметної області та наявних процесів складського обліку; формулювання технічних вимог до ІТ-сервісу; розробка архітектури системи, структури бази даних та алгоритмів функціонування; проектування користувацького інтерфейсу; обґрунтування вибору технологій реалізації.

Практична значущість роботи полягає у створенні готового до впровадження програмного продукту, що дозволить підприємству оптимізувати складські операції та підвищити загальну ефективність виробничих процесів.

Галузь застосування розробки – автоматизація процесів обліку та управління розміщенням заготовок на складі проміжної продукції книжкової фабрики.

1 ОПИС ТА АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ КНИЖКОВОЇ ФАБРИКИ ТА ОСНОВНИХ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧИХ СИСТЕМ

1.1 Загальний опис книжкової фабрики

Об'єктом дослідження стала книжкова фабрика «Юнісофт». Це сучасне підприємство, що спеціалізується на виготовленні книжкової, картонної, офісної та цифрової продукції. Фабрика має повний виробничий цикл під «одним дахом» і експортує свою продукцію до багатьох країн Європи, США та Канади [1].

Процеси в компанії орієнтовані на виробництво та продаж книжкової продукції, починаючи від планування та розробки, закінчуючи виготовленням та реалізацією продукції. Основна спеціалізація компанії - друк та виготовлення книг.

Основною місією компанії є надання високоякісних друкарських послуг та задоволення потреб клієнтів.

Цілями компанія ставить перед собою:

- лідерство на ринку поліграфічних послуг в Україні;
- підтримка високих стандартів виробництва;
- вдосконалення процесів виробництва та відносин з клієнтами.

«Юнісофт» складається з групи компаній приватної власності з різною організаційно-правовою структурою, такою як:

- товариство з обмеженою відповідальністю;
- приватне підприємство;
- іноземне підприємство.

Роботу в організаціях зазвичай організовують за принципом функціональних відділів. Кожен відділ мають свою команду експертів в галузях таких як виробництво, продаж, маркетинг та фінанси.

Виробництво на заводі складають з декількох етапів: розробка дизайну,

верстка матеріалів, друкування тексту, переплетення та упакування готовою продукцією. Кожен з цих етапів виконують фахівці з відповідними навичками і досвідом.

Розподіл обов'язків визначаються в залежності від ролі та завдань кожного працівника у команді. Вище керівництво зосереджується на стратегічному плануванні розвитку компанії та прийнятті ключових рішень. Менеджери виконують важливу координаційну функцію, забезпечуючи злагоджену діяльність на різних етапах складного виробничого процесу. А фахівці виконують конкретні завдання у своїй частині загального процесу.

Організаційна структура компанії побудована за класичним функціональним принципом, де кожен відділ має чітко визначені обов'язки та сфери відповідальності. На чолі компанії стоїть директор, який координує роботу всіх підрозділів та забезпечує стратегічне управління розвитком підприємства.

Під його керівництвом ефективно функціонують наступні ключові відділи:

- виробничий відділ;
- відділ продажу;
- фінансово-юридичний відділ;
- відділ забезпечення і адміністративно-господарський відділ(АГВ);
- відділ розвитку і інновацій;
- відділ головного інженера;
- відділ служби безпеки і охорони праці;
- адміністративний відділ.

Для кращого розуміння структури та взаємозв'язків між підрозділами було вирішено створити детальне графічне представлення організаційної структури книжкової фабрики. Ця схема допомагає візуально сприйняти ієрархію управління та функціональні зв'язки між різними частинами організації. Схема організаційної структури наведена на рисунку 1.1.

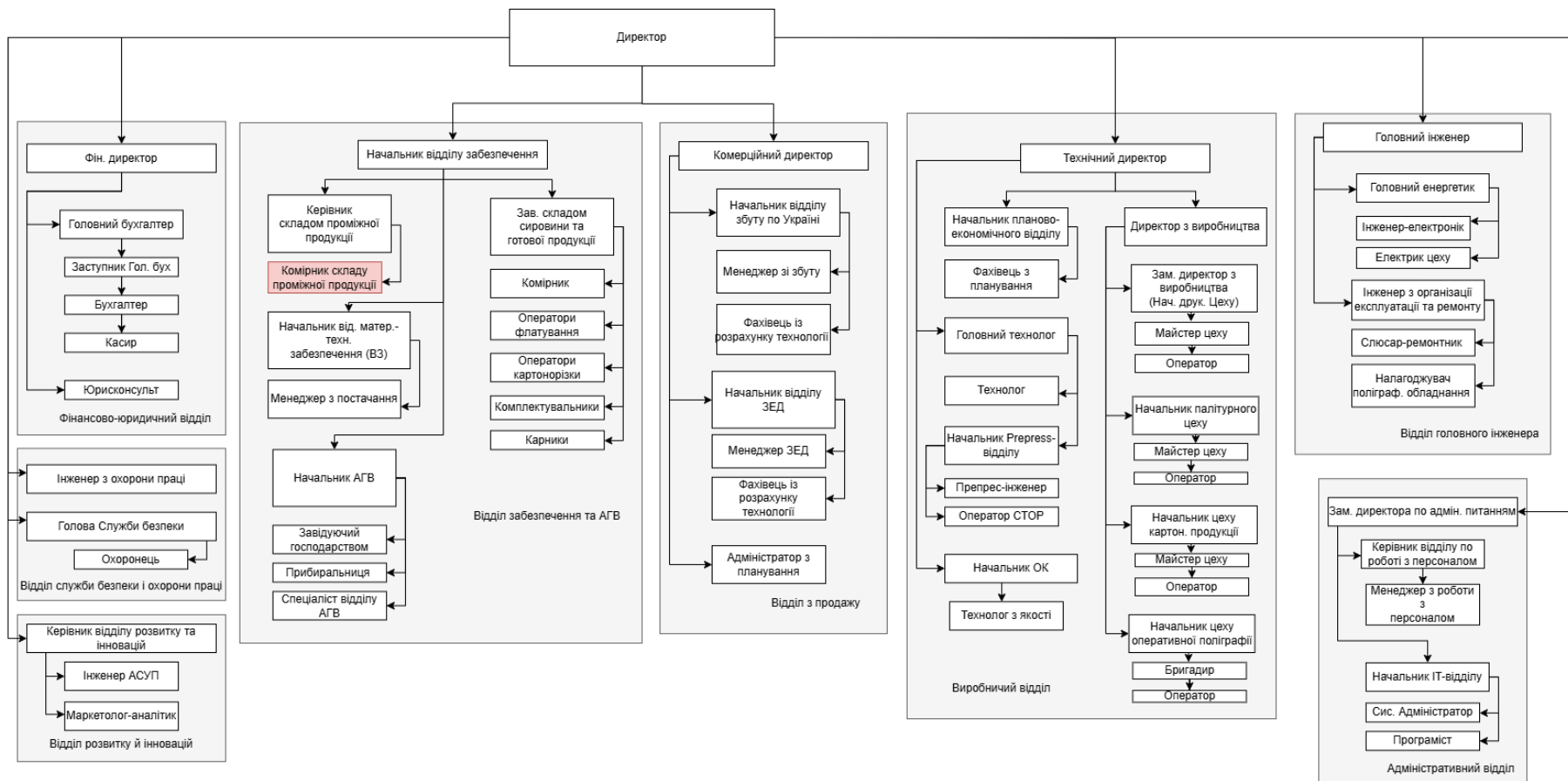


Рисунок 1.1 – Схема організаційної структури книжкової фабрики «Юнісофт»

Кожен відділ відповідає за свої функції і покладені на нього обов'язки. Виробничий відділ відповідає за організацію та контроль над усіма процесами виробництва - це охоплюють друкарське обладнання, палітурне обладнання, картонне та цифрове обладнання.

Відділ продажу відповідають за просування книг на ринку. Вони займаються маркетингом і аналізують попит та конкуренцію. Також планують обсяги і укладають угоди з постачальниками та покупцями.

Фінансово-юридичний відділ виконує бухгалтерський облік та податкову звітність фабрики. Вони готують бюджети і фінансові плани для аналізу фінансового статусу та ефективності діяльності підприємства. Також вони надають консультаційну підтримку щодо правових питань і представляють інтереси компанії на судових засіданнях.

Відділ забезпечення і АГВ забезпечує логістичну підтримку фабрики, організовує закупівлю та доставку матеріалів та обладнання, складське господарство, транспортне обслуговування, зв'язок та інформатизацію.

Відділ розвитку та інновацій здійснюють аналіз ринку книжковою продукцією для вивчення потреб та побажань споживачів. Вони працюють над створенням нового асортименту книг, а також висувають пропозицій щодо покращення технологічних процесів і якості продукції.

Відділ головного інженера координує роботу виробничих підрозділів фабрики, забезпечує налагодження та ремонт обладнання, виробляє нормативи використання матеріалів та енергоресурсів.

Відділ служби безпеки і охорони праці забезпечує охорону території та майна фабрики, запобігає проникненню сторонніх осіб, контролює дотримання правил внутрішнього розпорядку, проводить інструктажі та навчання, перевіряє стан техніки безпеки.

Адміністративний відділ виконує організаційно-господарські функції фабрики, забезпечує належні умови праці та відпочинку персоналу, займається кадровою роботою, плануванням та контролем виконання робочого часу, організовує навчання та підвищення кваліфікації працівників.

1.2 Аналіз робочого місця комірника складу проміжної продукції

Відповідно до наведеної вище організаційної структури книжкової фабрики «Юнісофт» посада «Комірник складу проміжної продукції» належить до «Відділ забезпечення та АГВ» та підпорядковується «Керівник складом проміжної продукції».

Склад проміжної продукції розташований у виділених зонах безпосередньо у виробничому цеху, поблизу технологічного обладнання. Зони зберігання оснащені багаторівневими стелажами. Стелажі мають кодову маркіровку для ідентифікації кожної комірки зберігання. Комірники мають доступ до робочих місць, в яких присутні комп'ютери з встановленим програмним забезпеченням для ведення складського обліку. Для транспортування палет вони використовують гідравлічні транспортувальники та електричні навантажувачі.

Комірник може транспортувати палету або на склад для тимчасового зберігання, або одразу до наступної технологічної машини для продовження виробничого процесу. Переміщення ініціюється або усним запитом від майстра цеху, або комірником самостійно. При розміщенні заготовок на складі комірник самостійно обирає вільну комірку на стелажі. Комірник записує код обраної комірки і детальну інформацію про заготовки з супровідної бірки на папір, включаючи номер замовлення, тип продукції, кількість одиниць, дату надходження та специфічні вимоги до зберігання. Після цього він повертається до комп'ютера і вносить всі дані в систему, пов'язуючи таким чином конкретні заготовки на палеті з їх фізичним місцем розташування в системі.

Процес видачі заготовок зі складу так само ініціюється майстрами цехів. Комірник отримує запит від майстра цеху в усній формі. Комірник з пам'яті згадує або, повертаючись до комп'ютера, використовує його для визначення коду комірки зберігання за отриманою інформацією. Знайдену палету на

стелажі він переміщує до відповідної виробничої машини. Після чого вручну робить відмітку в системі про видачу палети, щоб оновити її статус та звільнити комірку зберігання.

Все це потребує від робочого значної кількості ручних дій: читання бірки, запису коду комірки та його введення у комп'ютер. Кожен етап ручного введення або перенесення даних може призвести до помилок. Більше того, необхідність згадувати місцезнаходження або шукати його в системі за запитом сповільнює процес видачі товарів - особливо коли відбувається зміна з денної на нічну.

Загальна кількість проблем у поточному процесі говорить про можливість для його оптимізація. А розроблюваний IT-сервіс «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» інформаційної системи «Книжкова фабрика» повинен як раз їх вирішувати.

1.3 Функціональна модель IT-сервісу

Дослідження поточних процесів на книжковій фабриці «Юнісофт» показало необхідність до їх оптимізації та автоматизації. Для чіткого визначення та візуалізації ключових функцій проєктованого IT-сервісу вирішено застосовувати методологію Integration Definition for Function Modeling (IDEF0), яка дозволяє побудувати функціональну модель системи.

Функціональна модель сервісу була створена з метою зрозумілого визначення його основного призначення та взаємодії з оточенням. Контекстна схема показує сервіс як цілісний процес, визначаючи його місце в загальній інформаційній архітектурі підприємства та основні потоки даних. Для розуміння внутрішньої структури та головних функцій також було проведено декомпозицію цієї схеми на функціональні блоки. Відповідні контекстна схема і її декомпозиція першого рівня, представлені на рисунках 1.2 і 1.3.



Рисунок 1.2 – Контекстна схема IT-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

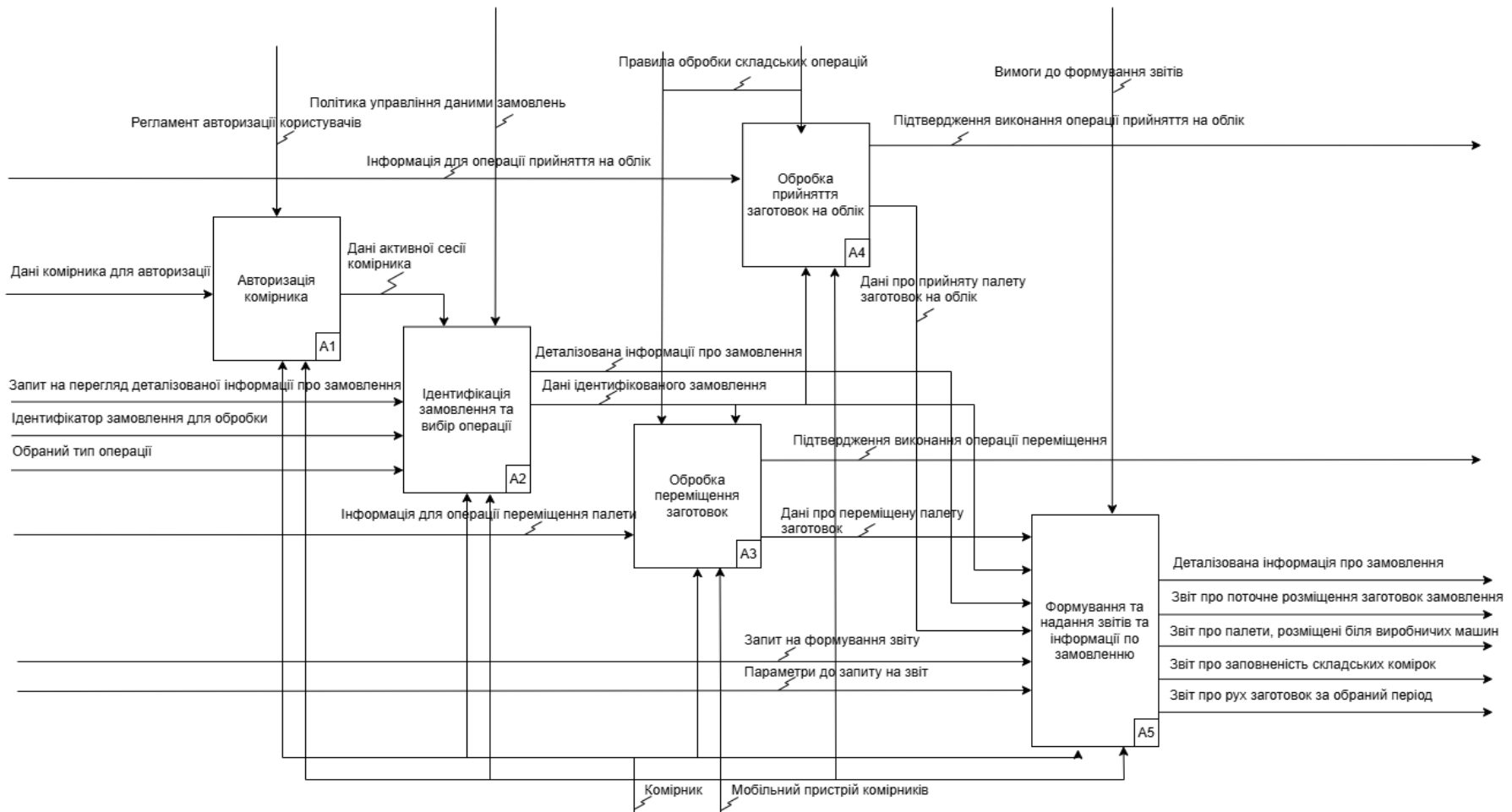


Рисунок 1.3 – Схема декомпозиції першого рівня ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

Представлена функціональна модель, показана на рисунках 1.2 та 1.3, демонструє логічну структуру роботи системи обліку заготовок на складі через взаємопов'язані процеси. Кожна функція має чітко визначені входи, виходи та механізми управління, що забезпечують надійність системи.

Взаємодія з системою розпочинається з авторизації комірника. На цьому етапі система перевіряє облікові дані користувача та створює активну сесію для подальшої роботи, після чого видає дані активної сесії далі.

Ключовою для комірника є функція ідентифікації замовлення та вибору операцій. Використовуючи ідентифікатор замовлення та обираючи тип операції, комірник отримує детальну інформацію про замовлення для перегляду. Система формує контекст з даними ідентифікованого замовлення та обраним типом операції для подальших складських дій, керуючись правилами обробки складських операцій.

Практичну реалізацію складських процесів забезпечують функції обробки прийняття заготовок на облік та обробки переміщення заготовок. Обидві функції працюють з даними, які надає комірник, та контекстною інформацією з попереднього етапу. Система фіксує всі операції відповідно до встановлених правил, оновлює інформацію в базі даних (БД) та повідомляє комірнику про результат виконання операції.

Завершальним компонентом є функція формування та надання звітів. На основі параметрів запиту комірника та накопичених в системі даних формуються різноманітні звіти для комірників, керівників складу та майстрів цеху. Процес керується відповідними вимогами та забезпечує усіх потрібною інформацією.

Розроблена функціональна модель на основі IDEF0 створює структуровану архітектуру системи, визначає взаємозв'язки між компонентами та регламентує інформаційні потоки. Такий підхід забезпечує надійну основу для подальшого проектування та розробки ІТ-сервісу обліку та розміщення заготовок книжкової продукції на складі.

2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ «ОБЛІК ТА РОЗМІЩЕННЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА СКЛАДІ», А ТАКОЖ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ КВР

Розробка IT сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» вимагає добре розуміти, як працюють сучасні системи для управління складом. Щоб дізнатися більше, як зараз автоматизують складські процеси, розглянемо, як зроблені основні функції та мобільні можливості у Magaya Warehouse management system (WMS) та Tasklet Mobile WMS.

Розпочнемо з Magaya WMS, ця система представляє собою інтегровану, гнучку та модульну платформу, призначену для комплексного управління логістичними процесами та оптимізації діяльності складського господарства, система якої забезпечує інтеграцію функцій обліку та операційного управління складом[2].

Платформа Magaya WMS охоплює широкий спектр складських операцій, включаючи приймання товарів, їх розміщення на складі, управління запасами з видимістю в реальному часі, організацію процесів комплектації, пакування та відвантаження. Система підтримує безперервні робочі потоки, управління складськими зонами, контроль місткості, реалізацію різноманітних стратегій управління запасами, проведення фізичних інвентаризацій та циклічного підрахунку[2].

Ключовим компонентом системи, що забезпечує гнучкість та ефективність виконання операцій на складі, є мобільний додаток Flow WMS розроблений для платформ iOS та Android.

Вікна головного меню цієї мобільної версії системи Magaya WMS зображено на рисунку 2.1.

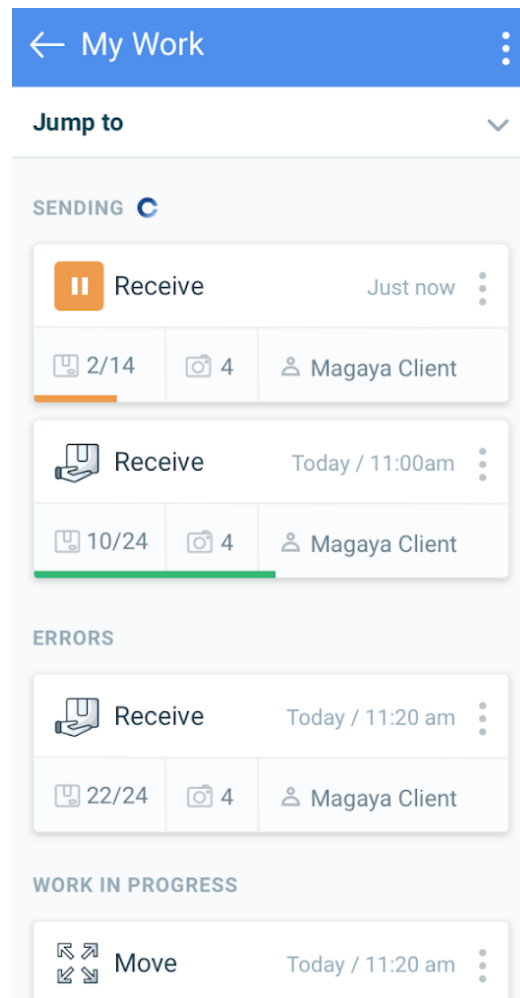


Рисунок 2.1 – Скріншот мобільної версії додатка Flow WMS системи Magaya WMS

Додаток Flow WMS сумісний зі стандартними мобільними пристроями, що усуває необхідність придбання спеціалізованого дорогого обладнання. Flow WMS реалізує ключові мобільні робочі процеси. Приймання товарів спрощується завдяки функціям швидкого, інформованого та сліпого приймання, а також можливості друку етикеток безпосередньо з пристрою [3].

Управління переміщеннями та палетами здійснюється шляхом виконання завдань, створених в основній системі, з мобільного пристрою шляхом сканування локацій або палет. Додаток дозволяє створювати нові палети під час приймання або переміщення та використовувати налаштовувані ідентифікатори палет, що оптимізує роботу з великими обсягами товарів через

використання одного сканування для всієї палети. Важливою функціональністю є широке використання сканування штрих-кодів для ідентифікації товарів під час приймання, комплектації, інвентаризації та інших операцій [4].

Преходимо до наступного варіанту для розгляду, системи Tasklet Mobile WMS. Ця WMS є спеціалізованим мобільним рішенням для управління складом, розроблена для тісної інтеграції з системами Microsoft Dynamics 365 Business Central та Dynamics 365 Finance and Operations. Система надає користувачам, зрозумілий інтерфейс на мобільних пристроях з підтримкою сканування штрих-кодів[5].

Вікно головного меню мобільного додатку системи Tasklet Mobile WMS зображено на рисунку 2.2.

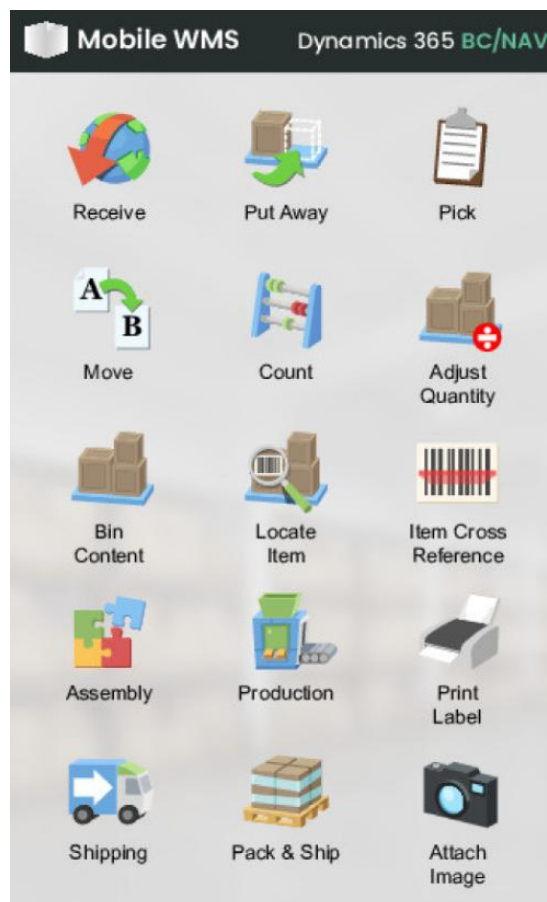


Рисунок 2.2 – Скриншот головного меню системи Tasklet Mobile WMS

Система Tasklet Mobile WMS реалізує керовані робочі процеси, надаючи

персоналу доступ до актуальної інформації в режимі реального часу, що мінімізує операційні затримки. Ключовим елементом її функціональності є широке застосування технології сканування штрих-кодів для верифікації та обліку товарів, що є критично важливим для забезпечення точності при виконанні операцій приймання, комплектації та відвантаження. Інтерфейс користувача системи характеризується інтуїтивністю та зрозумілістю, що знижує вимоги до навчання персоналу. Tasklet підтримує стандартизацію складських процесів, забезпечує прозорість даних про запаси, включно з можливістю відстеження на рівні палет та управління запасами на кількох локаціях[5].

Інтеграція Tasklet Mobile WMS з Microsoft Dynamics 365 є однією з її ключових переваг. Розроблена спеціально для цих платформ, система забезпечує прямий і ефективний зв'язок з БД Dynamics, гарантуючи високу продуктивність та надійну синхронізацію даних. Така інтеграція створює єдине джерело достовірної інформації про стан запасів, виключаючи необхідність дублювання введення даних та забезпечуючи повну синхронізацію даних про продажі, запаси та фінансові операції[6].

Проаналізувавши інформацію про системи Magaya WMS і Tasklet Mobile WMS ми можемо визначити усі переваги і недоліки даних WMS систем.

Magaya WMS представляє собою потужне та багатофункціональне рішення для управління складом, яке охоплює всі аспекти процесу. Основною перевагою є гнучкість налаштувань системи і підтримка мобільних пристроїв і можливості інтеграцій. Тим не менше реалізація такої складної системи може бути надто важкою та економічно не вигідною для вирішення конкретних задач з обліку та розміщення запасів. Сам процес реалізації може також потребувати значного часу та ресурс в навчанні персоналу та їх пристосованні до нових умов.

Tasklet Mobile WMS фокусується на автоматизації операцій на складі через мобільний пристрій. Система дозволяє сканування штрих-кодів і роботу в автономному режимі. Однак основний акцент Tasklet Mobile WMS

спрямований на інтеграцію з продукцією Microsoft Dynamics. Це може ускладнити процес інтеграції з існуючою інформаційною системою (ІС), через їх побудову на різних платформах.

Розроблюваний сервіс ІТ має значущу перевагу - він створюється з урахуванням необхідного обліку та розміщення заготовок для книжкової продукції та безпосередньо інтегровано в наявну ІС підприємства. Це дозволяє реалізувати функціональність, яка точно відповідає потребам комірника складу, включаючи конкретний стиль роботи із замовленнями та проміжними матеріалами. Розробка власного мобільного додатку допоможе оптимізувати інтерфейс та робочий процес саме під завдання комірника складу, зменшуючи кількість надмірних функцій.

Додатково це дозволить нам створити таблицю порівняння ключових характеристик. Це дозволить наглядно порівняти можливості готових рішення WMS систем та розроблюваного власного сервісу.

Порівняльну таблицю розглянутих систем можна побачити у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Порівняння ключових характеристик

Критерій порівняння	Magaya WMS	Tasklet Mobile WMS	Розроблюваний сервіс
1	2	3	4
Тип системи	Комплексна WMS	Мобільна WMS	Спеціалізований мобільний додаток
Цільовий користувач	Менеджери, комірники, адміністратори	Комірники, працівники виробництва	Комірник складу проміжної продукції
Платформа	Десктоп, Веб, Мобільний додаток	Мобільний додаток	Мобільний додаток
Основний фокус	Загальне управління складом, логістика	Мобільна автоматизація складських та виробничих операцій	Автоматизація операцій з обліку та розміщення заготовок

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4
Функціонал «Прибуткування»	+	+	+
Функціонал «Переміщення»	+	+	+
Функціонал «Перегляд»	+-	+-	+
Використання сканерів штрих- кодів	+-	+	+
Інтеграція з існуючою ІС	Потребує окремої реалізації	Потребує інтеграції з Dynamics 365	Пряма інтеграція
Вартість впровадження	Дуже висока	Середня/Висока	Середня
Гнучкість та адаптація	Середня/ Висока	Середня/ Висока	Максимальна

Зібрана інформація з таблиці 2.1 дозволяє нам провести порівняння і виявити сильні та слабкі сторони існуючих WMS-систем у контексті завдання обліку та розміщення заготовок. І на її основі ми можемо зробити такі висновки, саме розробка власного спеціалізованого ІТ-сервісу є найбільш доцільним рішенням. Тому що готові WMS-системи, незважаючи на їх широкі можливості, є більш загальними рішеннями і можуть вимагати значних ресурсів на адаптацію і матимуть надлишковий функціонал для поставленої задачі.

3 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ ІТ-СЕРВІСУ «ОБЛІК ТА РОЗМІЩЕННЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА СКЛАДІ» ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КНИЖКОВОЇ ФАБРИКИ

3.1 Опис вимог до об'єкта розробки

Процес розробки вимог є критичним етапом у розвитку будь-якою програми, навіть у випадку створення ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» для інформаційної системи книжкової фабрики. Чітке формулювання вимог сприяло б уникненню непорозумінь між користувачем та командою розробників, зменшить ризики з перевищення бюджету та графіком проекту і дозволить створити продукт, який задовольнить очікуванню користувачів і поставлених бізнес-цілей майбутнього застосунку. Неграмотно складене чи неточне формулювання опису може привести до розробки системи, що не вирішить поставленого завдання або буде неефективно працювати під час їх експлуатації.

Для того щоб розробляти та відображати вимоги до складних систем широко використовується уніфікована мова моделювання (Unified Modeling Language, UML). UML пропонує стандартний набір діаграм для опису різних аспектів системи, включаючи їхню структуру, поведінку та взаємодію компонентів. При формулюванні вимог особливо корисними є діаграми варіантів використання. Вони є моделями, що зображають взаємодію користувача із системою для досягнення певних цілей. Вони наочно ідентифікують ключових акторів системи, та визначають основні завдання, які вони виконують: від додавання авторизації до генерації звітів. Такий візуальний підхід дозволяє однозначно трактувати функціональні межі майбутнього сервісу. Це є першим кроком до подальшої деталізації поведінки системи.

На рисунках 3.1 і 3.2 наведено приклад застосування UML use case діаграм для розроблюваного ІТ-сервісу.

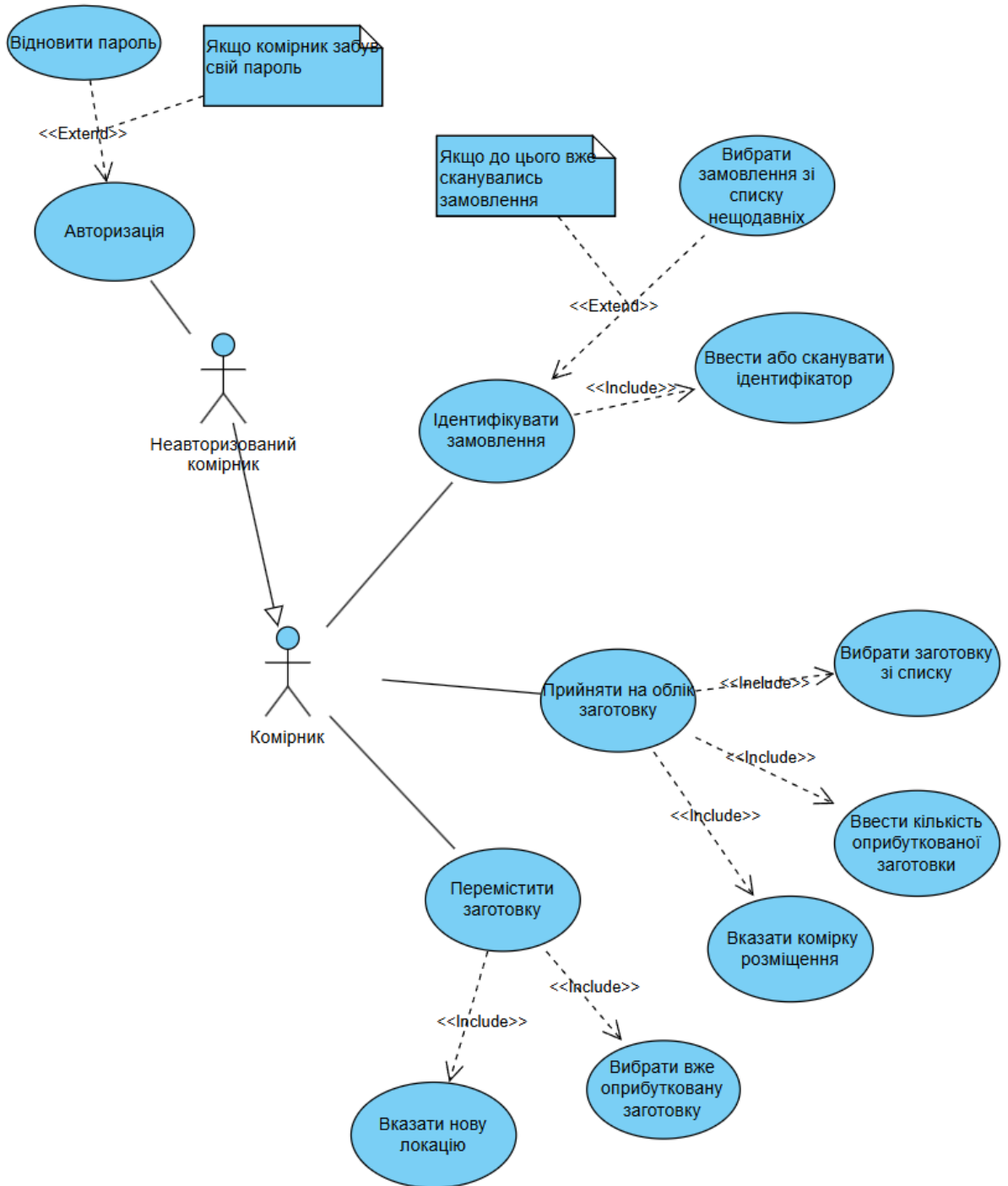


Рисунок 3.1 – UML use case діаграма до розроблюваного ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

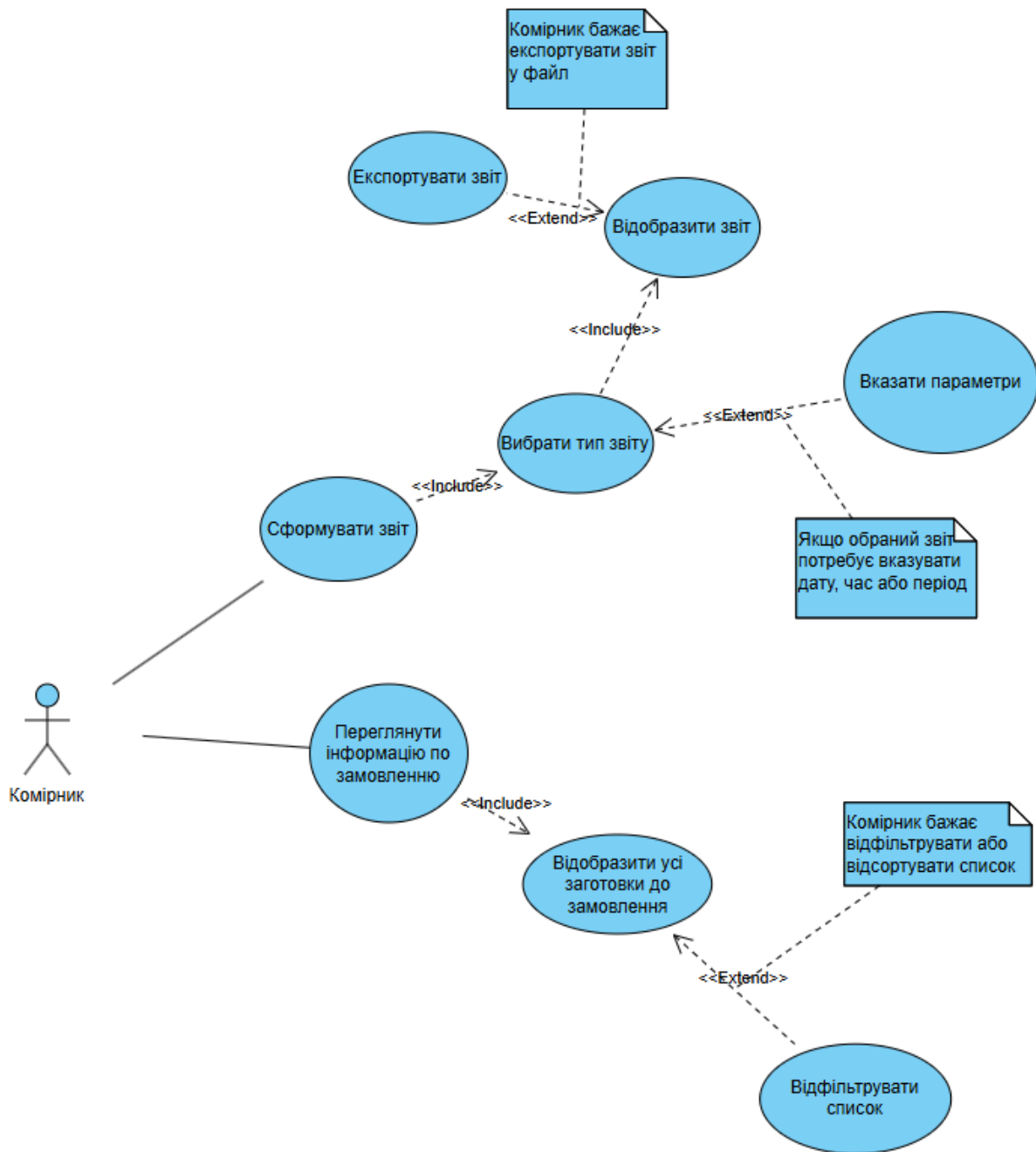


Рисунок 3.2 – UML use case діаграма до розроблюваного ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

На діаграмах варіантів використання, що зображені вище, показано основні функціональні можливості ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» та описується основні вимоги до взаємодії

з ключовим актором - комірником. Діаграма демонструє те, що комірник може виконувати ряд операцій, як от: «Авторизація», «Ідентифікація замовлення», «Прийняття на облік заготовок» та «Переміщення заготовок».

Окрім основних функцій роботи, дана діаграма вказуватиме на можливості комірника у плані отримання інформацію та складання звітності через опцію «Переглянути інформацію по замовленню» та «Сформувати звіт». Використання include та extend зв'язків розкривають обов'язкові та необов'язкові кроки у межах виконання основних сценарій використання для повного розуміння логіки функціонування сервісу.

3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки

Мета розробки й впровадження ІТ-сервісу "Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» спрямована на покращення та оптимізації завдань комірника щодо управління запасами заготовок завдяки автоматизованому мобільному додатку. Ця автоматизація передбачає розробку функціональності для ідентифікацій замовлень та матеріалів, своєчасного прийняття палет із заготовками та їх фіксацією, а також швидкого і правильного відображення переміщення палет по складу.

Впровадження подібного сервісу дозволить значно підвищити продуктивність роботи складу. По-перше, використання сканування штрихкодів для ідентифікація замовлень та складських полиць зменшить можливість помилок, що можуть виникнути через людський фактор під час ручного введення даних або обробки паперовою документацій. По-друге, надання комірникові можливості виконувати всі операції безпосередньо на виробництві за допомогою мобільних пристроїв значно заощадить час на перемещення до стаціонарних робочих місць та обробку паперових документів. На останок, надання доступу до актуальної інформації сприятиме

швидшому виявленню матеріалів для виробництва за допомогою визначення місцезнаходження та кількості кожної палети у режимі реального часу.

Зв'язок між новим сервісом та існуючою ІС сприятиме однорідності даних на всьому підприємстві, запобіжить повторенню інформаційних матеріалів та покращить більш прозорий та керований логистичний процес. Використання даних про замовлення та матеріали вдруге сприятиме зменшенню кількості помилок, які можуть бути зумовлені механічними або людськими факторами.

Розроблений ІТ-сервіс спрямований на автоматизацію не лише окремих операцій, але й на підвищення ефективності роботи комірника та складського персоналу у цілому. Це дозволить працівникам заощадити час на щоденний пошук та паперову роботу, перетворивши мобільний додаток на ефективного помічника для вирішення стандартних завдань управління запасами.

Критеріями ефективності для оцінки досягнення мети та задоволення результатом можна сформулювати наступне: зменшення середнього часу на виконання ключових операцій комірником; скорочення відсотку розбіжностей між даними в системі та фактичною наявністю або розташуванням матеріалів під час контрольних перевірок стверджуватиме про покращення точності обліку; розробка мобільного додатку з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом для комфортного використання у складському приміщенні. Всі функції системи повинні бути послідовно і логічно розташовані для зменшення часу навчання команди й адаптації до нового інструменту. Система має безперебійно функціонувати протягом робочого дня без збоїв. Час реакції програми на користувацькі дії, особливо при складних операціях сканування штрих-коду або доступу до інформації, мають бути якомога меншими, для уникнення будь-яких затримок в роботі працівника.

Як результат, розроблений ІТ-сервіс має значно полегшити роботу комірника, шляхом спрощення та прискорення щоденних завдань і стати надійним інструментом для ефективного управління заготовками на складі книжкової фабрики.

4 ОПИС АРХІТЕКТУРИ ІТ-СЕРВІСУ «ОБЛІК ТА РОЗМІЩЕННЯ ЗАГОТОВОК ДЛЯ КНИЖКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА СКЛАДІ» ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КНИЖКОВОЇ ФАБРИКИ НА РІВНІ ФУНКЦІЙ

Для наочного представлення взаємодії компонентів системи та руху інформаційних потоків між ними найкраще підходить методологія структурного аналізу та проектування, зокрема діаграми потоків даних (Data Flow Diagram, DFD). Використання DFD є доцільним, оскільки вони дозволяють чітко показати систему з точки зору обробки та передачі інформації. Важливою перевагою DFD є підтримка ієрархічної декомпозиції, коли кожен процес на діаграмі вищого рівня може бути деталізований окремою діаграмою нижчого рівня. Це є дуже цінним для розуміння її роботи та подальшої розробки. DFD допомагають однозначно визначити основні функції системи, зовнішні сутності, з якими вона працює, сховища даних, де зберігається інформація, та шляхи, якими дані переміщуються через систему.

Використання DFD для створення ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» дозволить чітко визначити його межі, основні функції, інформаційні потоки та зв'язки з її основним користувачем – комірником. Для представлення ІТ-сервісу на найвищому рівні абстракції, показуючи його як єдиний цілісний процес та його взаємодію із зовнішнім середовищем, розроблено контекстну DFD. Ця діаграма визначає основні зовнішні сутності, з якими ІТ-сервіс обмінюється даними, та ключові потоки цієї інформації, забезпечуючи таким чином системний підхід до визначення функціональних меж системи. Зокрема, вона чітко ілюструє, що саме комірник надає системі і що отримує у відповідь. Це закладає фундамент для подальшої, більш детальної розробки бізнес-процесів.

Розроблена контекстна діаграма для ІТ-сервісу показана на рисунку 4.1.

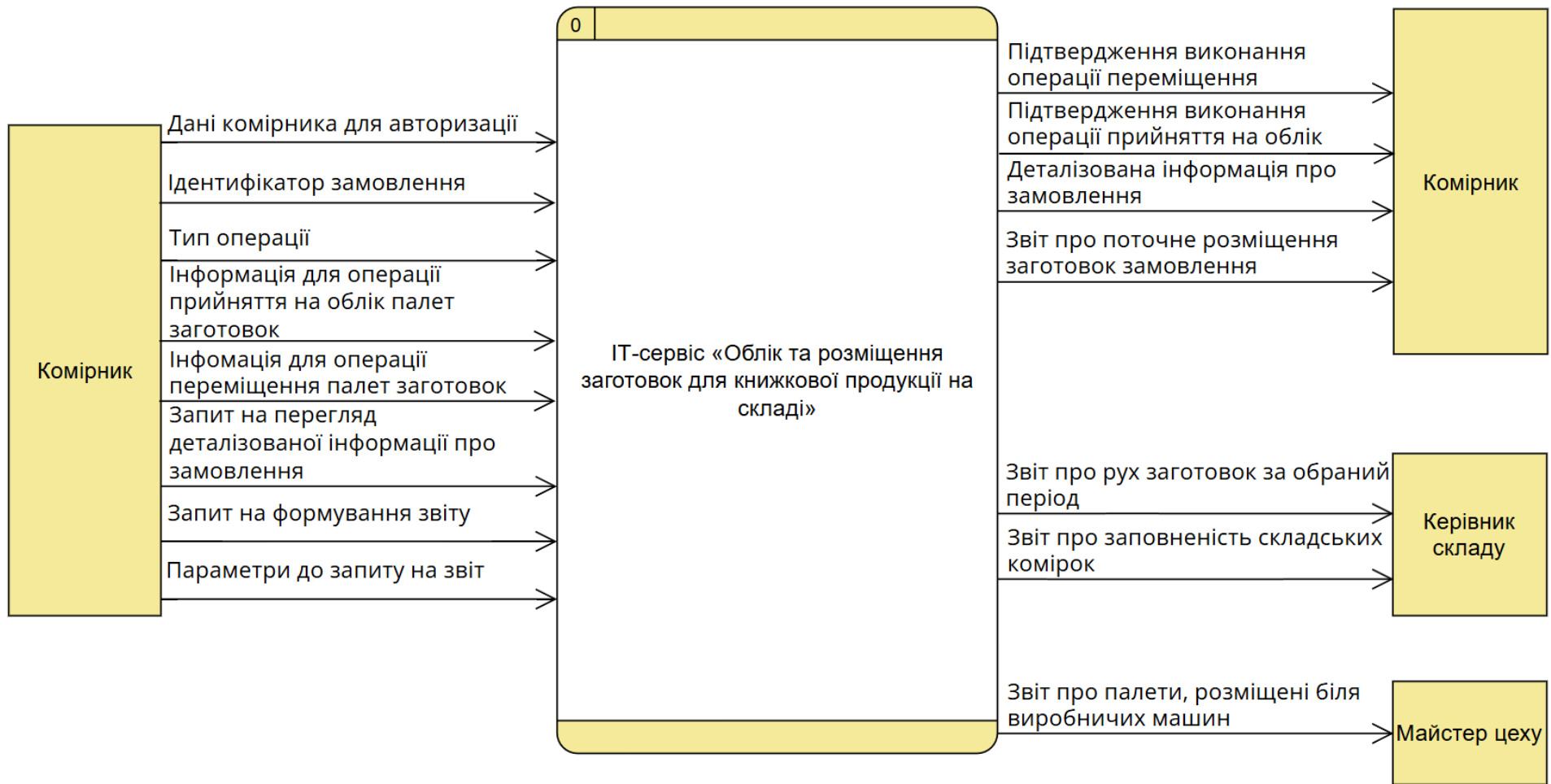


Рисунок 4.1 – Контекстна DFD IT-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

Для представлення загальної архітектури ІТ-сервісу була розроблена контекстна DFD, що зображена на рисунку 4.1. Ця діаграма демонструє систему як єдиний функціональний блок та визначає основні зовнішні сутності, з якими здійснюється інформаційний обмін.

Контекстна діаграма показує, що ІТ-сервіс взаємодіє з трьома основними зовнішніми акторами, а саме: комірником, керівником складу а також майстром цеху.

Комірник виступає основним оператором системи та ініціює більшість робочих процесів. До системи він передає дані для авторизації, ідентифікатори замовлень, параметри операцій з обліку та переміщення заготовок, а також запити на формування звітної документації. У відповідь система надає йому повідомлення про виконання операцій прийняття чи переміщення, деталізовану інформацію про замовлення, а також звіти про поточне розміщення заготовок до необхідного для нього замовлення.

Керівник складу отримує від системи аналітичні звіти про рух заготовок за обраний період та інформацію про заповненість складських комірок, що дозволяє здійснювати ефективне управління складськими ресурсами.

Майстер цеху отримує звіти про палети з заготовками, розміщені біля виробничих машин, що забезпечує координацію між складськими та виробничими процесами.

Для більш детального розуміння внутрішньої структури та логіки роботи розроблюваного ІТ-сервісу, контекстна діаграма була декомповована на наступний рівень. Декомповована DFD розкриває п'ять ключових бізнес-процесів та архітектуру локального сховища даних.

DFD першого рівня декомпозиції, показана на рисунку 4.2.

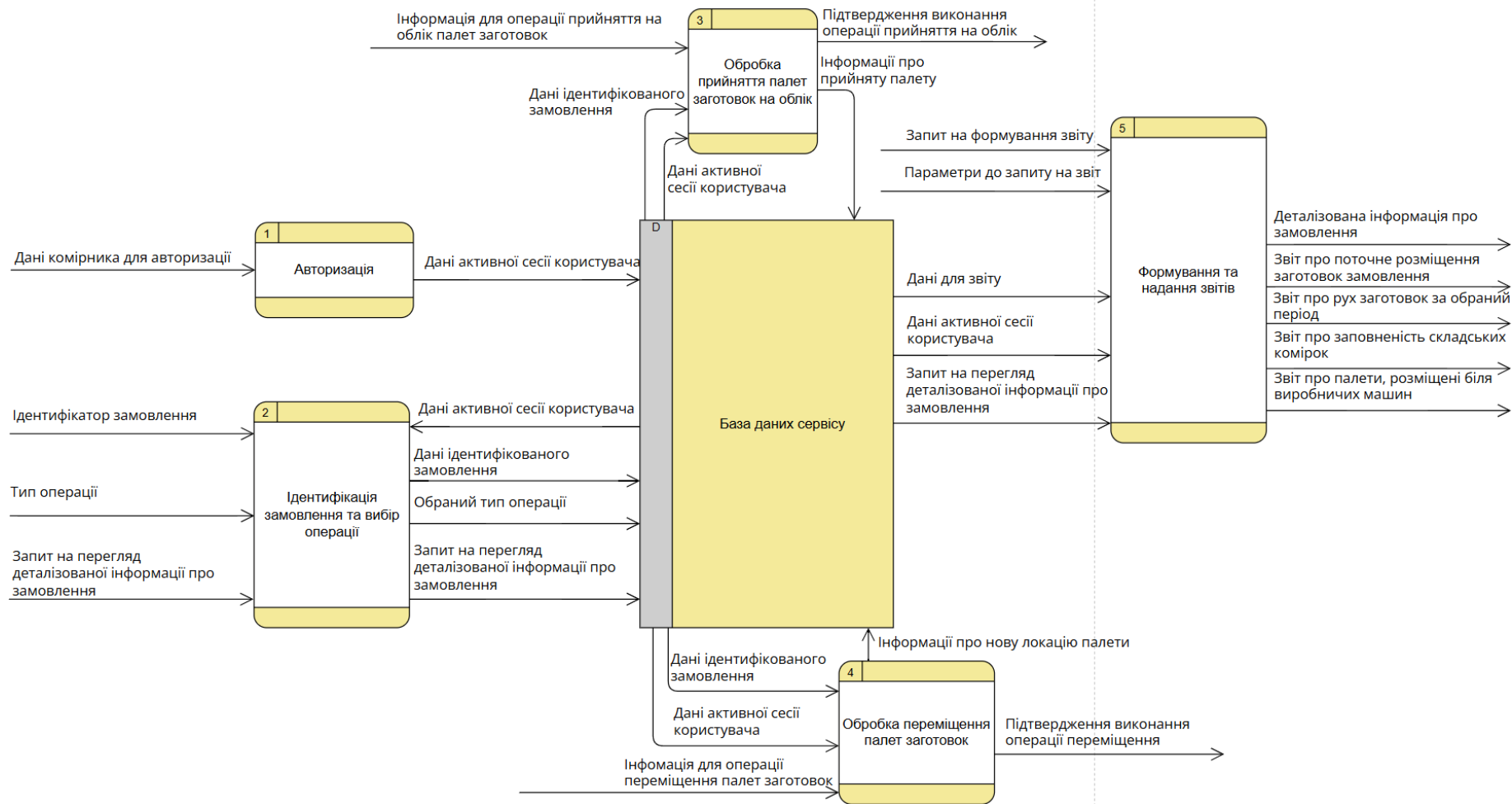


Рисунок 4.2 – DFD першого рівня декомпозиції IT-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

На діаграмі першого рівня, що зображена на рисунку 4.2, представлено п'ять основних процесів, що реалізують функціонал ІТ-сервісу, та одне сховище даних у вигляді БД сервісу, яке забезпечує збереження інформації.

Процес авторизації забезпечує контрольований доступ до системи. Він приймає облікові дані від комірника, взаємодіє з БД сервісу для верифікації користувача та формує відповідь про результат реєстрації нового замовлення. Успішна авторизація ініціює створення активної користувацької сесії.

Процес ідентифікації замовлення та вибору операції відповідає за обробку ідентифікаторів замовлень та визначення типу необхідних складських операцій. Цей процес забезпечує отримання детальної інформації про замовлення з БД та формує запити на перегляд деталізованої інформації для подальшої обробки.

Процес обробки прийняття палет заготовок на облік реалізує функціонал реєстрації нових партій заготовок у складському обліку. Він обробляє інформацію про операції прийняття, взаємодіє з БД для збереження даних про нову локацію палети та генерує повідомлення про підтвердження виконання операції.

Процес обробки переміщення палет заготовок управляє логістичними операціями переміщення заготовок між різними зонами складу або до виробничих ділянок. Він обробляє інформацію про операції переміщення, оновлює дані про місцезнаходження палет та забезпечує контроль правильності виконання операцій.

Процес формування та надання звітів забезпечує аналітичну функціональність системи. На основі параметрів запити цей процес збирає дані з БД та формує різноманітні звіти для різних категорій користувачів: детальну інформацію про замовлення, звіти про рух заготовок, інформацію про заповненість складських комірок та розміщення палет біля виробничих машин.

БД сервісу функціонує як центральне сховище, що забезпечує збереження інформації про активні сесії користувачів, ідентифіковані

замовлення, дані про прийняті палети та інформацію про нові локації палет

Розроблені DFD формують комплексну функціональну модель ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі». Контекстна діаграма чітко визначає позиціонування системи в корпоративній інформаційній інфраструктурі та основні канали взаємодії з зовнішніми акторами. Діаграма першого рівня декомпозиції детально розкриває архітектуру внутрішніх бізнес-процесів, логіку використання локального сховища даних та принципи обробки інформаційних потоків.

Дана функціональна модель створює надійну основу для наступних етапів системного проектування, включаючи розробку концептуальної моделі БД, проектування програмної архітектури та специфікацію функціональних вимог до ІТ-сервісу.

5 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

Створення мобільного додатка для комірників складу проміжної продукції книжкової фабрики неможливе без ретельного проектування структури БД. Це той фундамент, на якому будується вся система, і від його якості залежить, наскільки швидко та точно комірники зможуть виконувати свої щоденні операції - від сканування штрих-кодів до переміщення палет по складу.

Розроблюваний ІТ-сервіс покликаний замінити ручні процеси обліку заготовок на цифрові, що виконуються безпосередньо на мобільному пристрої комірника. Це потребує створення такої структури даних, яка забезпечить швидкий доступ до інформації про замовлення, точне відстеження розміщення палет та ведення повної історії всіх операцій.

Традиційно процес моделювання проходить у два основні етапи, кожен з яких має свою специфіку та призначення. Спочатку створюється концептуальна модель, яка показує, які об'єкти існують у нашій предметній області та як вони пов'язані між собою, не заглиблюючись у технічні деталі реалізації. На цьому етапі основна увага приділяється правильному відображенню бізнес-логіки та взаємозв'язків між різними сутностями складського процесу.

Другий етап передбачає перетворення концептуальної моделі на фізичну, де вже детально враховуються особливості конкретної системи управління базами даних (СУБД), оптимальні типи полів для кожного атрибута, необхідні індекси для прискорення запитів та інші технічні аспекти, що впливають на продуктивність системи.

Розглянемо спочатку логічну Entity relationship (ER) діаграму цієї системи, що представлена на рисунку 5.1.

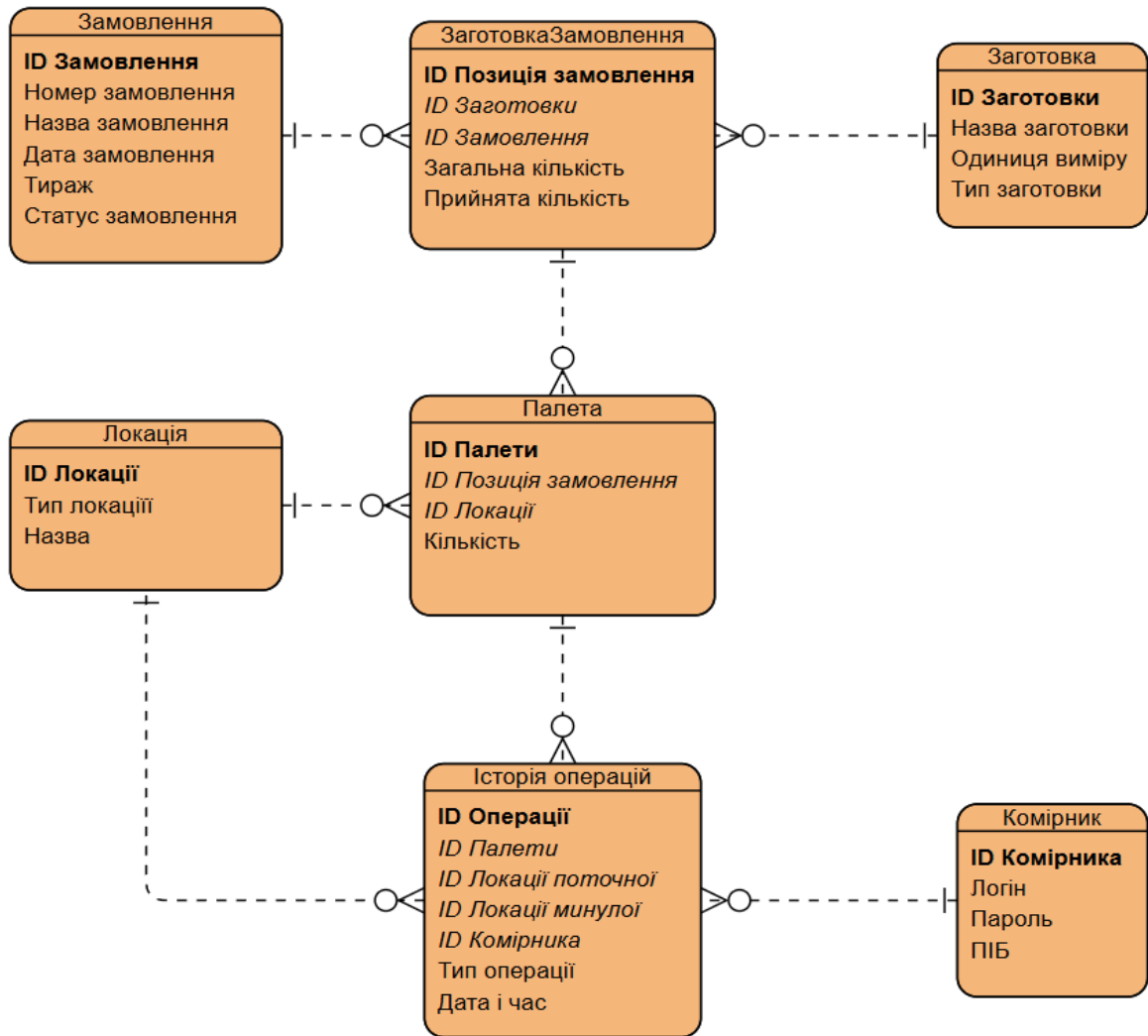


Рисунок 5.1 – ER діаграма БД ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

Логічна модель, зображена на рисунку 5.1, відображає основні бізнес-процеси нашого складу у вигляді взаємопов'язаних сутностей. Розпочинається все із сутності «Замовлення». Кожне замовлення має свій унікальний номер, назву, дату створення, тираж продукції та поточний статус. Саме навколо замовлень обертається вся діяльність складу.

Не менш важливою є сутність «Заготовка», вона описує всі типи матеріалів, що зберігаються на складі. Кожна заготовка має назву, одиницю виміру та належить до певного типу. Це може бути папір, картон, клей чи будь-який інший матеріал, необхідний для виготовлення книг.

Щоб пов'язати замовлення з необхідними заготовками, використовується проміжна сутність «ЗаготовкаЗамовлення». Вона показує, які саме матеріали та в якій кількості потрібні для конкретного замовлення. Тут зберігається як загальна потреба, так і кількість фактично прийнятих заготовок, що дозволяє відстежувати прогрес виконання замовлення.

Фізично заготовки зберігаються на палетах – це відображає сутність «Палета». Кожна палета прив'язана до конкретної позиції замовлення та має певну кількість заготовок. Важливо, що палета завжди знаходиться в певному місці складу.

Для опису місць зберігання використовується сутність «Локація». Це можуть бути конкретні комірки, зони складу чи будь-які інші просторові одиниці. Кожна локація має свій тип та унікальну назву.

Всі операції на складі виконують співробітники, які описуються сутністю «Комірник». Для кожного комірника зберігається логін та пароль для входу в систему, а також повне ім'я. Це забезпечує безпеку та дозволяє відстежувати, хто саме виконував ті чи інші дії.

Дуже важливою для контролю є сутність «Історія операцій». Вона фіксує всі дії, що відбуваються в системі. Для кожної операції зберігається її тип, точний час виконання та всі залучені об'єкти - палета, локації, відповідальний комірник.

Зв'язки між сутностями відображають реальні бізнес-процеси складу. Одне замовлення може потребувати декількох типів заготовок, кожна позиція замовлення може зберігатися на кількох палетах, кожна палета займає конкретне місце. Всі ці операції фіксуються в історії з прив'язкою до відповідального співробітника.

Логічна модель, хоч і дає чітке уявлення про структуру даних, потребує конкретизації для практичної реалізації. Тому переходимо до створення фізичної моделі.

Перетворення логічної моделі у фізичну передбачає конкретизацію всіх абстракцій. Сутності стають таблицями, атрибути - стовпцями з конкретними

типами даних, а зв'язки реалізуються через первинні та зовнішні ключі.

Фізична ER діаграма системи представлена на рисунку 5.2.

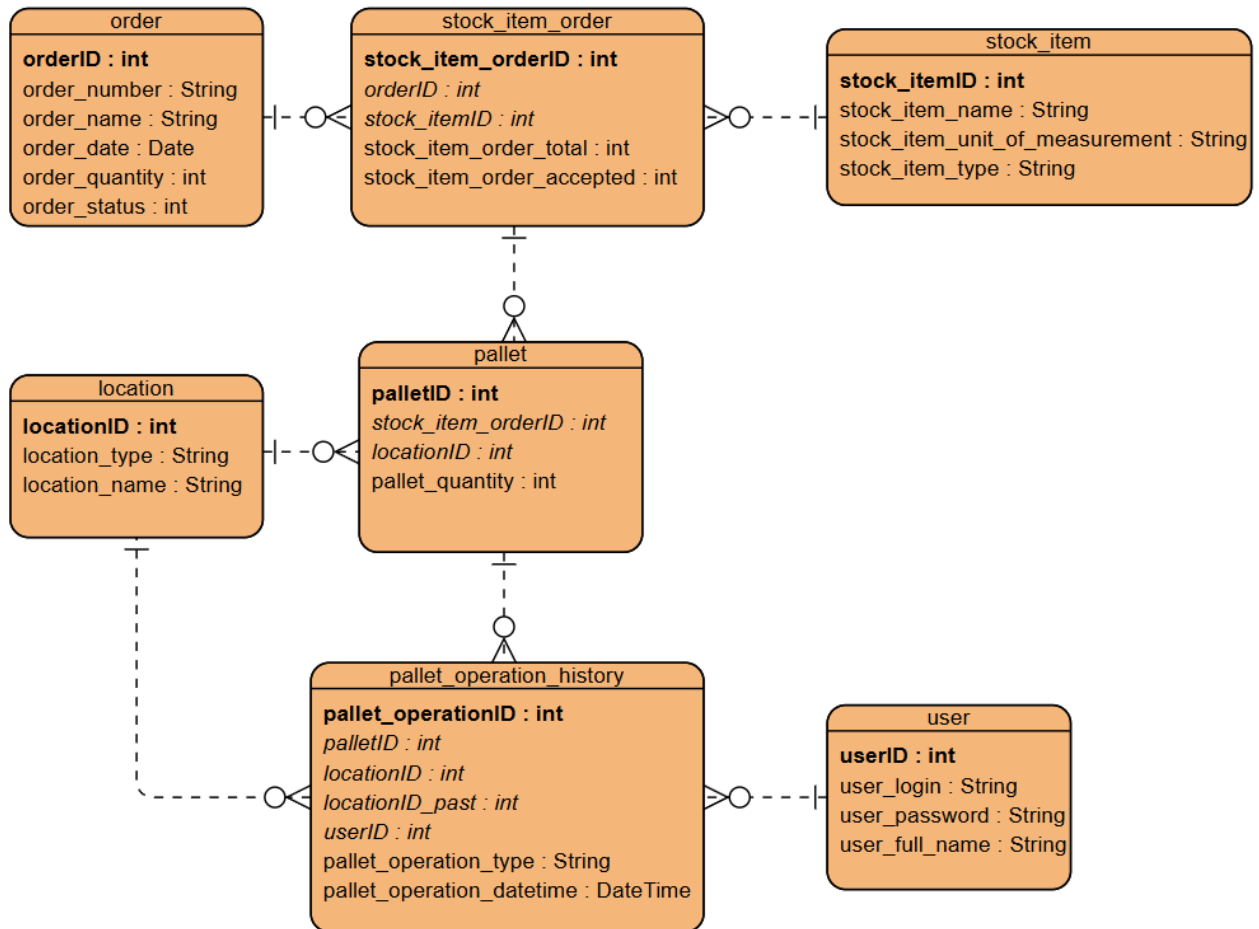


Рисунок 5.2 – Фізична ER діаграма БД ІТ-сервісу

Фізична діаграма, що зображена на рисунку 5.2, показує, як логічна модель втілюється в конкретні таблиці. Кожна сутність перетворилася на таблицю з визначеними типами даних стовпців. Всі ідентифікатори реалізовані як INTEGER з обмеженням PRIMARY KEY та функцією AUTOINCREMENT, що забезпечує автоматичне генерування унікальних значень. Текстові поля мають тип TEXT, а для збереження дат використовується також TEXT у форматі ISO.

Особливу увагу приділено реалізації зв'язків між таблицями. Зовнішні ключі забезпечують цілісність даних через обмеження FOREIGN KEY

REFERENCES.

Детальна специфікація елементів моделі даних наведена в наступних таблицях для забезпечення повного документування структури БД.

Таблиця 5.1 – Відомість про типи сутностей

Ім'я типу сутності	Опис	Особливості використання
1	2	3
Комірник	Зберігає інформацію про користувачів системи, їхні облікові дані для авторизації та персональні дані.	Використовується для автентифікації та для фіксації виконавця складських операцій.
Замовлення	Зберігає основну інформацію про виробничі замовлення	Використовується для контексту виконання складських операцій та для формування звітів по замовленнях.
Заготовка	Довідник унікальних типів заготовок, що використовуються у виробництві.	Використовується для ідентифікації конкретного типу заготовки в позиціях замовлення та на палетах.
ЗаготовкаЗамовлення	Деталізує склад конкретного замовлення, вказуючи, які заготовки до нього входять.	Зв'язуюча сутність між замовленням та заготовкою; містить лічильник фактично прийнятої на облік кількості.
Палета	Представляє конкретну фізичну одиницю з певною кількістю конкретної заготовки для ЗаготовкаЗамовлення.	Основний об'єкт складських операцій; має поточне місцезнаходження.

Кінець таблиці 5.1

1	2	3
Локація	Довідник фізичних місць на складі або біля виробництва, де можуть розміщуватися палети.	Використовується для фіксації місцезнаходження палет. Має обмеження "одна Палета на одну Комірку".
ІсторіяОперацій	Журнал, що фіксує всі операції приймання на облік та переміщення палет, із зазначенням виконавця та часу.	Використовується для аудиту, відстеження руху палет та формування звітів про операції.

Як видно з таблиці 5.1, система охоплює всі ключові аспекти роботи комірників - від ідентифікації замовлень до ведення історії операцій для звітності.

Взаємозв'язки між таблицями детально описані в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Відомість про типи зв'язків

Тип сутності	Тип зв'язку	Тип сутності	Ступінь зв'язку
1	2	3	4
Замовлення	містить	ЗаготовкаЗамовлення	1:М
Заготовка	є компонентом в	ЗаготовкаЗамовлення	1:М
ЗаготовкаЗамовлення	реалізується через	Палета	1:М
Локація	поточне місце для	Палета	1:М
Палета	має історію руху в	ІсторіяОперацій	1:М
Комірник	виконує	ІсторіяОперацій	1:М
Локація	є попередньою локацією в	ІсторіяОперацій	1:М
Локація	є новою локацією в	ІсторіяОперацій	1:М

Інформація з таблиці 5.2 показує логіку роботи мобільного додатку - як комірник сканує палету, система знаходить замовлення, показує список заготовок та дозволяє виконати операцію з оновленням локації.

Для забезпечення консистентності даних використовуються стандартизовані домени атрибутів, що описані в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Відомість про домени атрибутів

І м'я домену	Характеристика домену	Приклади допустимих значень
1	2	3
ID	Числове значення, до 10 символів	1, 150, 98765
Текстовий ID	Рядок змінної довжини до 50 символів	«ZAK-2025-001»
Логін	Рядок змінної довжини до 50 символів	«ivanov_s»
Хеш пароля	Рядок змінної довжини до 255 символів	«2y2y10\$abcdefghijklmnopqrstuv»
ПІБ	Рядок змінної довжини до 150 символів	«Косяченко Дмитро Віталійович»
Номер документа	Рядок змінної довжини до 50 символів	«ЗМ-00123/24»,
Дата	Дата у форматі РРРР-ММ-ДД	«2025-05-15»
Дата та час	Дата та час у форматі РРРР-ММ-ДД ГГ:ХХ:СС	«2025-05-15 10:30:00»
Кількість	Числове значення, до 10 символів	5, 100, 1250
Статус	Рядок змінної довжини до 30 символів	«В роботі», «Виконано», «Прийнято», «Переміщено»
Назва	Рядок змінної довжини до 100 символів	«Палета блоків №15», «Комірка А-01-03»
Одиниця виміру	Рядок змінної довжини до 20 символів	«ШТ», «КГ»
Тип	Рядок змінної довжини до 30 символів	«Комірка», «Машина», «Приймання на облік», «Переміщення», «Обкладинка»

Використання доменів, описаних у таблиці 5.3, допомагає уникнути помилок при розробці мобільного додатка та забезпечує уніфікований підхід до визначення типів даних

Найбільш детальну інформацію про структуру містить таблиця 5.4, де описані всі атрибути всіх сутностей з конкретними типами даних.

Таблиця 5.4 – Відомість про атрибути

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних	Обмеження	Припустимість Null
1	2	3	4	5	6
Комірки	IDКомірки	Унікальний ідентифікатор комірки	ID	Первинний ключ	Ні
	Логін	Логін для входу в систему	Логін	Унікальний, Обов'язковий	Ні
	Пароль	Хеш пароля для зберігання	Хеш пароля	Обов'язковий	Ні
	ПІБ	Повне ім'я та по батькові комірки	ПІБ	Обов'язковий	Ні
Замовлення	IDЗамовлення	Унікальний ідентифікатор замовлення в системі	ID	Первинний ключ	Ні
	Номер замовлення	Повний номер замовлення	Номер документа	Обов'язковий	Ні
	Назва замовлення	Повна назва замовлення	Назва	Обов'язковий	Ні
	Дата замовлення	Дата створення замовлення	Дата		Так
	Тираж	Запланований тираж продукції за замовленням	Кількість		Так

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6
	СтатусЗа мовлення	Поточний статус замовлення	Статус		Так
Загото вка	IDЗаготов ка	Унікальний ідентифікатор типу заготовки	ID	Первинний ключ	Ні
	НазваЗаго товки	Повна назва заготовки	Назва	Обов'язковий	Ні
	Одиниця Виміру	Одиниця виміру для даного типу заготовки	Одиниц я виміру		Так
	ТипЗагот овки	Категорія або тип заготовки	Тип		Так
Загото вкаЗам овленн я	IDЗаготов каЗамовл ення	Унікальний ідентифікатор позиції в замовленні	ID	Первинний ключ	Ні
	IDЗамовл ення	Зовнішній ключ до таблиці «Замовлення»	ID	Зовнішній ключ «Замовлення», Обов'язковий	Ні
	IDЗаготов ка	Зовнішній ключ до таблиці «Заготовка»	ID	Зовнішній ключ «Заготовка», Обов'язковий	Ні
	ЗагальнаК ількість	Кількість заготовок цього типу, що потрібна для замовлення	Кількіст ь	Обов'язковий, >0	Ні
	Прийнята Кількість	Загальна кількість заготовок цього типу, що вже прийнята на облік	Кількіст ь	Обов'язковий, >=0, DEFAULT 0	Ні
Палета	IDПалета	Унікальний ідентифікатор палети на складі	ID	Первинний ключ	Ні
	IDЗаготов каЗамовл ення	Зовнішній ключ до таблиці «ЗаготовкаЗамовленн я»	ID	Зовнішній ключ «ЗаготовкаЗамовл ення», Обов'язковий	Ні

Кінець таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6
	IDЛокація	Зовнішній ключ до таблиці «Локація»	ID	Зовнішній ключ «Локація», Обов'язковий	Ні
	Кількість	Фактична кількість заготовки на палеті	Кількість	Обов'язковий, >0	Ні
Локація	ЛокаціяID	Унікальний ідентифікатор локації	ID	Первинний ключ	Ні
	ТипЛокації	Тип місця зберігання	Тип	Обов'язковий	Ні
	НазваНомерЛокації	Унікальна назва або номер локації	Назва	Унікальний, Обов'язковий	Ні
ІсторіяОперацій	IDІсторіяОперації	Унікальний ідентифікатор запису	ID	Первинний ключ	Ні
	IDПалета	Зовнішній ключ до таблиці «Палета»	ID	Зовнішній ключ «Палета», Обов'язковий	Ні
	IDЛокація	Зовнішній ключ до «Локація»,	ID	Зовнішній ключ «Локація», Обов'язковий	Ні
	IDЛокація_попередня	Зовнішній ключ до «Локація»	ID	Зовнішній ключ «Локація»	Так
	IDКомірник	Зовнішній ключ до «Комірник»	ID	Зовнішній ключ «Комірник», Обов'язковий	Ні
	ТипОперації	Тип виконаної операції	Тип	Обов'язковий	Ні
	ДатаЧасОперації	Дата та час виконання операції	Дата та час	Обов'язковий	Ні

Детальна специфікація, представлена в таблиці 5.4, забезпечує повне розуміння структури кожної таблиці та може бути використана для створення БД мобільного додатка.

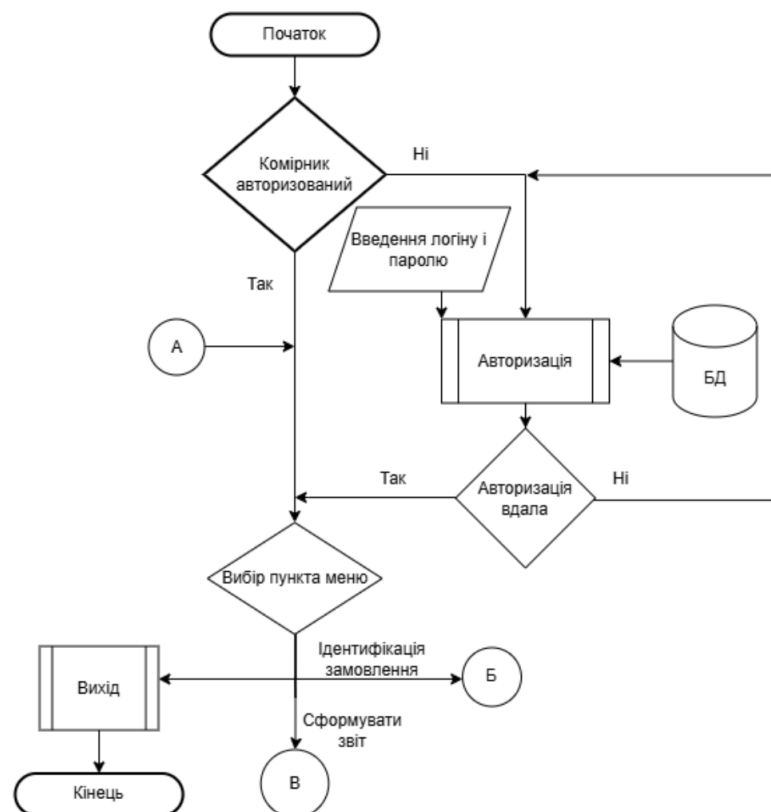
Розроблена логічна модель чітко відображає всі робочі процеси комірників від сканування штрих-кодів до формування звітів. Структура БД оптимізована для специфіки мобільного додатка надаючи швидкий доступ та ефективне відстеження.

6 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІТ-СЕРВІСУ

Розробка математичного забезпечення потребує детального аналізу бізнес-процесів та формалізації логіки виконання кожної операції. Особливу увагу слід приділити алгоритмам, які забезпечують взаємодію з БД, перевірка введених даних та формування вихідної інформації у вигляді звітів.

Загальний алгоритм роботи ІТ-сервісу визначає послідовність дій користувача та системи від моменту запуску додатку до завершення сесії роботи. Алгоритм охоплює всі основні функціональні можливості системи та забезпечує логічну структуру взаємодії між різними модулями програмного забезпечення.

На Рисунку 6.1 показано схему алгоритму роботи ІТ-сервісу.



Рисунку 6.1 - Загальна блок-схема алгоритму роботи ІТ-сервісу

Процес ідентифікації замовлення є ключовим етапом роботи з системою, оскільки визначає подальші можливості роботи з конкретними заготовками. Система надає два способи ідентифікації: автоматичне сканування штрих-коду або ручне введення номера замовлення. При скануванні система аналізує отриману інформацію та витягує номер замовлення, при ручному введенні користувач самостійно вводить номер. В обох випадках система виконує валідацію даних та перевіряє існування замовлення в БД.

Після успішної перевірки в комірника надається доступ до наступних операцій: прийняти палету, перемістити палету, переглянути детальну інформацію по замовленню, сформуванати звіт чи повернутися назад до.

Функція перегляду інформації забезпечує користувача детальними відомостями про стан виконання замовлення. Система отримує з БД детальну інформацію про активне замовлення, включаючи перелік палет, їх кількість та поточні локації. Інформація відображається у структурованому вигляді з можливістю детального перегляду окремих елементів.

Приймання палет заготовок на облік забезпечує ведення точного обліку матеріальних ресурсів на складі. Процес починається з перевірки наявності активного замовлення, після чого користувач вводить кількість заготовок у палеті та сканує код комірки розміщення. Система перевіряє коректність даних, доступність комірки та створює новий запис палети в БД з прив'язкою до активного замовлення.

Переміщення палет між комірками або на технологічні машини оптимізує використання складського простору. Алгоритм включає вибір палети зі списку наявних для активного замовлення, визначення типу нової локації та перевірку її доступності. Після успішної валідації система оновлює інформацію про локацію палети в БД.

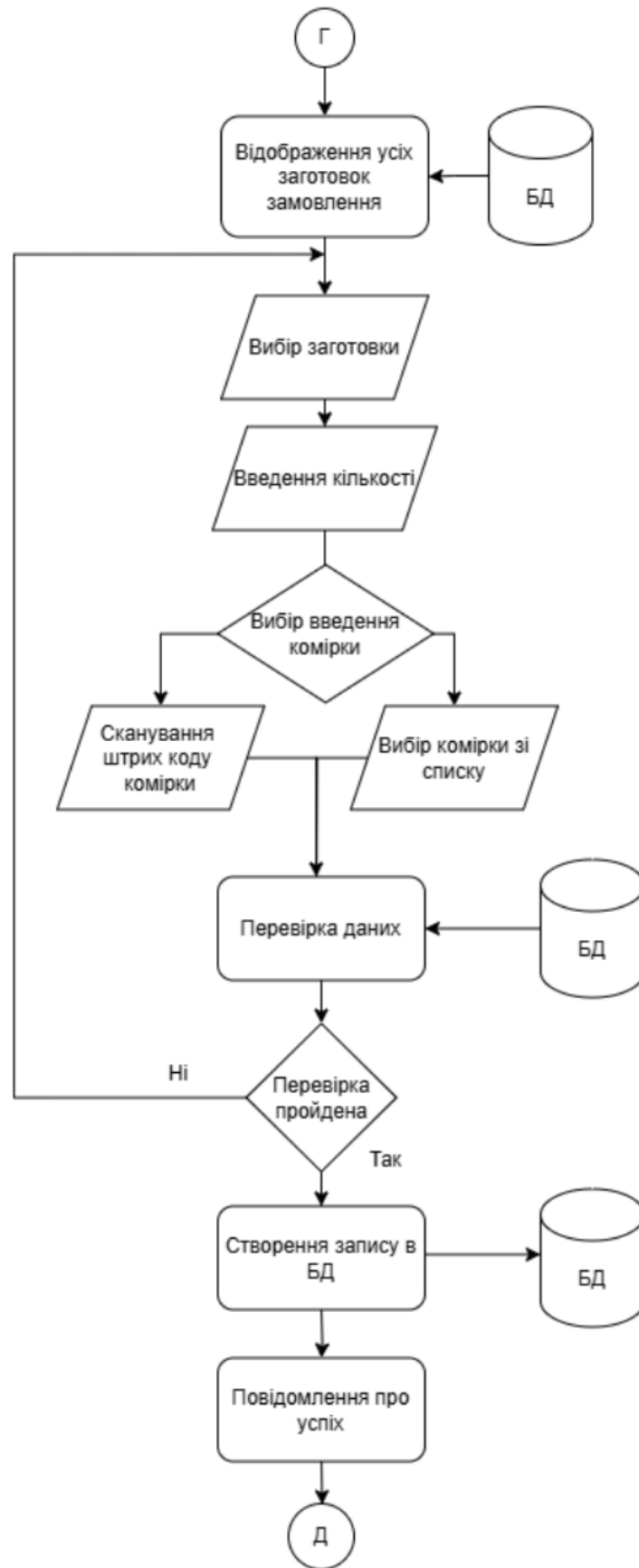


Рисунок 6.1, аркуш 3

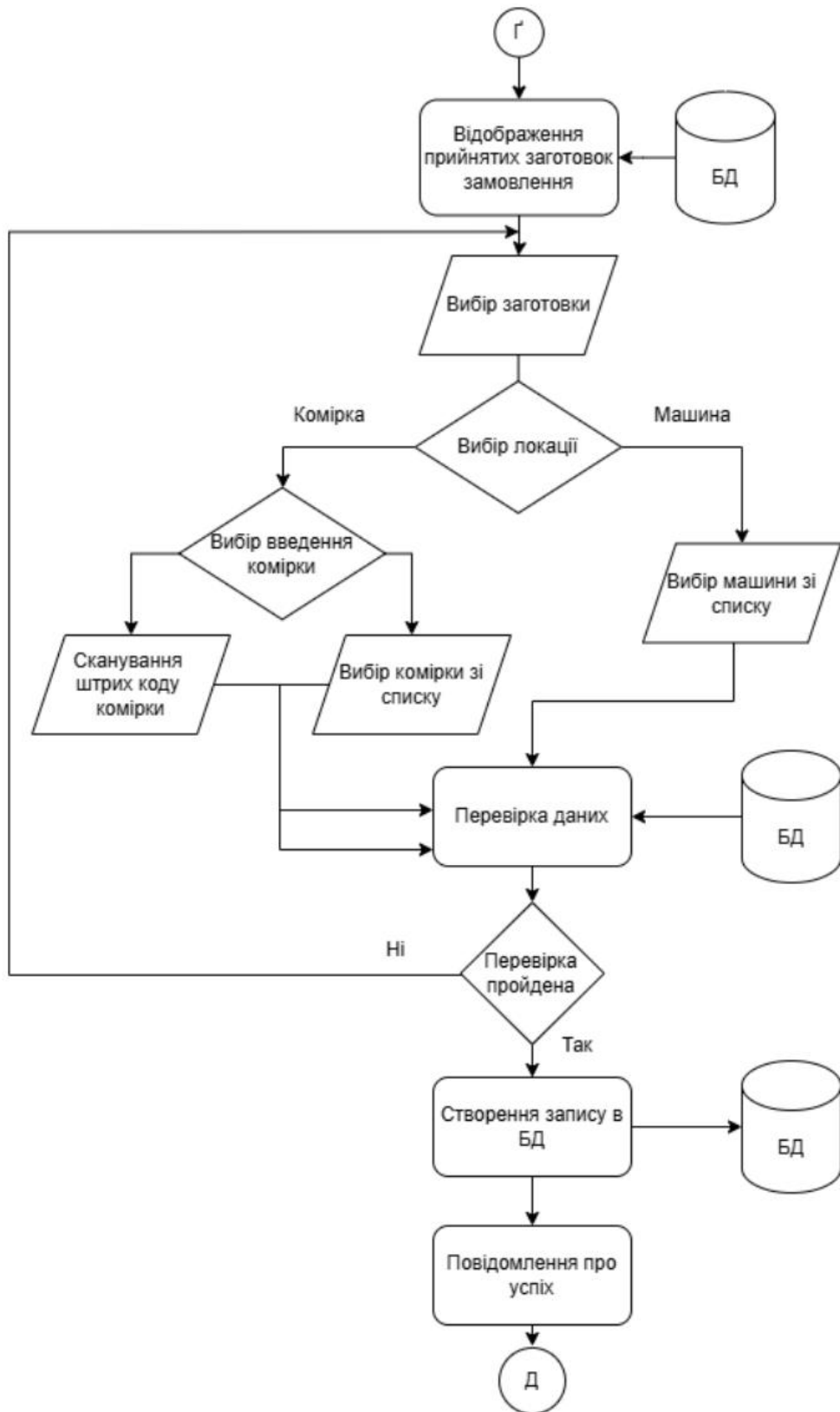


Рисунок 6.1, аркуш 4

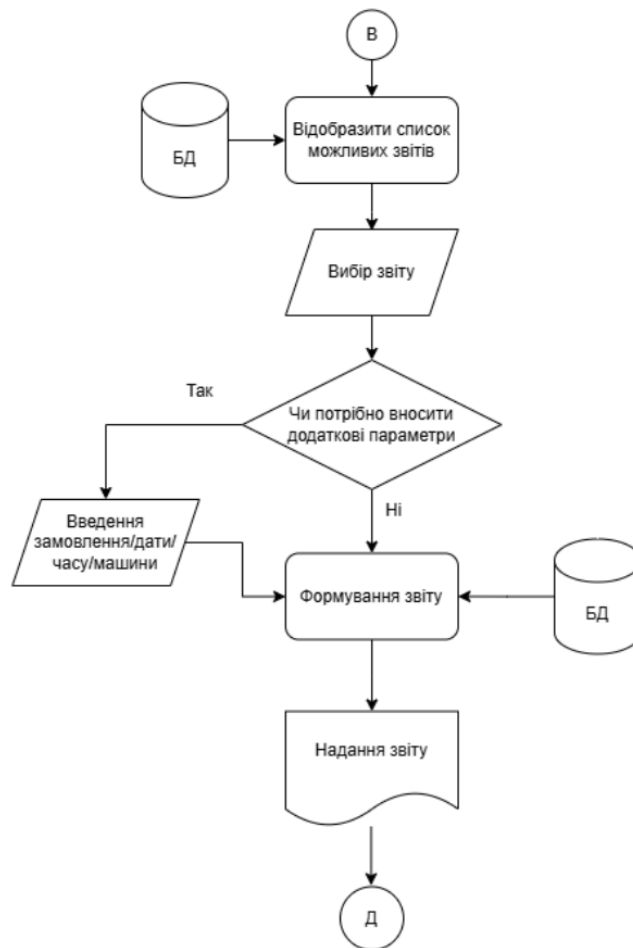


Рисунок 6.1, аркуш 5

Користувач обирає тип звіту відповідно до категорії отримувача: для Комірника, Керівника складу або Майстра цеху. Система формує звіт у відповідному форматі та експортує його у файл для збереження або передачі.

Розроблені алгоритми математичного забезпечення забезпечують комплексну автоматизацію складських операцій та створюють основу для ефективної реалізації програмного забезпечення з можливістю подальшого розширення функціональності.

Розроблені алгоритми математичного забезпечення ІТ-сервісу забезпечують комплексну автоматизацію основних складських операцій та створюють основу для ефективної реалізації програмного забезпечення. Загальна схема роботи системи забезпечує логічну послідовність виконання операцій та ефективну взаємодію між різними функціональними модулями.

7 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГРАМНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

Вибір відповідних технологій є критично важливим етапом проектування, оскільки впливає на продуктивність додатку, складність розробки та подальшого супроводу системи. У даному розділі представлено детальне обґрунтування вибору технологій для реалізації IT-сервісу обліку та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі, проаналізовано архітектуру системи та описано структуру основних програмних компонентів.

Основою для розробки мобільного додатку стала мова програмування Kotlin у поєднанні з нативною Android-розробкою. Це рішення прийнято з урахуванням особливостей роботи комерсантиків та технічних вимог до системи.

Kotlin має ряд переконливих переваг для даного проекту. По-перше, це офіційна мова для Android-розробки, рекомендована самою Google. Це означає найкращу підтримку всіх можливостей платформи та гарантію довгострокового розвитку. По-друге, Kotlin значно зручніший за Java - його синтаксис більш лаконічний та зрозумілий, що зменшує кількість помилок у коді. Особливо важливою є вбудована null-безпека, яка попереджає багато типових збоїв у роботі програми [7].

Для роботи з камерою, необхідної для сканування штрих-кодів, Kotlin надає прямий доступ до всіх Android application programming interface (API) без будь-яких обмежень. Корутини дозволяють ефективно організувати асинхронні операції, що критично важливо при роботі з БД та файловою системою [7]. Функціональні можливості мови роблять код більш читабельним та надійним.

Серед альтернатив розглядалися кросплатформні рішення, зокрема Flutter та React Native. Хоча вони дозволяють створювати додатки одразу для кількох платформ, для конкретних потреб складського обліку нативна розробка має суттєві переваги. Нативний доступ до камери забезпечує кращу

якість сканування штрих-кодів, а робота з файловою системою для збереження звітів відбувається без додаткових складнощів. Крім того, продуктивність нативних додатків завжди вища, що важливо для швидкої роботи комірників[8].

Java як альтернативу було відхилено через більш громіздкий синтаксис та відсутність сучасних мовних конструкцій, які роблять розробку швидшою та безпечнішою.

Для розробки було обрано Android Studio - офіційне інтегроване середовище розробки від Google [9]. Воно створено спеціально для розробки мобільних додатків і містить усі необхідні інструменти. Вбудований емулятор дозволяє тестувати додаток без реального пристрою, а інструменти налагодження допомагають швидко знаходити та виправляти помилки. Особливо корисними є засоби профілювання, які показують, як додаток використовує ресурси пристрою.

Середовище має відмінну інтеграцію з системами контролю версій, що важливо для роботи. Автодоповнення коду та інтелектуальні підказки значно прискорюють процес написання програми. Вбудовані шаблони для створення різних компонентів Android-додатків економлять час розробника [9].

Для зберігання даних на мобільному пристрої гарним вибором стала SQLite. Ця вбудована реляційна БД ідеально підходить для мобільних додатків завдяки кільком ключовим характеристикам.

SQLite не потребує окремого серверного компонента, що значно спрощує архітектуру додатку та знижує ризик збоїв через проблеми з мережею. Для складського додатку, який повинен працювати навіть при нестабільному з'єднанні з корпоративною мережею, це критично важливо [10].

БД забезпечує повну підтримку SQL-запитів, що гарантує цілісність даних навіть у випадку несподіваного вимкнення пристрою. Для складських операцій, де втрата даних може призвести до серйозних розбіжностей в обліку, така надійність є неодмінною вимогою [10].

Компактний розмір та висока швидкодія SQLite роблять її ідеальним

вибором для мобільних пристроїв з обмеженими ресурсами. БД ефективно працює з відносно невеликими обсягами даних, характерними для складських операцій одного комірника протягом робочої зміни [10].

Для ефективної роботи з SQLite в Android-додатку використовується Room Persistence Library. Вона значно спрощує роботу з БД, автоматично генерує код для типових операцій та забезпечує безпеку типів. Замість написання складних SQL-запитів вручну, можна використовувати зручні анотації та методи[11].

Функціональність сканування штрих-кодів реалізується через CameraX API у поєднанні з ML Kit. CameraX - це сучасний підхід до роботи з камерою в Android, який автоматично обробляє багато технічних деталей та забезпечує стабільну роботу на різних пристроях. ML Kit від Google надає потужні можливості розпізнавання штрих-кодів з високою точністю та швидкістю[12].

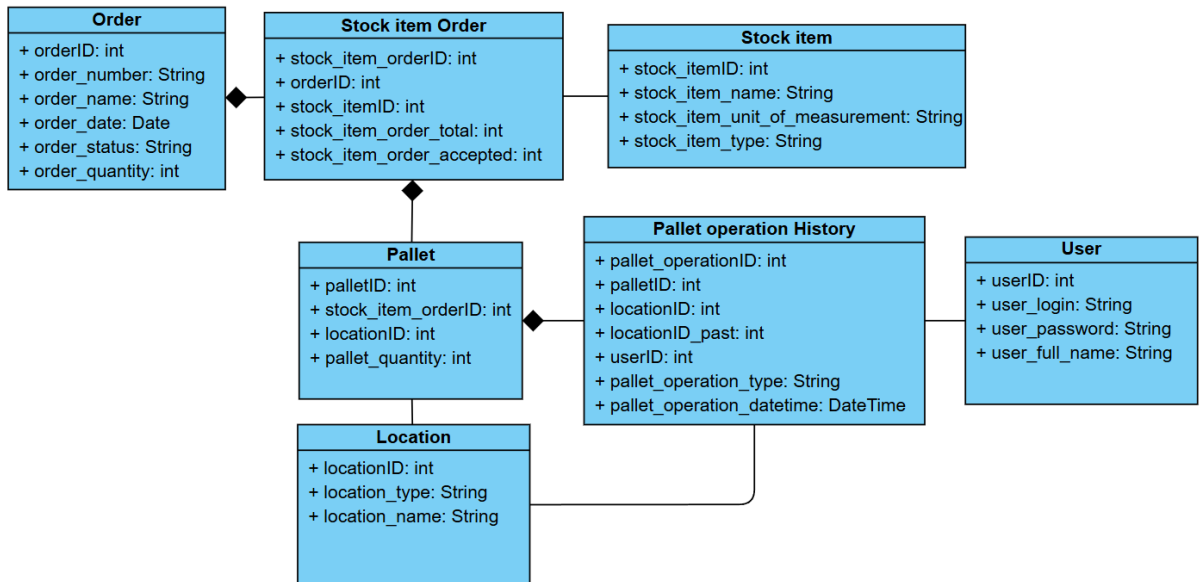
Для створення звітних файлів у форматі Portable Document Format (PDF) використовується бібліотека iText. Вона дозволяє генерувати професійно оформлені документи з таблицями, графіками та іншими елементами [13]. Це важливо для створення зрозумілих звітів для керівництва складу та майстрів цеху.

Для роботи з файловою системою пристрою застосовуються стандартні Android API, які забезпечують безпечне збереження файлів.

Розроблений мобільний додаток має модульну архітектуру, що забезпечує чіткий розподіл відповідальності між компонентами системи та спрощує процес розробки та подальшого супроводу. Система побудована за принципами об'єктно-орієнтованого програмування з використанням патернів проектування, що сприяють створенню гнучкого та розширюваного коду.

Для візуалізації статичної структури програмних модулів використовується UML діаграма класів. Діаграма відображає основні сутності предметної області та їх взаємодію в рамках розробленого IT-сервісу.

На Рисунку 7.1 показано діаграму основних класів IT-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»



Рисунку 7.1 UML діаграма класів IT-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі»

Згідно з діаграмою класів, наведеною на рисунку 7.1, система включає наступні основні класи та їх взаємозв'язки.

Центральним елементом системи є клас Order, який представляє замовлення з усією необхідною інформацією. Клас Stock_Item_Order забезпечує зв'язок між замовленнями та номенклатурними позиціями, а клас Pallet моделює фізичні палети з заготовками.

Клас Location представляє місця зберігання як на складі, так і біля виробничих машин. Клас Pallet_Operation_History веде повний аудит всіх операцій з палетами, що забезпечує необхідну звітність.

Клас User забезпечує авторизацію користувачів та персоналізацію роботи з системою. Всі операції в системі прив'язані до конкретного користувача, що дозволяє відстежувати відповідальність за кожну дію.

У системі реалізовано два основні типи зв'язків між класами. Композиційні зв'язки показують, що деякі об'єкти не можуть існувати окремо від своїх власників. Так, позиції замовлення створюються лише в рамках конкретного замовлення, палети формуються для реалізації певної позиції, а

історія операцій ведеться для кожної палети окремо.

Асоціативні зв'язки дозволяють об'єктам посилатися один на одного без прямої залежності. Різні позиції замовлень можуть використовувати однакові типи заготовок з довідника, палети розміщуються в конкретних локаціях складу, а кожна операція фіксує відповідального користувача та задіяні місця зберігання.

Обраний технологічний стек на базі Kotlin та нативних Android-технологій забезпечує оптимальне рішення для створення мобільного додатку складського обліку. Використання сучасних інструментів розробки та перевірених архітектурних підходів гарантує створення надійного та ефективного програмного продукту.

Модульна архітектура системи та продумана структура класів забезпечують гнучкість розробки та можливість подальшого розширення функціональності. Вибрані технології повністю відповідають специфічним вимогам складського обліку та забезпечують всі необхідні можливості для ефективної роботи комірників книжкової фабрики.

8 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНІЧНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

Ефективне функціонування розроблюваного ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» потребує створення надійного комплексу технічних засобів (КТЗ), що забезпечить стабільну роботу системи в умовах виробничого середовища. Технічне забезпечення повинно задовольняти вимоги щодо продуктивності, надійності та безпеки експлуатації.

КТЗ має забезпечувати стабільну взаємодію між мобільними пристроями комірників та централізованою БД, а також підтримувати безперервність роботи системи в умовах промислового підприємства.

КТЗ складається з мобільних пристроїв комірників, мережевого обладнання для забезпечення локального зв'язку та серверної інфраструктури для централізованої БД.

Мобільний пристрій комірника являє собою смартфон на операційній системі Android з встановленим застосунком обліку заготовок. Він повинен відповідати визначеним мінімальним технічним вимогам до пристроїв, представленим в Таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Технічні вимоги до мобільних пристроїв комірників

Характеристика	Мінімальні вимоги	Рекомендовані параметри
Операційна система	Android 8.0 (API 26)	Android 10.0 і вище
Оперативна пам'ять	3 ГБ	4 ГБ і більше
Вбудована пам'ять	32 ГБ	64 ГБ і більше
Камера	8 Мп з автофокусом	12 Мп з оптичною стабілізацією
Дисплей	5.5" HD (1280×720)	6.0" Full HD (1920×1080)
Автономність	6 годин активної роботи	10 годин активної роботи
Захист	IP53	IP65 і вище

Мережева інфраструктура фабрики забезпечує зв'язок між мобільними пристроями та серверним обладнанням. Точки доступу Wi-Fi встановлюються в усіх зонах складу для забезпечення безперервного покриття. Використовується стандарт 802.11n з можливістю одночасного підключення до 25 пристроїв на точку доступу. Мережевий роутер забезпечує маршрутизацію трафіку та підключення до корпоративної мережі підприємства з пропускною здатністю не менше 100 Мбіт/с.

Система безперебійного живлення забезпечує стабільну роботу серверного та мережевого обладнання при відключеннях електроенергії. UPS повинен мати потужність не менше 1000 ВА з часом автономної роботи щонайменше 30 хвилин для коректного завершення операцій та збереження даних.

Серверна частина системи реалізується на базі спеціалізованого сервера БД, розташованого в серверній кімнаті підприємства. Технічні характеристики серверного обладнання визначаються кількістю одночасних користувачів та обсягом оброблюваних даних. У Таблиці 8.2 наведено рекомендовані параметри серверної конфігурації.

Таблиця 8.2 – Технічні характеристики серверного обладнання

Компонент	Характеристики
Процесор	Intel Xeon E-2234, 4 ядра, 3.6 ГГц
1	2
Оперативна пам'ять	16 ГБ DDR4 ECC
Накопичувач	SSD 512 ГБ + HDD 2 ТБ
Мережеві інтерфейси	2 × Gigabit Ethernet

На рисунку 8.1 представлено структурну схему технічного комплексу, що демонструє взаємозв'язки між основними компонентами системи.

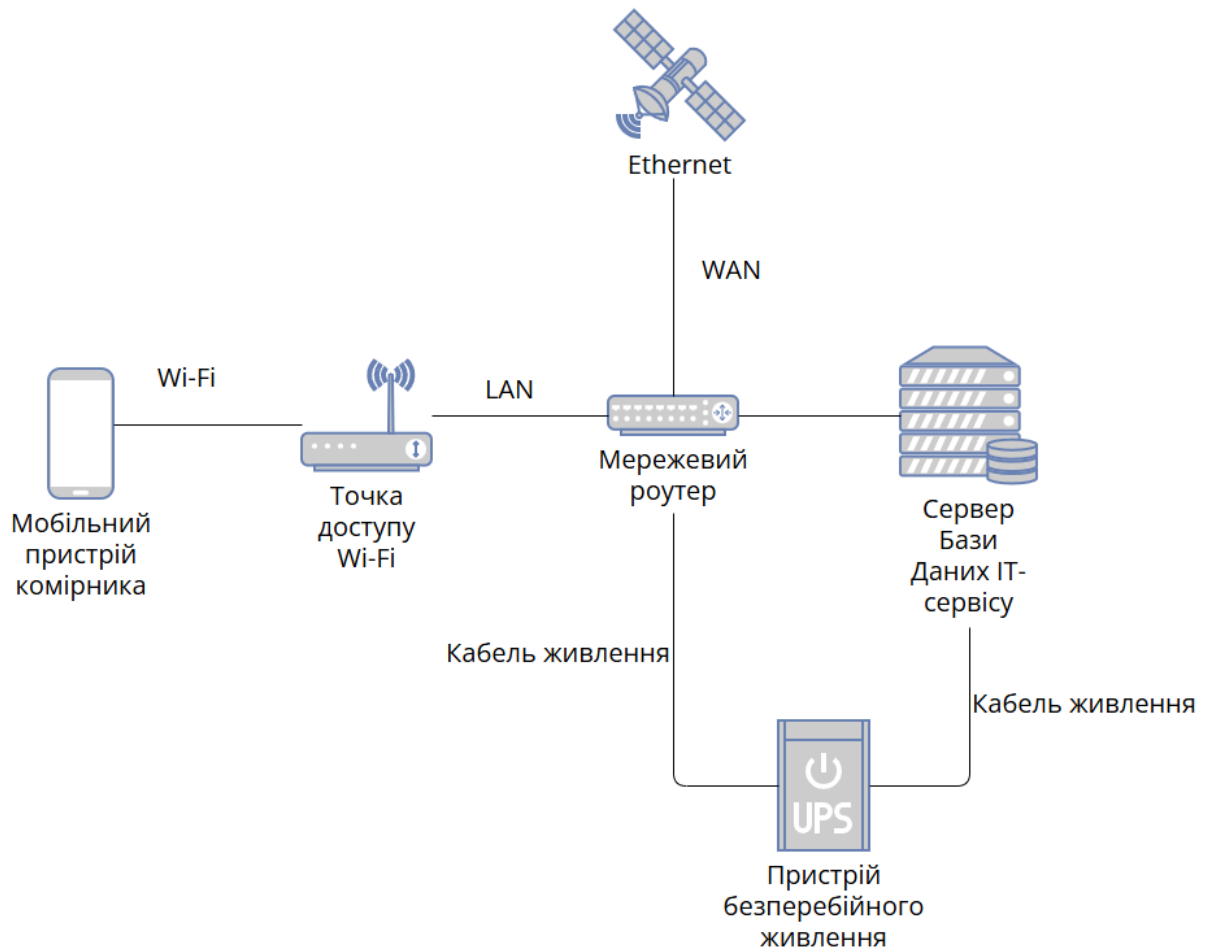


Рисунок 8.1 – Структурна схема КТЗ ІТ-сервісу

Функціонування КТЗ забезпечує виконання всіх операцій ІТ-сервісу через надійні канали зв'язку. Комірники використовують мобільні пристрої для підключення до корпоративної Wi-Fi мережі, через яку здійснюється обмін даними з центральною БД. Локальна мережа забезпечує швидкий доступ до інформації про замовлення, реєстрацію операцій з палетами та синхронізацію даних між усіма користувачами системи.

При експлуатації мобільних пристроїв на складі необхідно дотримуватися правил безпечного використання електронних пристроїв у виробничих умовах, уникати механічних пошкоджень та забезпечувати захист від пилу та вологи. Слід регулярно перевіряти стан акумуляторів та зарядних пристроїв.

Серверне та мережеве обладнання повинно розміщуватися в спеціально

обладнаних приміщеннях з контрольованим доступом, належною вентиляцією та пожежною безпекою. Критично важливим є забезпечення стабільного електроживлення та захист мережі від несанкціонованого доступу через налаштування брандмауерів та систем аутентифікації.

Розроблений КТЗ забезпечує надійну технічну основу для функціонування ІТ-сервісу обліку та розміщення заготовок на складі. Обрані компоненти відповідають специфічним вимогам складського середовища та гарантують стабільну роботу системи при дотриманні відповідних правил експлуатації та техніки безпеки.

9 РОЗРОБКА USER EXPERIENCE (UX) ТА USER INTERFACE (UI) РІШЕНЬ

Ефективність та зручність використання програмного продукту значною мірою залежать від якості проектування UX та UI. Особливо це актуально для мобільних додатків, призначених для виконання робочих завдань в динамічних умовах, як-от IT-сервіс «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі». Некоректно спроектований інтерфейс може призвести до помилок користувача, зниження продуктивності та загального негативного враження від системи. Метою даного розділу є опис та демонстрація розроблених UX/UI рішень, що спрямовані на забезпечення інтуїтивно зрозумілої, швидкої та комфортної взаємодії комірника з IT-сервісом.

Проектування UX було зосереджено на потребах основного користувача системи – комірника складу книжкової фабрики. Комірник виконує щоденні операції з обліку та переміщення матеріальних цінностей, працюючи в умовах складу, що вимагає мобільності та можливості швидкого введення даних, часто за допомогою сканування штрих-кодів. Ключовими завданнями, які вирішує комірник за допомогою IT-сервісу, є: авторизація в системі, ідентифікація виробничих замовлень, приймання палет із заготовками на облік із зазначенням їх кількості та місця зберігання, переміщення палет між складськими комірками та до виробничих машин, оперативний перегляд актуальної інформації по замовленнях та формування необхідних звітів про виконані операції.

Загальна структура навігації в додатку побудована таким чином, щоб забезпечити легкий доступ до основного функціоналу. Після успішної авторизації користувач потрапляє на головний екран, де може ініціювати ідентифікацію замовлення. Після ідентифікації замовлення відкривається контекстне меню операцій, специфічних для роботи з цим замовленням.

Додаткові функції, такі як формування звітів, доступні через бічне навігаційне меню. Переходи між екранами є логічними та послідовними, мінімізуючи кількість необхідних дій для виконання типових завдань.

На основі розроблених UX-рішень та визначених сценаріїв взаємодії було створено візуальний дизайн користувацького інтерфейсу. Основна увага приділялася чіткості, читабельності та зручності використання додатку на мобільних пристроях в умовах складського приміщення. Далі наведено опис і графічне представлення ключових екранів розробленого ІТ-сервісу.

Екран авторизації користувача представлений на рисунку 9.1.

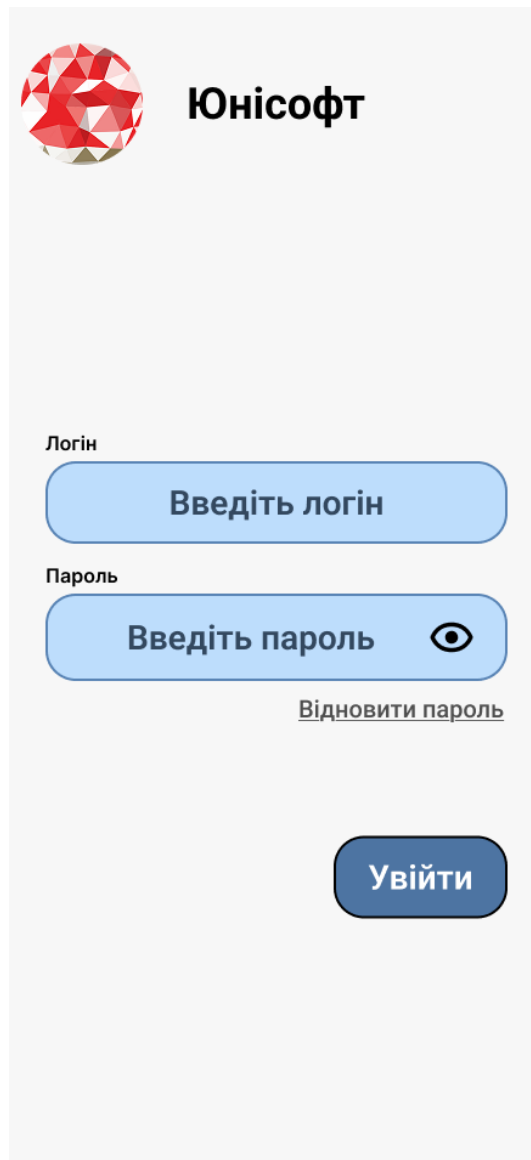


Рисунок 9.1 – Екран авторизації користувача

Екран авторизації, зображений на рисунку 9.1, містить логотип компанії, поля для введення логіна та пароля, а також кнопку «Увійти» для підтвердження введених даних і «Відновити пароль» якщо комірник забув свій пароль. Для зручності користувача передбачена можливість відображення та приховування введеного пароля за допомогою відповідної іконки.

Головний екран показано на рисунку 9.2.

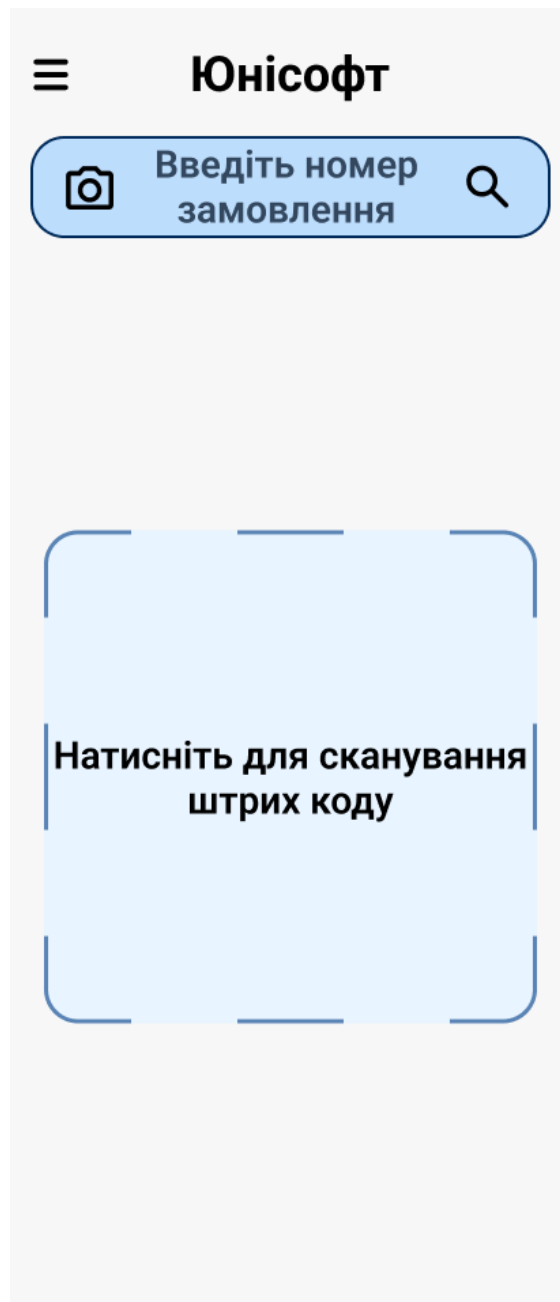


Рисунок 9.2 – Екран ідентифікації замовлення

Після успішної авторизації або при наявності активної сесії, користувач потрапляє на екран, як на рисунку 9.2, де може ввести номер замовлення вручну у відповідне поле з іконкою пошуку або активувати камеру пристрою, для сканування штрих-коду замовлення, натиснувши на іконку камери або спеціальну область для сканування.

На рисунку 9.3 зображено вигляд бокового меню.

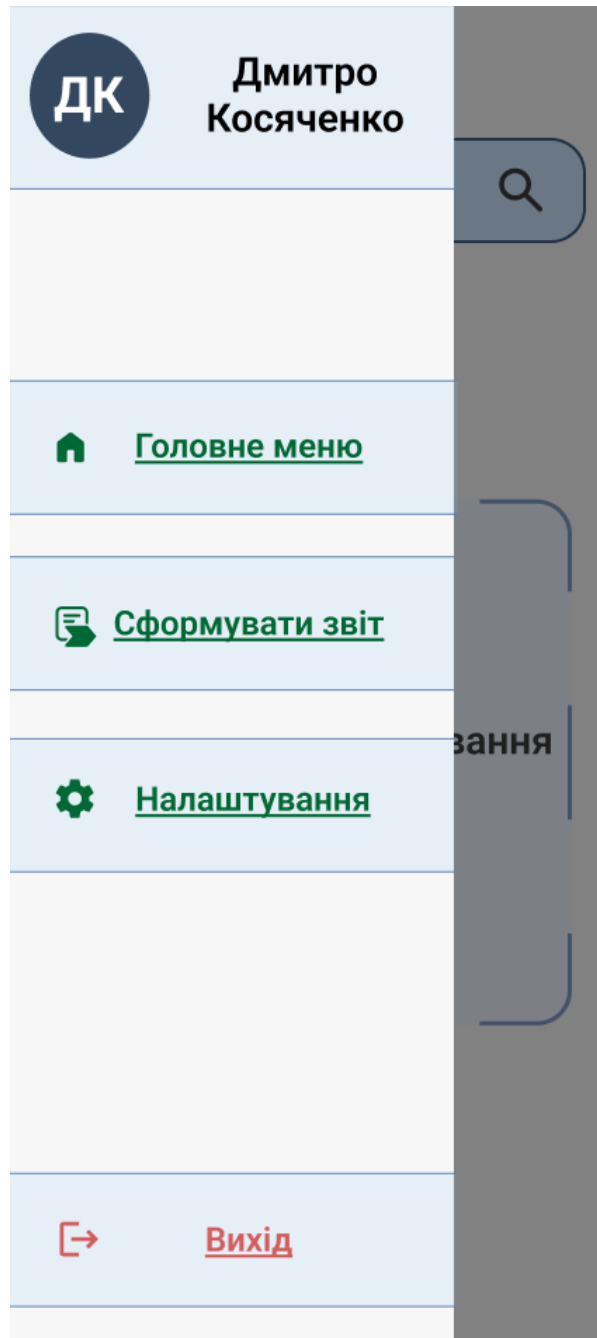


Рисунок 9.3 – Бокове навігаційне меню

Бічне навігаційне меню, з рисунку 9.3, викликається натисканням на іконку. Воно надає швидкий доступ до основних розділів додатку: «Головне меню», «Сформувати звіт», «Налаштування» та опція «Вихід» для завершення сесії користувача. У верхній частині меню відображається інформація про поточного авторизованого користувача.

Меню ідентифікованого активного замовлення показано на рисунку 9.4.

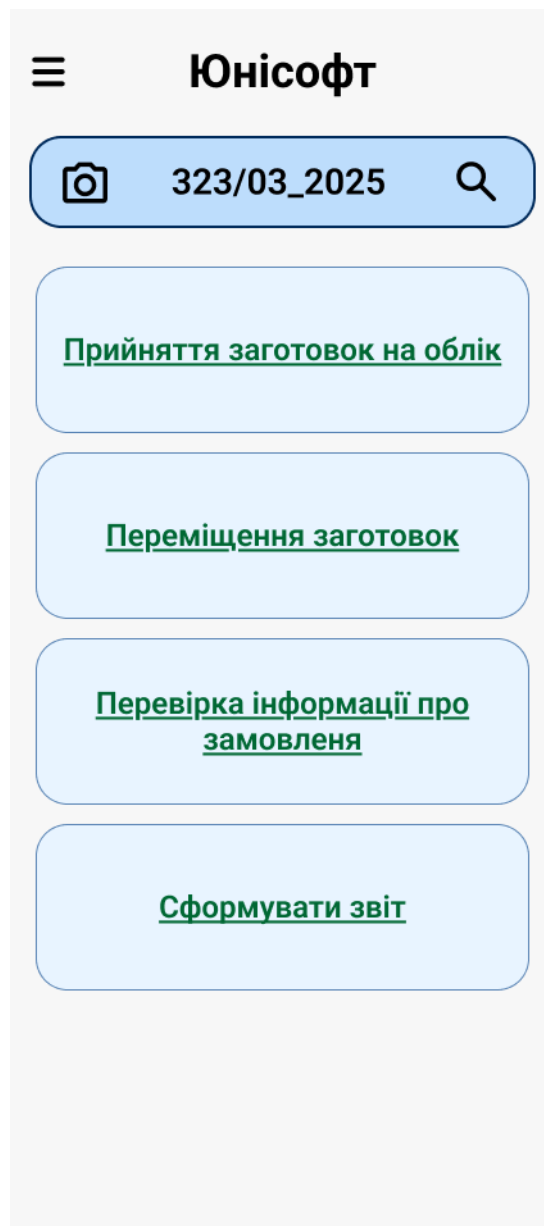


Рисунок 9.4 – Меню операцій для активного замовлення

Після успішної ідентифікації замовлення, як показано на рисунку 9.4, користувачу стає доступним меню основних операцій, таких як «Прийняття заготовок на облік», «Переміщення заготовок», «Перевірка інформації про замовлення» та «Сформувати звіт».

Процес прийняття заготовок на облік ілюструється на рисунках 9.5 - 9.7.

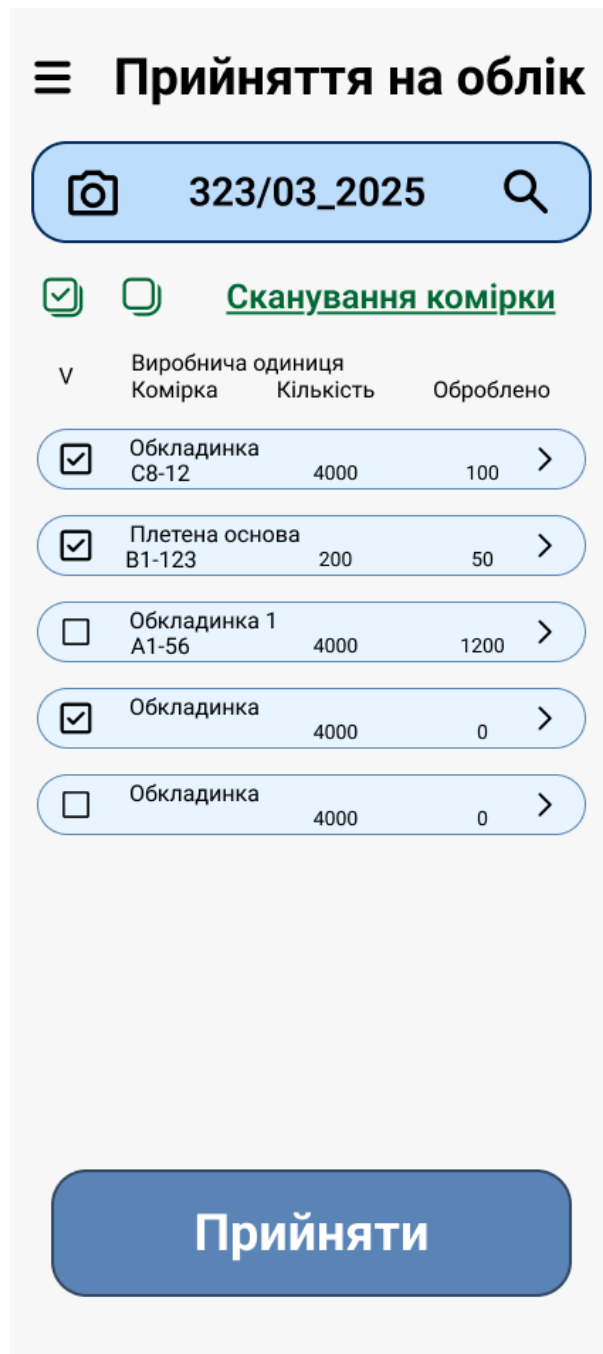


Рисунок 9.5 – Екран вибору заготовок для прийняття на облік

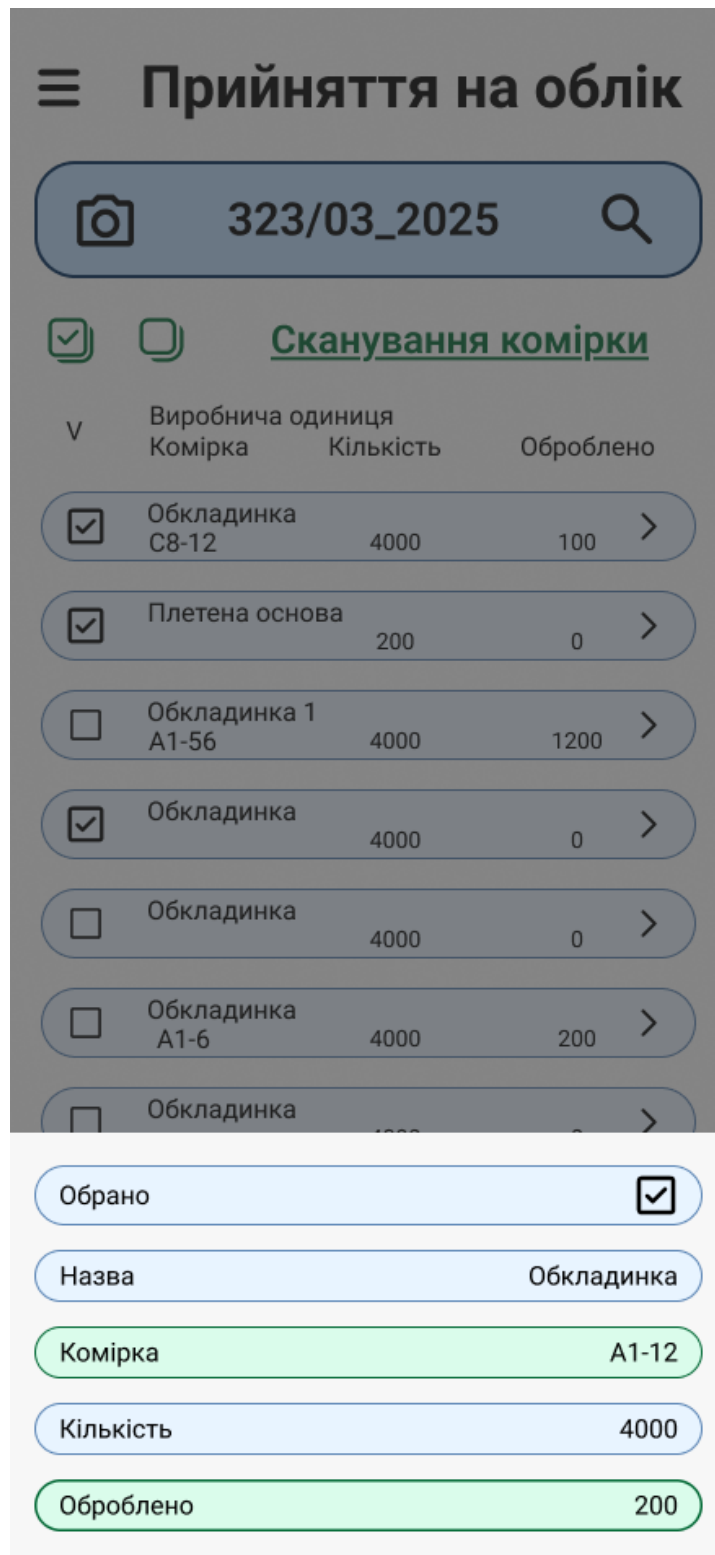


Рисунок 9.6 – Екран деталізованої інформації вибраної заготовки для прийняття на облік

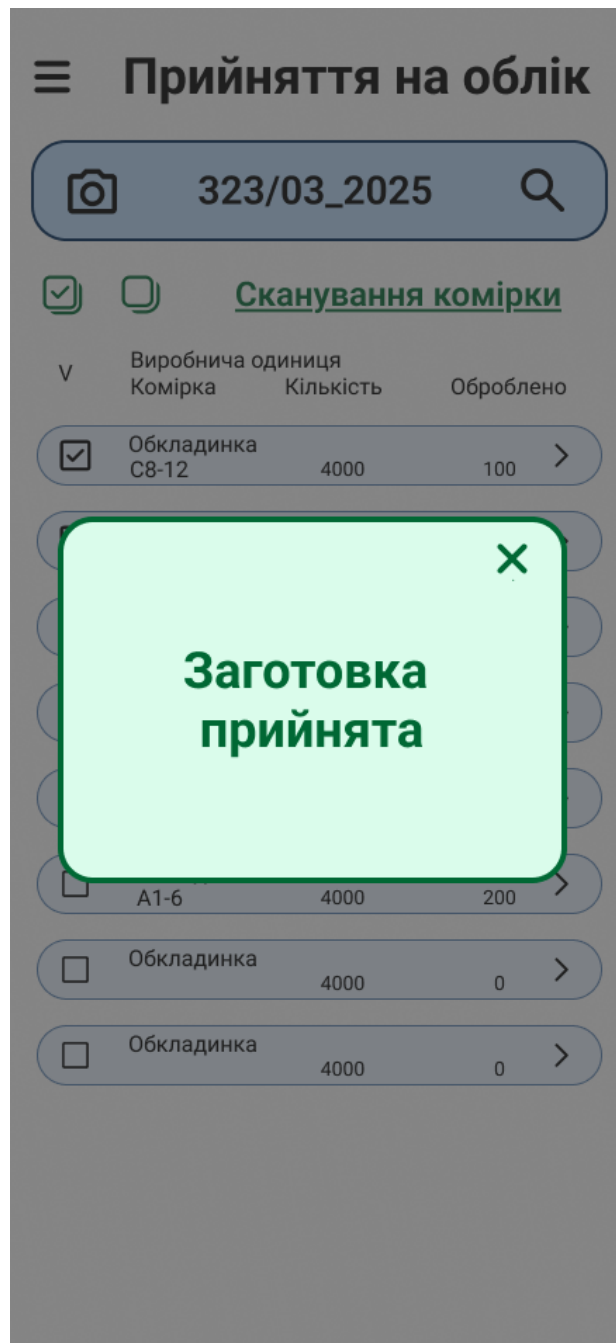


Рисунок 9.7 – Екран про успіх прийняття заготовки на облік

Після вибору відповідної операції та активного замовлення комірнику відображається список позицій заготовок цього замовлення, рисунок 9.5. Він може обрати одну або декілька позицій за допомогою чекбоксів, ввести кількість для кожної обраної палети та вказати комірку розміщення, це показано на рисунку 9.6, активувавши функцію «Сканування комірки». Завершується операція натисканням кнопки «Прийняти», і якщо операція

обробилася вдало, з'являється повідомлення про успіх, що ми бачимо на рисунку 9.7.

Процес переміщення палет заготовок реалізовано на екранах, представлених на рисунках 9.8 - 9.10.

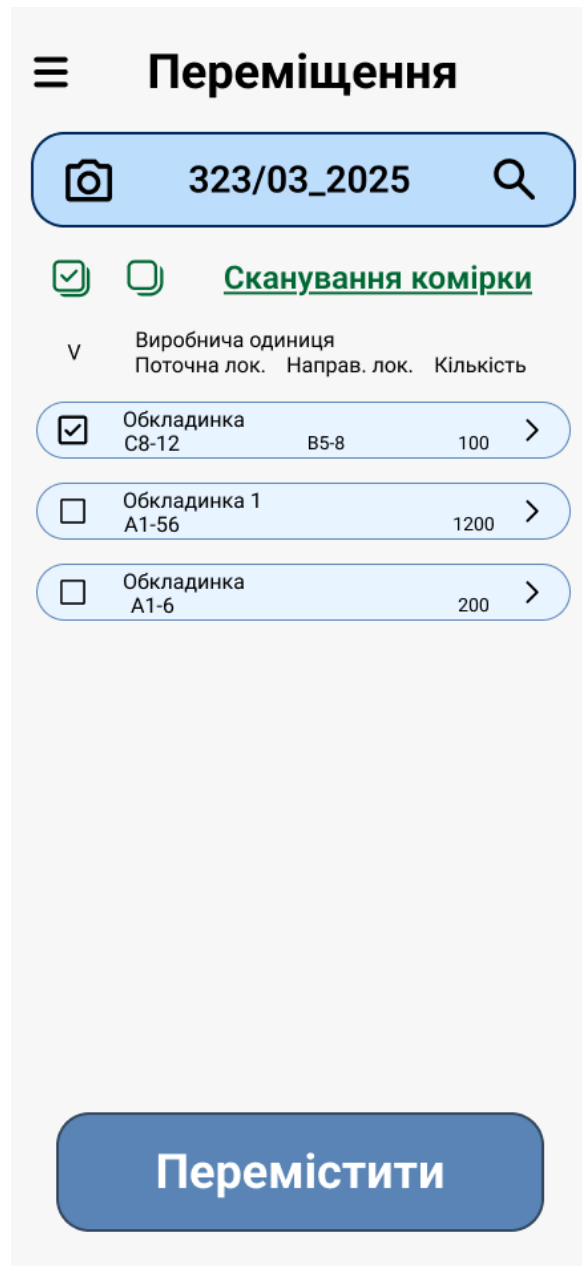


Рисунок 9.8 – Екран вибору палети для переміщення

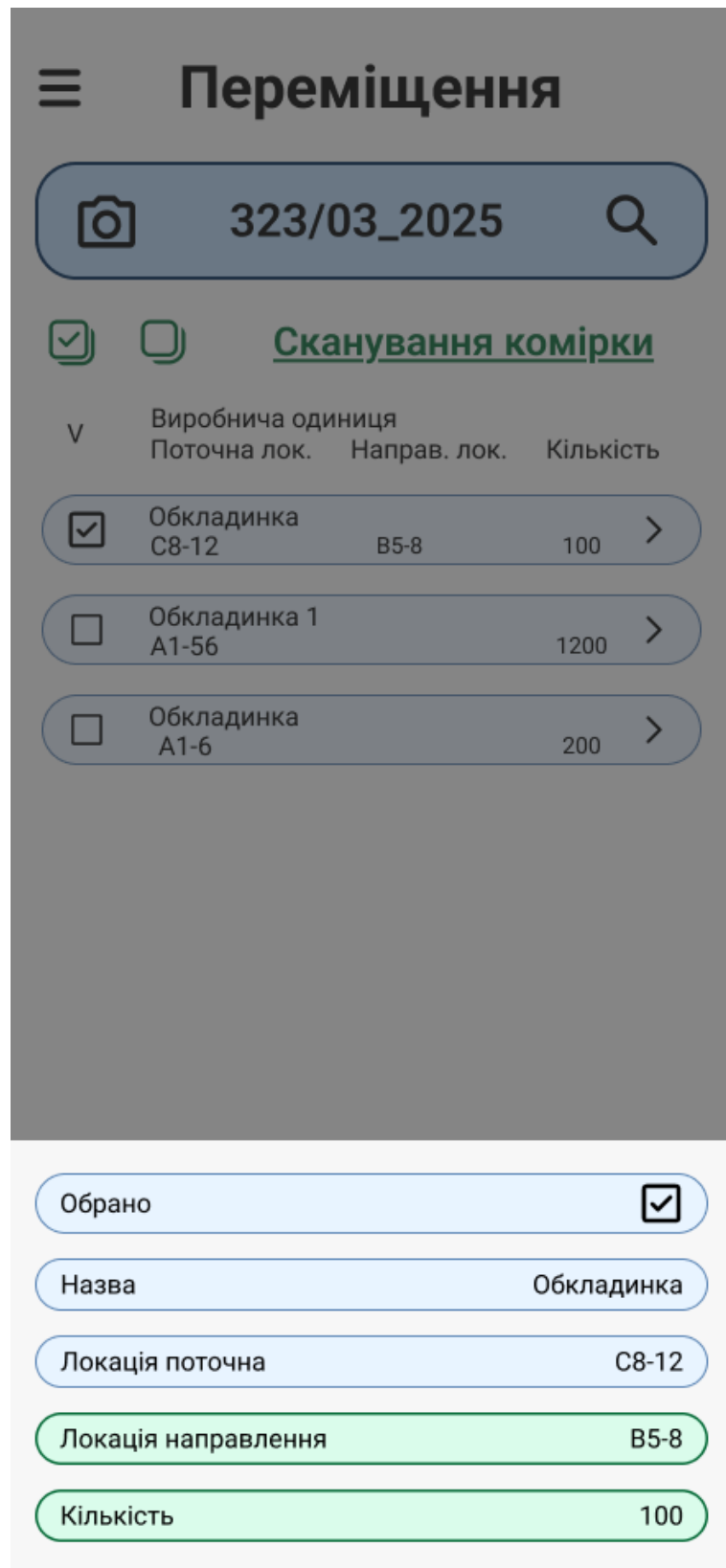


Рисунок 9.9 – Екран деталізованої інформації вибраної заготовки для переміщення

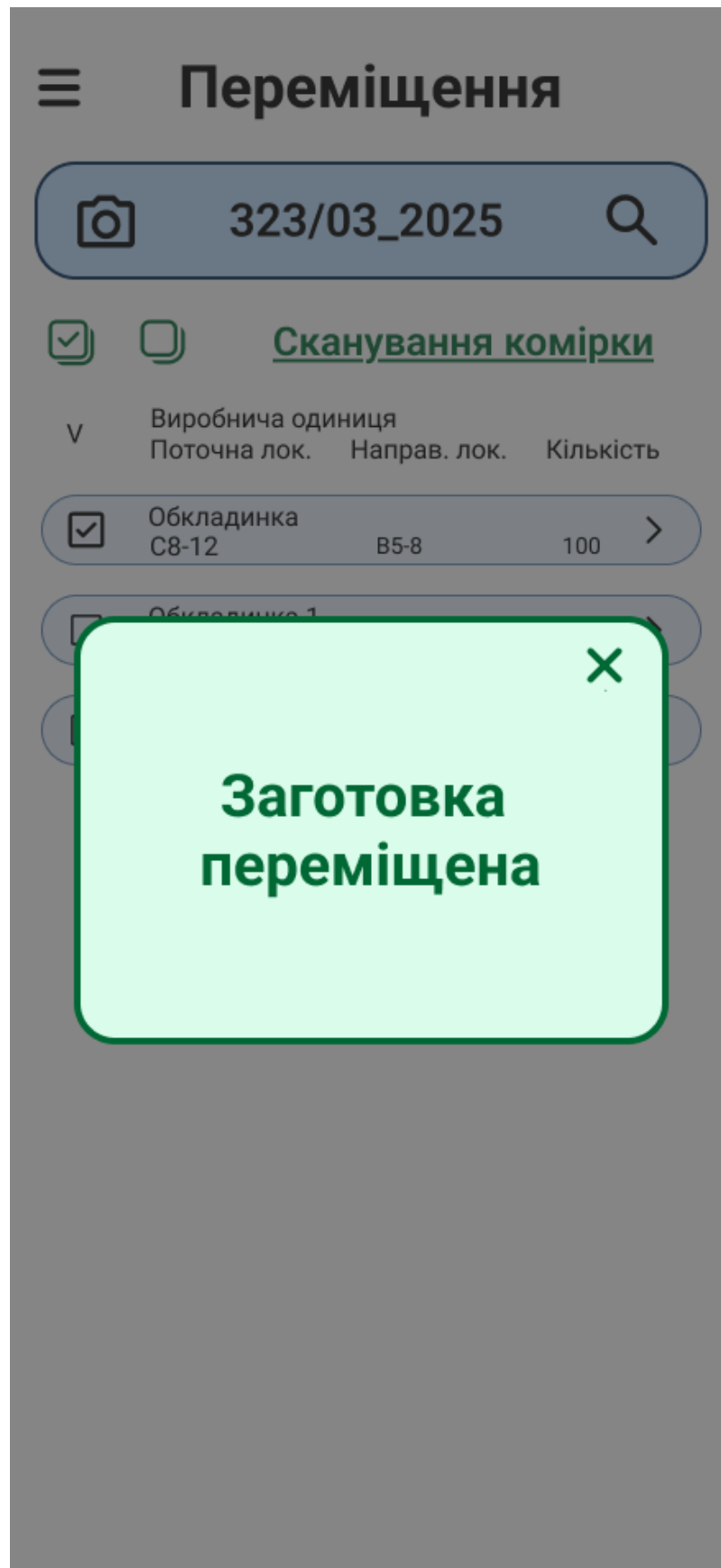
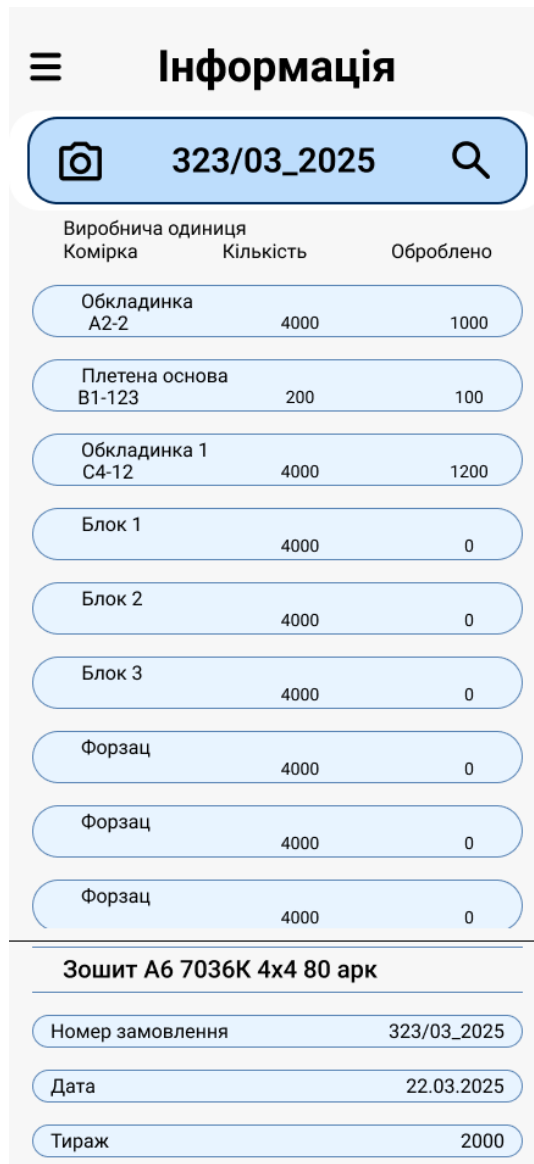


Рисунок 9.10 – Екран про успіх переміщення заготовки
Екран вибору палети для переміщення подібний екрану прийняття на

облік, на ньому відображається список вже прийнятих палет для активного замовлення, із зазначенням їх поточної локації та кількості, що показано на рисунку 9.8. Користувач обирає необхідну палету. Після вибору, як на рисунку 9.9, на екрані деталізації операції переміщення, комірник може вказати нову локацію, куди переміщується палета, активувавши функцію «Сканування комірки» або обравши машину зі списку. Так само, завершується операція натисканням кнопки і повідомлення про успіх, що зображено на рисунку 9.10.

Функція перегляду детальної інформації про замовленню представлена на рисунку 9.11



Виробнича одиниця Комірка	Кількість	Оброблено
Обкладинка А2-2	4000	1000
Плетена основа В1-123	200	100
Обкладинка 1 С4-12	4000	1200
Блок 1	4000	0
Блок 2	4000	0
Блок 3	4000	0
Форзац	4000	0
Форзац	4000	0
Форзац	4000	0

Зошит А6 7036К 4x4 80 арк

Номер замовлення	323/03_2025
Дата	22.03.2025
Тираж	2000

Рисунок 9.11 – Екран перегляду детальної інформації про замовлення

Функція перегляду детальної інформації про замовлення забезпечує комірника повними даними про поточний стан виконання обраного замовлення, що можна подбачити на рисунку 9.11. На екрані відображається перелік всіх номенклатурних позицій замовлення із зазначенням їх планової кількості, вже прийнятої на облік кількості та поточного місцезнаходження. У нижній частині екрану наводиться загальна інформація про саме замовлення, така як його повна назва, номер, дата та загальний тираж.

Екран вибору звіту для формування зображено на рисунку 9.12

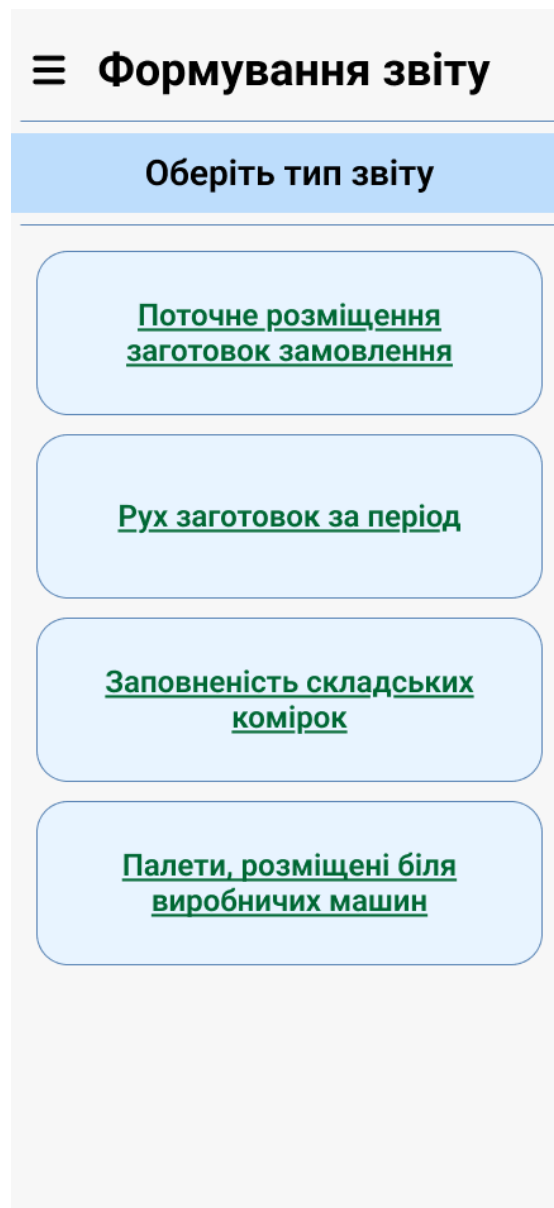


Рисунок 9.12 – Екран вибору типу звіту

Для формування звітів користувачу спочатку пропонується обрати необхідний тип звіту з переліку доступних, як на рисунку 9.12. Список включає звіти, призначені як для оперативного використання комірником, так і ті, що можуть бути експортовані для керівництва складу та майстрів цеху. Це такі звіти як «Поточне розміщення заготовок замовлення», «Рух заготовок за період», «Заповненість складських комірок» та «Палети, розміщені біля виробничих машин».

Якщо обраний тип звіту потребує уточнення параметрів, система відображає відповідний екран для їх введення. Як приклад це наведено для звіту "Рух заготовок за період", що показано на рисунку 9.13.

The screenshot shows a mobile application interface for report generation. At the top, there is a hamburger menu icon and the title 'Формування звіту'. Below this, a blue header bar contains the text 'Рух заготовок за період'. The main content area is divided into sections by horizontal lines. The first section is titled 'Період звіту' and contains two date selection buttons: '01.05.2025' and '02.05.2025', each with a calendar icon. The second section is titled 'Час' and contains two time selection buttons: '09:00' and '18:00', each with a clock icon. The third section is titled 'Номер замовлення' and contains a text input field with the placeholder 'Введіть номер замовлення' and a camera icon. Below the input field, the word 'Опціонально' is written in a smaller font. At the bottom of the screen, there is a large blue button with the text 'Сформувати'.

Рисунок 9.13 – Екран введення параметрів для формування звіту

На рисунку 9.13 ми бачимо, що користувач може вказати діапазон дат та часу, а також, опціонально, номер конкретного замовлення для фільтрації даних. Після введення всіх необхідних параметрів комірник ініціює формування звіту натисканням кнопки «Сформувати».

Результат формування звіту представлений на рисунках 9.14.

☰ Формування звіту

Рух заготовок за період

01.05.2025 - 02.05.2025

Дата і час	Тип операції	Найменування заготовки	Кільк
01-05-20 25 09:15:00	Приймання на облік	Обкладинка "Весна"	50
01-05-20 25 10:25:00	Приймання на облік	Блок А5, 128 стор.	40
02-05-20 25 11:30:00	Переміщення	Блок А5, 128 стор.	40

Усього операцій	3
Операцій прийняття	2
Операцій переміщення	1

Зберегти

Рисунок 9.14 – Екран відображення сформованого звіту

На прикладі екранної форми звіту "Рух заготовок за період", на рисунку 9.14 видно, що дані відображаються у табличному вигляді, містять всю необхідну інформацію про операції, додатково підсумовується загальна кількість операцій, а також кількість операцій прийняття і переміщення. Для збереження або передачі звіту передбачена кнопка «Зберегти», яка ініціює експорт даних у файл.

Для усіх інших звітів екрани введення параметрів і відображення сформованих екранних форм звітів виглядають подібним чином до наведеного прикладу

Усі відповідні скріншоти PDF файлів сформованих звітів показано на рисунках 9.15 – 9.18.

СКЛАД ПРОМІЖНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗВІТ ПРО РУХ ЗАГОТОВОК за період з <u>01.05.2025 09:00</u> по <u>02.05.2025 18:00</u>							
Дата і час	Тип операції	Найменування заготовки	Кількість	З локації	В локацію	Комірник	Номер замовлення
01-05-2025 09:15:00	Приймання на облік	Обкладинка "Весна"	500		A1-07	Косяченко Д.В.	323/03_2025
01-05-2025 10:25:00	Приймання на облік	Блок А5, 128 стор.	400		B5-12	Косяченко Д.В.	65/04_2025
02-05-2025 11:30:00	Переміщення	Блок А5, 128 стор.	400	B5-12	Машина "Друк_1"	Косяченко Д.В.	65/04_2025
Усього операцій						: 3	
Операцій прийняття на облік						: 2	
Операцій переміщення						: 1	
Відповідальна особа: Іван Іванов Іванович _____ (підпис)							
Дата формування: 10.06.2025							

Рисунок 9.15 – Скріншот PDF файлу сформованого звіту «Звіт про рух заготовок»

СКЛАД ПРОМІЖНОЇ ПРОДУКЦІЇ
ЗВІТ ПРО ПОТОЧНЕ РОЗМІЩЕННЯ ЗАГОТОВОК
ЗАМОВЛЕННЯ № 323/03_2025

Замовлення : 323/03_2025

Статус замовлення : У виробництві

Тираж : 1200

Дата замовлення : 24.03.2025

Назва замовлення: Зошит А5 7036К 4х4 80 арк

№ з/п	Найменування заготовки	Тираж	Прийнято	ID Палети	К-сть на палеті	Поточна локація	Статус
1	Блок А5, 80 стор.	500	400	PAL001	200	A1-04	На складі
				PAL002	200	A1-05	На складі
2	Обкладинка "Весна"	1000	0				Очікує
3	Форзац "Синій"	1000	200	PAL003	200	Фальц_1	В роботі

Відповідальна особа: Іван Іванов Іванович _____ (підпис)

Дата формування: 10.06.2025

Рисунок 9.16 – Скріншот PDF файлу сформованого звіту «Звіт про поточне розміщення заготовок замовлення»

СКЛАД ПРОМІЖНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗВІТ ПРО ЗАПОВНЕНІСТЬ СКЛАДСЬКИХ КОМІРОК

Комірка	Статус	ID Палети	Найменування заготовки	К-сть на палеті	Номер замовлення
A1-01	Зайнята	PAL001	Блок А5, 80 стор.	300	323/03_2025
A1-02	Зайнята	PAL002	Обкладинка "Весна"	250	323/03_2025
A1-03	Вільна				
A1-04	Зайнята	PAL003	Форзац "Синій"	200	65/04_2025
A1-05	Вільна				

Загальна кількість комірок : **5**

Зайнятих комірок : **3**

Вільних комірок : **2**

Відповідальна особа: Іван Іванов Іванович _____ (підпис)

Дата формування: 10.06.2025

Рисунок 9.17 – Скріншот PDF файлу сформованого звіту «Звіт про заповненість складських комірок»

СКЛАД ПРОМІЖНОЇ ПРОДУКЦІЇ

ЗВІТ ПРО ПАЛЕТИ, РОЗМІЩЕНІ БІЛЯ ВИРОБНИЧИХ МАШИН

Назва машини	ID Палети	Найменування заготовки	К-сть на палеті	Номер замовлення	Статус
Фальц_01	PAL001	Блок А5, 128 стор.	300	323/03_2025	Готово
Різка_03	PAL012	Обкладинка "Літо"	250	323/03_2025	У роботі
Фальц_01	PAL003	Блок А4, 48 стор.	100	123/04_2025	Очікує
Ламінат_01	PAL007	Суперобкладинка	200	13/05_2025	Готово
Фальц_01	PAL013	Блок А5, 128 стор.	100	323/03_2025	Очікує

Загальна кількість палет : **5**
Палет у роботі : **2**
Готових палет : **2**
Палет в очікуванні : **1**

Відповідальна особа: Іван Іванов Іванович _____ (підпис)

Дата формування: 10.06.2025

Рисунок 9.18 – Скріншот PDF файлу сформованого звіту «Звіт про палети, розміщені біля виробничих машин»

Візуальний стиль додатку розроблено з урахуванням необхідності забезпечення високої читабельності та мінімізації візуального шуму. Основна колірна схема базується на поєднанні світло-сірих та синіх тонів, що створює спокійний робочий фон, з використанням зеленого кольору для акцентування успішних дій або виділення важливої інформації. Використана типографіка забезпечує чітке відображення текстової інформації на екранах мобільних пристроїв різного розміру. Для покращення візуального сприйняття та інтуїтивності навігації в інтерфейсі активно використовуються стандартні та

зрозумілі іконки, що відповідають загальноприйнятим стандартам мобільної розробки.

Розроблені рішення з користувацького досвіду та користувацького інтерфейсу спрямовані на створення максимально зручного, ефективного та інтуїтивно зрозумілого робочого інструменту для комірників книжкової фабрики «Юнісофт». Представлені макети екранів детально ілюструють ключові аспекти взаємодії користувача з IT-сервісом та є основою для подальшої візуальної реалізації мобільного додатку. Продумана навігація, консистентний дизайн та чітке представлення інформації сприятимуть швидкій адаптації користувачів до нового інструменту та підвищенню загальної ефективності їх роботи на складі.

ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі успішно вирішено задачу розробки ІТ-сервісу «Облік та розміщення заготовок для книжкової продукції на складі» для книжкової фабрики.

Дослідження розпочалося з ретельного вивчення специфіки роботи складу проміжної продукції та аналізу наявних проблем. Це дозволило виявити ключові недоліки існуючих методів складського обліку. Це дозволило обґрунтувати необхідність автоматизації для підвищення ефективності роботи та зменшення операційних помилок.

На основі отриманих результатів сформульовано вимоги до майбутнього ІТ-сервісу. Побудовано функціональну модель за методологією IDEF0, для кращого розуміння і порівняння з вже існуючими варіантами вирішення цієї задачі.

Для візуалізації взаємодії користувачів із системою, розроблено UML діаграми варіантів використання. Спроектовано архітектуру ІТ-сервісу з використанням DFD, що чітко визначає межі системи та її взаємодію із зовнішніми учасниками процесу – комірниками, менеджерами та керівництвом складу. Розроблено інформаційне забезпечення системи, включаючи логічну та фізичну моделі даних на основі СУБД SQLite.

Створено математичне забезпечення у вигляді блок-схем для ключових функцій: авторизації, ідентифікації замовлень, приймання та переміщення палет, формування звітів. Обґрунтовано вибір технологічного стеку і розроблено зручний користувацький інтерфейс, який враховує специфіку роботи в складських умовах. Макети екранів забезпечують зручну взаємодію з системою навіть для користувачів з мінімальним досвідом роботи з мобільними додатками.

Створений ІТ-сервіс дозволить автоматизувати складські операції, підвищити точність обліку, скоротити час виконання завдань та мінімізувати

людські помилки. Результати дослідження мають практичну цінність і готові для програмної реалізації та впровадження розробленого рішення на підприємстві.

Роботу виконано у відповідності до вимог методичних вказівок до кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти за освітньою програмою «Інформаційні технології управління»[14].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про Нас – Unisoft Book Factory. Unisoft Book Factory – Print Your Business In Colour. URL: <https://unisoft.ua/about/> (дата звернення: 19.05.2025).
2. Warehouse management software | magaya. Magaya | Logistics Software Solutions | Digital Freight Platform. URL: <https://www.magaya.com/wms-software/> (дата звернення: 23.05.2025).
3. Flow WMS | Mobile WMS warehouse software for iOS and Android. Magaya | Logistics Software Solutions | Digital Freight Platform. URL: <https://www.magaya.com/flow-wms/> (дата звернення: 23.05.2025).
4. Magaya WMS mobile. Magaya | Logistics Software That Moves Freight Forward. URL: <https://www.magaya.com/downloads/marketing/brochure/magaya-wms-mobile.html> (дата звернення: 23.05.2025).
5. Tasklet mobile | Digmatrix. Dynamics 365 ERP | CRM | AI implementation & Maintenance | Digmatrix. URL: <https://www.digmatrix.com/en/products/tasklet-mobile> (дата звернення: 24.05.2025).
6. Case study - implementation of tasklet mobile WMS in utz group | digmatix. Dynamics 365 ERP | CRM | AI implementation & Maintenance | Digmatrix. URL: <https://www.digmatrix.com/en/success-stories/utz-group> (дата звернення: 24.05.2025).
7. Kotlin for Android | Kotlin. Kotlin Help. URL: <https://kotlinlang.org/docs/android-overview.html> (дата звернення: 05.06.2025).
8. React Native vs Flutter: Which Saves More Development Time in 2025? | Blott Studio. Blott Studio | Design and Development Studio in London & New York. URL: <https://www.blott.studio/blog/post/react-native-vs-flutter-which-saves-more-development-time> (дата звернення: 05.06.2025).
9. Meet Android Studio | Android Developers. Android Developers. URL: <https://developer.android.com/studio/intro> (дата звернення: 06.06.2025).
10. Distinctive Features Of SQLite. SQLite Home Page. URL:

<https://www.sqlite.org/different.html> (дата звернення: 06.06.2025).

11. Room Persistence Library: Everything You Need to Know When Assessing Room Persistence Library Skills. Skills Tests To Hire The Best Talent.

URL: <https://www.alooba.com/skills/programming-libraries/data-persistence-578/room-persistence-library/> (дата звернення: 06.06.2025).

12. ML Kit | Google for Developers. Google for Developers. URL: <https://developers.google.com/ml-kit/guides> (дата звернення: 07.06.2025).

13. The Leading PDF Library for Developers | iText. iTextpdf. URL: <https://itextpdf.com> (дата звернення: 07.06.2025).

14. Методичні вказівки до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за освітньою програмою «Інформаційні технології управління». [Електронний ресурс] / Упоряд.: К.Е. Петров, А.В. Міхнова, М.С. Кудрявцева, М.В. Євланов, Т.І. Борисенко. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 68 с. – pdf