

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 «Моніторинг утримання аграрної продукції»
інформаційної системи мережі заготівельних підприємств

(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,
групи ІТУ-21-2

Владислав ДЕНИСЕНКО

(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. Вікторія ШЕХОВЦОВА

(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 Денисенку Владиславу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка ІТ-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» інформаційної системи мережі заготівельних підприємств

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

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “ 13 ” червня 2025 р.

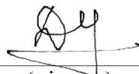
3. Вихідні дані до роботи регламенти зберігання аграрної продукції, норми та вимоги до умов зберігання, стандартні форми складської документації (накладні, акти, звіти), приклади існуючих ERP систем управління складськими операціями, технічна документація обладнання моніторингу.


4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області та основних забезпечуючих систем, огляд і аналіз сучасного стану розглянутої проблеми моніторингу умов зберігання аграрної продукції, формулювання завдання розробки ІТ-сервісу, опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій, розробка й обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи, розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи, розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи, розробка рішень щодо користувача з системою (UX/UI), пропозиції щодо впровадження та експлуатації об'єкта розробки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області та забезпечуючих систем	19.05.2025 – 22.05.2025	Виконано
2	Огляд і аналіз сучасного стану розглянутої проблеми та існуючих методів і засобів вирішення задач	23.05.2025 – 24.05.2025	Виконано
3	Формулювання завдання розробки	25.05.2025 – 26.05.2025	Виконано
4	Опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій	27.05.2025 – 28.05.2025	Виконано
5	Розробка й обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи	29.05.2025 – 30.05.2025	Виконано
6	Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи	31.05.2025 – 01.06.2025	Виконано
7	Розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи	02.06.2025 – 03.06.2025	Виконано
8	Розробка User Experience (UX) та User Interface (UI) рішень	04.06.2025 – 05.06.2025	Виконано
9	Опис впровадження та експлуатації об'єкта розробки	06.06.2025 – 07.06.2025	Виконано
10	Оформлення пояснювальної записки	08.06.2025 – 9.06.2025	Виконано
11	Захист кваліфікаційної роботи в екзаменаційній комісії	13.06.2025	Виконано

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувач 
(підпис)

Керівник роботи 
(підпис)

доц. Вікторія ШЕХОВЦОВА
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 96 с., 23 рис., 11 табл., 1 дод., 17 джерел.

АГРАРНА ПРОДУКЦІЯ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, СЕРВІС МОНІТОРИНГУ, БАЗА ДАНИХ, ВОЛОГІСТЬ, ДАТЧИКИ, НАСИЧЕНІСТЬ КИСНЕМ, ОСВІТЛЕНІСТЬ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, СКЛАДСЬКИЙ ОБЛІК, СКЛАДСЬКИЙ ОПЕРАТОР, ТЕМПЕРАТУРА, УМОВИ ЗБЕРІГАННЯ.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є інформаційна система для підтримки процесів контролю умов зберігання аграрної продукції на складах заготівельних підприємств.

Предметом дослідження виступає ІТ-сервіс моніторингу показників навколишнього середовища (температура, вологість, освітлення, кисневу насиченість), що базується на даних з датчиків і використовується для рекомендацій персоналу щодо дій з продукцією.

Метою роботи є створення цифрового сервісу, що забезпечує ефективний моніторинг умов зберігання, своєчасне виявлення відхилень та зменшення втрат при логістиці та експлуатації складських приміщень при збереженні різної аграрної продукції.

У роботі виконано аналіз предметної області, розглянуто існуючі рішення, сформульовано вимоги до системи, побудовано архітектуру, інформаційну модель та структуру бази даних, розроблено алгоритми та прототип інтерфейсу користувача.

Розроблений сервіс призначений для використання у системах обліку агропродукції на підприємствах, де необхідно забезпечити стабільні умови зберігання товару.

ABSTRACT

Bachelor's thesis: 96 pages, 23 figures, 11 tables, 1 appendices, 17 sources.

AGRICULTURAL PRODUCTS, AUTOMATED MONITORING SERVICE, DATABASE, HUMIDITY, LIGHTING, OXYGEN SATURATION, SENSORS, SOFTWARE, STORAGE CONDITIONS, TEMPERATURE, WAREHOUSE ACCOUNTING, WAREHOUSE OPERATOR.

The object of research of the qualification work is the information system for supporting the monitoring of agricultural product storage conditions at procurement warehouse enterprises.

The subject of the research is an IT service for monitoring environmental parameters (temperature, humidity, lighting, oxygen saturation) based on sensor data, which generates recommendations for warehouse staff regarding handling actions.

The purpose of the work is to develop a digital solution that enables timely monitoring of storage conditions, detects deviations, and minimizes losses during warehouse operation and logistics.

The work includes the analysis of the subject area, review of existing solutions, formulation of requirements, development of architecture, information models and database structures, design of processing algorithms, and creation of a user interface prototype.

The developed service is intended for integration into agricultural enterprise systems where continuous control of storage parameters is required.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки	8
Вступ	9
1 Аналіз предметної області та особливостей моніторингу утримання аграрної продукції в системах заготівельних підприємств.....	11
1.1 Загальна характеристика предметної області та організаційна структура заготівельних підприємств	11
1.2 Загальна характеристика предметної області та організаційна структура заготівельних підприємств	14
2 Огляд і аналіз існуючих засобів автоматизації контролю за утриманням аграрної продукції	41
3 Опис постановки задачі моніторингу утримання аграрної продукції.....	21
4 Моделювання бізнес-процесів ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції	29
5 Формулювання завдання розробки ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції	35
5.1 Опис вимог до ІТ-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» ІС мережі заготівельних підприємств	35
5.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності ІТ-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» ІС мережі заготівельних підприємств.....	36
6 Розробка й обґрунтування елементів інформаційного забезпечення ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції.....	38
7 Розробка й обґрунтування математичного забезпечення ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції	41
8 Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи ІТ-сервісу утримання аграрної продукції	49

9 Розробка user experience (UX) та user interface (UI) рішень до IT-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції іс мережі заготівельних підприємств.....	51
10 Синтез і обґрунтування засобів захисту інформації від несанкціонованого доступу	57
11 Опис впровадження та експлуатації IT-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції	59
12 Розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи	60
Висновки.....	62
Перелік джерел посилання	63
Додаток А Графічний матеріал кваліфікаційної роботи.....	66

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

APM – автоматизоване робоче місце

БД – база даних

ІС – інформаційна система

ІТ – інформаційні технології

ПЗ – програмне забезпечення

CO₂ – carbon dioxide

CSS – Cascading Style Sheets

DFD – Data Flow Diagram

ERP – Enterprise Resource Planning

HTML – HyperText Markup Language

IDEF0 – Integration Definition for Function Modeling

MySQL – My Structured Query Language

UI – User Interface

UX – User Experience

WMS – Warehouse Management System

ВСТУП

З кожним роком обсяги зберігання аграрної продукції в Україні зростають, що тягне за собою підвищення вимог до систем контролю якості та умов зберігання на заготівельних підприємствах.

Необхідність виникає в постійному моніторингу температури, вологості, освітленості та кисневої насиченості у складських приміщеннях для запобігання розвитку псування пліснявою чи гноєм овочів та фруктів.

Основні проблеми, з якими стикаються заготівельні підприємства при веденні ручного контролю:

- несвоєчасне виявлення відхилень від норм зберігання;
- втрата продукції через людський фактор;
- складність аналізу трендів змін параметрів.

Складність контролю умов зберігання є в тому, що журнали вимірювань, на основі яких приймаються рішення про переміщення або утилізацію продукції - часто паперові, тому немає можливості оперативно проаналізувати динаміку змін і швидко визначити критичні ситуації. Також недоліком ручного контролю є те, що перевірки проводяться з великими інтервалами, що не дає можливості оперативно реагувати на несприятливі зміни умов зберігання.

Ця проблема створює необхідність створення інформаційного простору для автоматизованого збору даних про температуру, вологість та освітлення у складських приміщеннях, автоматичного визначення відхилень від оптимальних параметрів зберігання, а також формування рекомендацій персоналу щодо необхідних дій для збереження якості продукції.

Мета задачі автоматизації — зменшити втрати аграрної продукції та підвищити ефективність складських операцій за рахунок постійного моніторингу критичних параметрів зберігання. Це дозволить вирішити такі функції управління:

- автоматизований контроль умов зберігання;
- своєчасне сповіщення персоналу про критичні ситуації;
- ведення історії змін параметрів;
- планування заходів щодо збереження, переміщення чи утилізації продукції.

Користувачами системи будуть оператори складу для щоденного моніторингу параметрів зберігання та головний менеджер для аналізу загальної ситуації і прийняття стратегічних рішень.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ В СИСТЕМАХ ЗАГОТІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Загальна характеристика предметної області та організаційна структура заготівельних підприємств

Мережі заготівельних підприємств аграрного сектору відіграють ключову роль у забезпеченні населення якісною продукцією. Ефективне управління процесами зберігання овочів та фруктів потребує постійного контролю параметрів навколишнього середовища та своєчасного прийняття управлінських рішень. Традиційні методи епізодичного контролю показують свою неефективність, що призводить до значних втрат продукції.

Сучасні інформаційні технології дозволяють створювати комплексні системи моніторингу, які забезпечують безперервний контроль умов зберігання та надають персоналу обґрунтовані рекомендації для оптимізації складських операцій. Такі системи особливо актуальні для невеликих заготівельних підприємств, де кожен відсоток збережених продуктів має суттєве економічне значення.

Проблематика автоматизації процесів моніторингу на заготівельних підприємствах обумовлена необхідністю забезпечення якості продукції при мінімізації експлуатаційних витрат. Основним завданням є створення системи, яка поєднує точність технічного контролю з досвідом кваліфікованого персоналу.

Організаційна структура типового заготівельного підприємства характеризується компактністю та функціональною спеціалізацією підрозділів. Як показано на рисунку 1.1, керівництво координує роботу чотирьох основних відділів, кожен з яких має специфічні завдання в процесі моніторингу та управління продукцією.

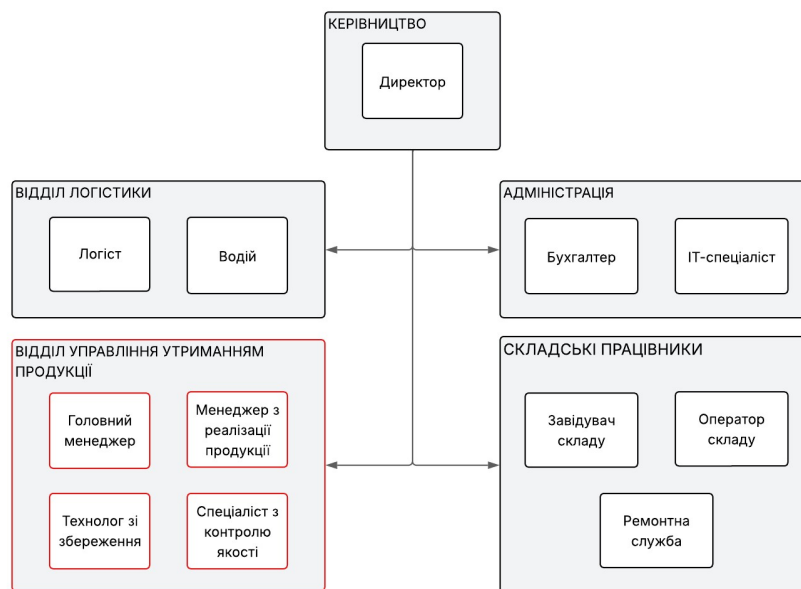


Рисунок 1.1 — Організаційна структура мережі заготівельних підприємств

Структурно, заготівельне підприємство включає наступні підрозділи:

- керівництво (директор);
- відділ логістики (логіст, водій);
- відділ управління утриманням продукції (головний менеджер, менеджер з реалізації продукції, технолог зі зберігання, спеціаліст з контролю якості);
- адміністрація (бухгалтер, ІТ-спеціаліст);
- складські працівники (завідувач складу, оператор складу, ремонтна служба).

Головним користувачем ІТ-сервісу моніторингу є головний менеджер відділу управління утриманням продукції, який координує роботу всієї мережі складських підприємств. Саме цей управлінець приймає стратегічні рішення щодо прийому аграрної продукції, визначення обсягів зберігання, переміщення товарів між складами та прийняття рішень про утилізацію неякісної продукції. Хоча в кожному складі працює свій завідувач складу, головний менеджер здійснює загальний контроль та координацію всіх

процесів у мережі. Відділ контролю якості під його керівництвом виступає основним користувачем системи моніторингу, отримуючи структуровані дані з усіх складських підприємств для прийняття обґрунтованих управлінських рішень. Технолог зі зберігання контролює технологічні режими, а спеціаліст з контролю якості оцінює загальний стан продукції. Менеджер з реалізації продукції відповідає за пошук клієнтів здійснивши продаж наявних запасів на складах для уникнення перенавантаження на всю заготівельну мережу.

Логістичний відділ організовує транспортування між складами та оптимізує використання складських площ. Планування маршрутів та переміщення продукції здійснюється з урахуванням даних системи моніторингу про стан товарів за розпорядженням від головного менеджера.

Адміністративний персонал забезпечує ведення фінансової звітності та технічну підтримку інформаційних систем. ІТ-спеціаліст відповідає за обслуговування сервісу моніторингу, налаштування та ремонт датчиків, підтримку комп'ютерної техніки та адміністрування системи.

Складські працівники безпосередньо займаються зберіганням аграрної продукції, виконують рекомендації системи моніторингу, здійснюють сортування та переміщення продукції, готують її до відвантаження та ведуть облік залишків.

Сервіс моніторингу утримання аграрної продукції базується на принципах Інтернету речей та використовує мережу датчиків для постійного контролю критичних параметрів [2]. Основними компонентами такої системи є сенсори температури, вологості та освітлення, які передають дані на сервер для подальшої обробки та аналізу.

Технологічна основа системи включає датчики різних типів, мережеве обладнання для передачі даних, сервер обробки інформації та програмне забезпечення для аналізу й формування рекомендацій. Інтеграція цих компонентів дозволяє створити єдину інформаційну платформу для управління процесами зберігання продукції.

Процеси системи підтримки прийняття рішень в аграрному секторі

характеризуються комплексним аналізом множинних параметрів та формуванням обґрунтованих рекомендацій для операційного персоналу. Автоматизовані системи управління складами показують значне підвищення ефективності при правильному налаштуванні алгоритмів аналізу.

1.2 Архітектура інформаційної системи мережі заготівельних підприємств та місце IT-сервісу моніторингу

На рисунку 1.2 зображено архітектуру інформаційної системи мережі заготівельних підприємств із виділенням основних функціональних модулів та їх взаємозв'язків. Центральним елементом системи виступає мережа заготівельних підприємств, навколо якої організовано шість спеціалізованих модулів, що забезпечують комплексне управління операційною діяльністю.



Рисунок 1.2 — Архітектура інформаційної системи мережі заготівельних підприємств

Модуль обліку продукції на складах відповідає за реєстрацію надходження, списання та переміщення товарно-матеріальних цінностей між

складськими приміщеннями. Цей модуль веде облік партій продукції з фіксацією основних характеристик: найменування, кількість, дата надходження, термін придатності та місце розташування на складі. Інформація з цього модуля є базовою для роботи інших компонентів системи.

Модуль управління реалізацією продукції забезпечує планування та контроль збутової діяльності. Він формує замовлення на відвантаження продукції, контролює виконання планів реалізації та взаємодіє з контрагентами щодо поставок. Робота цього модуля безпосередньо залежить від даних про фактичні залишки продукції та її якісний стан.

Модуль логістики координує транспортні операції, планує маршрути доставки продукції та оптимізує використання транспортних засобів. Цей модуль інтегрується з модулем реалізації для забезпечення своєчасного відвантаження продукції відповідно до укладених договорів.

Модуль адміністрування виконує функції управління користувачами системи, налаштування прав доступу та ведення системних журналів. Він забезпечує інформаційну безпеку та дотримання регламентів роботи з конфіденційною інформацією підприємства.

Модуль технічного обслуговування відповідає за планування та контроль робіт з обслуговування технологічного обладнання складів, включаючи системи вентиляції, охолодження та датчики моніторингу. Цей модуль формує графіки технічного обслуговування та фіксує факти виконання ремонтних робіт.

ІТ-сервіс «Моніторинг утримання аграрної продукції» займає особливе місце в архітектурі системи. Він інтегрується з модулем обліку продукції для отримання інформації про номенклатуру та розташування товарів на складі. Взаємодія з модулем технічного обслуговування забезпечує координацію робіт з калібрування датчиків та усунення технічних несправностей техніки в цілому на складах. Сервіс також передає критичну інформацію про порушення умов зберігання до модуля адміністрування для формування службових повідомлень керівництву.

Функціональне призначення розроблюваного сервісу полягає в моніторингу параметрів мікроклімату складських приміщень та автоматичному виявленні відхилень від встановлених норм зберігання конкретних видів аграрної продукції. Сервіс обробляє дані від датчиків температури, вологості, освітленості та кисневої насиченості, формуючи аналітичні звіти та оперативні сповіщення для персоналу підприємства.

2 ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ЗА УТРИМАННЯМ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

На заготівельних підприємствах аграрного сектору контроль критичних показників утримання продукції є важливим аспектом, спрямованим на забезпечення якості овочів та фруктів і оптимальних умов для їх зберігання та збереження товарного вигляду.

На сучасних заготівельних підприємствах використовують різні системи моніторингу для збору даних про різні показники утримання аграрної продукції, такі як температура, вологість, освітлення, якість повітря, рівень CO₂ тощо [3]. Ці системи потім об'єднуються в одну та виводять результат у вигляді таблиць чи графіків. Для отримання показників так само використовуються сенсори, датчики та інші пристрої, які періодично або в режимі реального часу вимірюють та реєструють ці показники.

Зібрані дані про показники утримання аграрної продукції підлягають аналізу з метою виявлення небажаних або небезпечних змін. Це, звичайно, може здійснюватися за допомогою спеціального програмного забезпечення, але зазвичай цим займається працівник-аналітик на заготівельному підприємстві, що значно зменшує можливу продуктивність аналізу.

Так чи інакше, якщо виявляються відхилення в показниках утримання, то використовуються системи сповіщень та попереджень. Це можуть бути автоматичні сповіщення, що надходять на мобільні пристрої або електронну пошту операторів складу. Такі системи дозволяють швидко реагувати на проблеми і приймати необхідні заходи для виправлення ситуації, проте їх неможливо дешево встановити при відсутності єдиної системи моніторингу.

На заготівельних підприємствах також застосовують ручний контроль в якості керування системою. Оператори складів особисто здійснюють контроль показників утримання аграрної продукції. Це включає регулярні перевірки стану складських приміщень, систем вентиляції, освітлення та інших

компонентів зберігання. Візуальний огляд та спостереження допомагають виявити потенційні проблеми та забезпечити належний догляд за продукцією.

Загалом, контроль критичних показників утримання аграрної продукції на заготівельних підприємствах здійснюється за допомогою систем моніторингу, аналізу даних, систем сповіщень та ручного контролю.

В сфері управління складами сільськогосподарської продукції вже існують аналоги, що частково вирішують задачі IT-сервісу контролю критичних показників утримання аграрної продукції ІС мережі заготівельних підприємств. Серед таких систем можна виділити "Система управління складом Tosan WMS" (Warehouse Management System) [4], яка представляє собою сучасне програмно-апаратне рішення для автоматизації процесів на складі. Проте, як виходить із функціональності, ця система орієнтована на загальне управління складськими процесами і не має спеціалізованих модулів для контролю умов зберігання аграрної продукції.

Перша проблема полягає в тому, що дані системи не мають інтегрованого модуля роботи з датчиками для безперервного моніторингу температури, вологості та освітлення. Таким чином дана проблема значно обмежує можливості для оперативного контролю критичних показників зберігання.

Другою проблемою є той факт, що для отримання даних з датчиків та інших пристроїв вони використовують окремі розширення або сторонні системи, що не є оптимальним рішенням, адже в разі виходу з ладу одного з компонентів (основної системи чи розширення), перестає працювати вся система.

Також, існуючі рішення не мають спеціалізованого модуля системи підтримки прийняття рішень, орієнтованого саме на специфіку зберігання овочів та фруктів, який би надавав рекомендації персоналу щодо необхідності переміщення, сортування або утилізації продукції.

Через ці проблеми неможливо використати вже існуючі рішення без їх значної модифікації. Інших спеціалізованих рішень для сфери контролю

критичних показників зберігання овочів та фруктів на заготівельних підприємствах знайдено не було.

На сучасному етапі автоматизації управління найбільш перспективним є автоматизація планово-управлінських функцій на базі персональних ЕОМ, встановлених безпосередньо на робочих місцях фахівців. Ці системи набули широкого поширення в організаційному управлінні під назвою автоматизованих робочих місць (АРМ) [5]. Це дозволить використовувати систему людям, які не мають спеціальних знань в області програмування, і одночасно дозволить доповнювати систему у міру потреби.

Активне впровадження АРМ веде до поліпшення і прискорення виробничих процесів, і відповідно до зростання економічних показників в цілому. Програмне забезпечення АРМ визначає інтелектуальні і професійні можливості користувача, широту і повноту виконуваних функцій, можливість використання додаткових пристроїв.

Прикладне програмне забезпечення зазвичай налаштований на роботу за заданим алгоритмом з інформацією з певної предметної області. Тому введення та обробка даних супроводжуються суворим контролем, що знижує значно ймовірність помилок і веде до підвищення ефективності роботи користувача. В організації АРМ програмне забезпечення повинно використовувати зручний призначений для користувача інтерфейс і включати в себе алгоритми для вирішення задач, необхідних користувачеві. Видача результатів здійснюється в зручному наочному вигляді (таблиці, графіки, діаграми).

Впровадження розроблюваної задачі дозволить вирішити наступні проблеми:

- низька швидкість пошуку інформації про стан продукції на різних складах;
- немає довідника з нормами параметрів вимірювання для різних видів овочів та фруктів;
- складно аналізувати дані з множини датчиків і приймати рішення

щодо подальших дій;

- довгий процес складання плану переміщення продукції між складами;
- рутинне заповнення журналів моніторингу показників;
- дублювання інформації в різних облікових системах;
- неможливо додавати декілька записів про продукцію одночасно;
- відсутність автоматичних рекомендацій щодо оптимального

розподілу продукції по складах мережі.

Виходячи з усього вищезазначеного, основними вимогами до рішення, що розроблюється для ринку України, є наявність української мови інтерфейсу, інтеграція з датчиками температури, вологості, освітлення та кисневої насиченості, а також об'єднання інтерфейсів аналізу даних з інтерфейсом отримання показників від датчиків та ІТ-сервісом підтримки прийняття рішень. Дане об'єднання також має покращити швидкість обробки даних ІС, що, звісно, зменшить затримку видачі звітів та повідомлень про проблеми на складах заготівельних підприємств, позитивно сприяючи на загальний дохід від реалізації збереженої продукції.

3 ОПИС ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Для формалізації процесів моніторингу утримання аграрної продукції необхідно визначити вихідні (табл. 3.1) та вхідні (табл. 3.2) повідомлення системи, які надалі відповідають стрілкам на діаграмах потоків даних.

Таблиця 3.1 — Перелік вихідних повідомлень ІТ-сервісу моніторингу агропродукції ІС мережі заготівельних підприємств

Повна назва	Ідентифікатор	Форма подання	Періодичність та строки видачі	Допустимий час затримки	Отримувачі та призначення
1	2	3	4	5	6
Журнал моніторингу показників	1	HTML-документ / електронний документ	Щоденно в кінці робочого дня або за запитом	45 секунд	Відділ управління утриманням продукції — контроль вимірювань та стану складу
Звіт про стан продукції	2	HTML-документ / електронний документ	При кожній перевірці якості або за графіком контролю	25 секунд	Відділ управління утриманням продукції — контроль стану та якості продукції

Кінець таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
Повідомлення про критичні відхилення	3	HTML-документ / електронний документ	При виявленні критичних відхилень	10 секунд	Відділ управління утриманням продукції — негайна реакція на виявлену аварійну ситуацію
Журнал рекомендацій щодо збереження продукції	4	HTML-документ / електронний документ	Щомісяця або при зміні умов зберігання	45 секунд	Відділ управління утриманням продукції — формування рекомендацій щодо оптимізації процесів
Заявка на ремонт обладнання	5	HTML-документ / електронний документ	При виявленні несправностей обладнання або за графіком технічного обслуговування	30 секунд	Ремонтна служба — організація ремонтних робіт та обслуговування
Розпорядження по переміщенню продукції між складами	6	HTML-документ / електронний документ	За потребою оптимізації розміщення або за логістичним планом	60 секунд	Логістичний відділ — координація переміщення та розподілу продукції

Таблиця 3.2 — Перелік вхідних повідомлень ІТ-сервісу моніторингу агропродукції ІС мережі заготівельних підприємств

Повна назва	Ідентифікатор	Форма подання	Часові інтервали та частота отримання	Джерело
1	2	3	4	5
Поточні показники умов зберігання	1	Екранна форма. Введення даних з клавіатури	Кожні N хвилин в автоматичному режимі від датчиків	Система датчиків складського приміщення
Інформація про стан продукції	2	Екранна форма. Введення даних з клавіатури	При кожній перевірці якості продукції	Спеціаліст з якості продукції
Інформація про продукцію що зберігається	3	Екранна форма. Введення даних з клавіатури	При надходженні нової продукції на склад або зміні умов зберігання	Модуль ІС з обліку продукції на складах

Далі в таблицях 3.3-3.6 наведено детальний опис структурних одиниць кожного з вихідних повідомлень.

Таблиця 3.3 — Опис структурних одиниць вихідного повідомлення “Журнал моніторингу показників”

Повна назва	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання
1	2	3	4	5
Дата/Час вимірювання	1	Дата	16	DD.MM.YYYY HH:MM
Показник температури	2	Дробовий	5,2	Значення показника
Показник вологості	3	Дробовий	5,2	Значення показника
Показник освітленості	4	Дробовий	5,2	Значення показника
Показник кисню	5	Дробовий	5,2	Значення показника

Кінець таблиці 3.3

1	2	3	4	5
Одиниця вимірювання	6	Символьний	20	Наприклад: °С, %, Люкс, %
Модель датчика	8	Символьний	100	Повна назва моделі
Статус датчика	9	Символьний	50	Активний, Неактивний, Несправний

Таблиця 3.4 — Опис структурних одиниць вихідного повідомлення “Звіт про стан продукції”

Повна назва	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання
Назва продукції	1	Символьний	100	Повна назва продукції
Тип продукції	2	Символьний	50	Категорія продукції
Дата надходження	3	Дата	10	DD.MM.YYYY
Кількість продукції	4	Числовий	10	Кількість одиниць
Дата/Час перевірки	6	Дата	16	DD.MM.YYYY HH:MM
Виявлені відхилення	7	Символьний	255	Опис відхилень від норми
Рекомендації	8	Символьний	255	Рекомендації щодо подальших дій

Таблиця 3.5 — Опис структурних одиниць вихідного повідомлення “Повідомлення про критичні відхилення”

Повна назва	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання
1	2	3	4	5
Тип відхилення	1	Дробовий	50	Параметр відхилення
Поточне значення	2	Дробовий	5,2	Значення показника

Кінець таблиці 3.5

1	2	3	4	5
Нормативне значення	3	Дробовий	5,2	Оптимальне значення
Дата/Час виявлення	4	Дата	16	DD.MM.YYYY HH:MM
Опис проблеми	5	Символьний	255	Детальний опис критичної ситуації

Таблиця 3.6 – Опис структурних одиниць вихідного повідомлення “Журнал рекомендацій щодо збереження продукції”

Повна назва	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання
Дата формування рекомендації	1	Дата	10	DD.MM.YYYY
Тип продукції	2	Символьний	50	Категорія продукції
Відхилення	3	Символьний	50	Тип відхилення
Рекомендація	6	Символьний	500	Текстова порада для оптимізації
Обґрунтування рекомендації	7	Символьний	500	Пояснення доцільності рекомендації

Таблиця 3.7 – Опис структурних одиниць вихідного повідомлення “Заявка на ремонт обладнання”

Повна назва	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання
Тип обладнання	1	Символьний	50	Датчик температури, вологості тощо
Модель обладнання	2	Символьний	255	Повна назва моделі
Дата встановлення	3	Дата	10	DD.MM.YYYY
Поточний статус роботи	4	Символьний	20	Несправний, Неактивний

Кінець таблиці 3.7

1	2	3	4	5
Опис несправності	5	Символьний	500	Детальний опис виявленої проблеми
Дата/Час виявлення несправності	6	Дата	16	DD.MM.YYYY HH:MM

Таблиця 3.8 — Опис структурних одиниць вихідного повідомлення “Розпорядження по переміщенню продукції між складами”

Повна назва	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання
Назва продукції	1	Символьний	100	Повна назва продукції
Кількість	2	Символьний	10	Кількість одиниць
Поточний склад	4	Символьний	50	Назва поточного складу
Поточна зона зберігання	5	Символьний	50	Назва поточної зони зберігання
Склад призначення	6	Символьний	50	Назва призначеного складу
Зона зберігання призначення	7	Символьний	50	Назва призначеної зони зберігання
Причина переміщення	8	Символьний	10	Оптимізація, зміна умов, ремонт зони
Дата/Час розпорядження	9	Дата	16	DD.MM.YYYY HH:MM
Термін виконання	10	Дата	10	DD.MM.YYYY

Далі в таблицях 3.9-3.15 наведено детальний опис структурних одиниць кожного з вхідних повідомлень до ІТ-сервісу утримання умов зберігання аграрної продукції ІС мережі заготівельних підприємств. Таблиці надають високорівневий огляд усіх вхідних даних системи, включаючи їх назву, ідентифікатор, форму подання, часові інтервали та джерело.

Таблиця 3.9 — Опис структурних одиниць вхідного повідомлення
“Поточні показники умов зберігання”

Повна назва	Джерело інформації	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання	Спосіб вводу
Дані показнику	Датчик	Дробовий	8,1	Значення показнику	Від датчику
Час вимірювання	Датчик	Дата	16	DD.MM.Y YY HH:MM	Автоматично
Пристрій вимірювання	Датчик	Первинний ключ	10	Первинний ключ	Автоматично

Таблиця 3.10 — Опис структурних одиниць вхідного повідомлення
“Інформація про стан продукції”

Повна назва	Джерело інформації	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання	Спосіб вводу
Продукція	Спеціаліст з якості	Первинний ключ	10	Первинний ключ	З клавіатури
Дата/Час перевірки	Датчик Спеціаліст з якості	Дата	16	DD.MM.YY YY HH:MM	З клавіатури
Стан продукції	Спеціаліст з якості	Символьний	50	Відмінний, задовільний, поганий	З клавіатури
Виявлені дефекти/особливості	Спеціаліст з якості	Символьний	500	Текстовий опис	З клавіатури
Рекомендації спеціаліста	Спеціаліст з якості	Символьний	500	Текстовий опис	З клавіатури

Таблиця 3.11 — Опис структурних одиниць вхідного повідомлення
“Інформація про продукцію що зберігається”

Повна назва	Джерело інформації	Тип інформації	Загальна кількість символів	Формат подання	Спосіб вводу
Продукція	Модуль ІС обліку продукції	Числовий	10	Первинний ключ	Автоматично
Назва продукції	Модуль ІС обліку продукції	Символьний	100	Повна назва продукції	Автоматично
Тип продукції	Модуль ІС обліку продукції	Символьний	50	Категорія продукції	Автоматично
Дата надходження	Модуль ІС обліку продукції	Дата	10	DD.MM.YYYY	Автоматично
Кількість	Модуль ІС обліку продукції	Числовий	10	Кількість одиниць	Автоматично
Одиниця вимірювання кількості	Модуль ІС обліку продукції	Символьний	10	Наприклад: кг, шт	Автоматично
Поточний склад	Модуль ІС обліку продукції	Числовий	10	Назва поточного складу	Автоматично
Поточна зона зберігання	Модуль ІС обліку продукції	Числовий	10	Назва поточної зони зберігання	Автоматично
Нормативні умови зберігання	Модуль ІС обліку продукції	Символьний	255	Оптимальні параметри	Автоматично
Дата зміни умов зберігання	Модуль ІС обліку продукції	Дата	10	DD.MM.YYYY	Автоматично

Для детального аналізу функціонування ІТ-сервісу моніторингу утримання агропродукції доцільно використовувати методологію моделювання IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) [6].

4 МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ІТ-СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Контекстна діаграма системи моніторингу представлена на рисунку 4.1. Вона відображає систему як єдиний процес з чітко визначеними входами, виходами, управляючими впливами та механізмами реалізації.



Рисунок 4.1 — Контекстна діаграма IDEF0 ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції

Основними входами системи є поточні показники умов зберігання від датчиків, інформація про стан продукції від спеціалістів з якості продукції та інформація про продукцію, що зберігається, з модуля обліку. Управляючими механізмами виступають норми показників зберігання, правила експлуатації обладнання та чинне законодавство.

Система генерує шість типів вихідних документів: журнал моніторингу показників, звіт про стан продукції, повідомлення про критичні відхилення та журнал рекомендацій для відділу управління утриманням продукції; заявку на

ремонт обладнання для ремонтної служби; розпорядження по переміщенню продукції для логістичного відділу. Така диференціація звітності забезпечує інформаційні потреби різних структурних підрозділів.

Ключовими механізмами реалізації є датчики, система моніторингу та головний менеджер, які забезпечують збір даних, їх обробку та прийняття управлінських рішень.

Декомпозиція контекстної діаграми дозволяє детально проаналізувати внутрішні процеси системи моніторингу. Рисунок 4.2 демонструє шість основних функцій, які реалізуються в рамках системи з відповідними логічними зв'язками.

Процес збору показників з датчиків моніторингу забезпечує первинну обробку даних про температуру, вологість, освітленість та кисневу насиченість. Цей процес працює в безперервному режимі та формує основу для подальшого аналізу.

Аналіз стану продукції поєднує дані від спеціалістів з якості та модуля обліку продукції для комплексної оцінки умов зберігання конкретних партій товарів. Результати цього процесу використовуються для ідентифікації потенційних проблем.

Виявлення порушень в роботі обладнання та зберігання продукції аналізує дані з попередніх процесів та ідентифікує відхилення від нормативних параметрів.

Визначення джерела проблеми класифікує виявлені порушення на технічні несправності та операційні проблеми.

Формування рекомендацій генерує конкретні пропозиції щодо збереження продукції на основі виявлених проблем.

Прийняття рішень щодо оптимізації завершує цикл управління через вибір оптимальних варіантів дій.

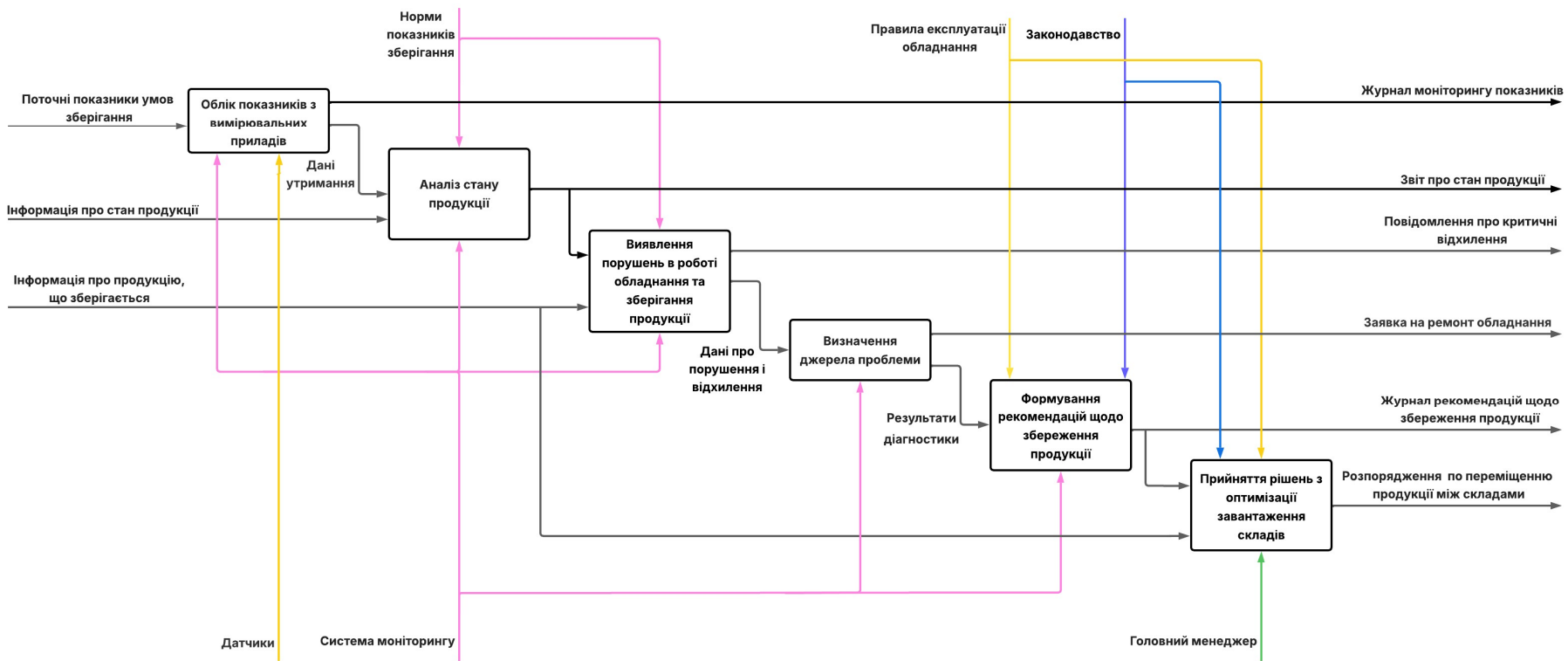


Рисунок 4.2 — Декомпозиція діаграми IDEF0 IT-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції

Впровадження IT-сервісу моніторингу на заготівельних підприємствах дозволяє досягти суттєвого економічного ефекту через мінімізацію втрат продукції та оптимізацію складських операцій. Автоматизація процесів контролю зменшує навантаження на персонал та підвищує точність прийнятих рішень.

Економічні переваги системи включають зниження втрат продукції через своєчасне виявлення відхилень, оптимізацію енергоспоживання складських приміщень, підвищення ефективності використання складських площ та зменшення витрат на ручний контроль.

Технічні переваги полягають у забезпеченні моніторингу показників, можливості дистанційного контролю, автоматичному документуванні всіх процесів та інтеграції з існуючими інформаційними системами підприємства.

Організаційні переваги включають стандартизацію процесів контролю, підвищення відповідальності персоналу, покращення координації між підрозділами та забезпечення прозорості операційної діяльності.

Для опису архітектури IT-сервісу на рівні функцій добре підійде методологія DFD [7]. DFD – це методологія графічного структурного аналізу, що описує адресати даних, логічні функції, потоки даних та сховища даних, до яких здійснюється доступ. На рисунку 4.3 нижче наведено DFD діаграму для IT-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» ІС мережі заготівельних підприємств.



Рисунок 4.3 — Діаграма DFD IT-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції ІС мережі заготівельних підприємств

Діаграма демонструє, що система отримує постійні потоки даних від датчиків у вигляді поточних показників умов зберігання, які включають температуру, вологість, освітленість та кисневу насиченість. Додатково, спеціаліст з якості продукції надсилає інформацію про стан продукції, а модуль ІС з обліку продукції на складах передає дані про продукцію, що зберігається.

Як результат роботи, система генерує різноманітну звітність: для відділу управління утриманням продукції формуються журнал моніторингу показників, звіт про стан продукції, повідомлення про критичні відхилення та журнал рекомендацій щодо збереження продукції; ремонтна служба отримує заявки на ремонт обладнання; логістичний відділ отримує розпорядження по переміщенню продукції між складами.

Так само як і з IDEF0, не декомповована DFD дає мало інформації, а тому декомпозуємо дану діаграму до першого рівня. Декомпозицію наведено на рисунку 4.4.

Після декомпозиції було отримано наступні логічні функції:

- моніторинг критичних показників складу;
- усунення проблем у роботі обладнання;
- аналіз стану продукції;
- формування рекомендацій щодо збереження продукції;
- формування звіту стану продукції;
- формування розпорядження щодо необхідних дій з продукцією.

Також система включає три основних сховища даних: БД показників датчиків на складі, БД стану продукції та БД рішень щодо продукції, які забезпечують збереження та організований доступ до різнотипної інформації.

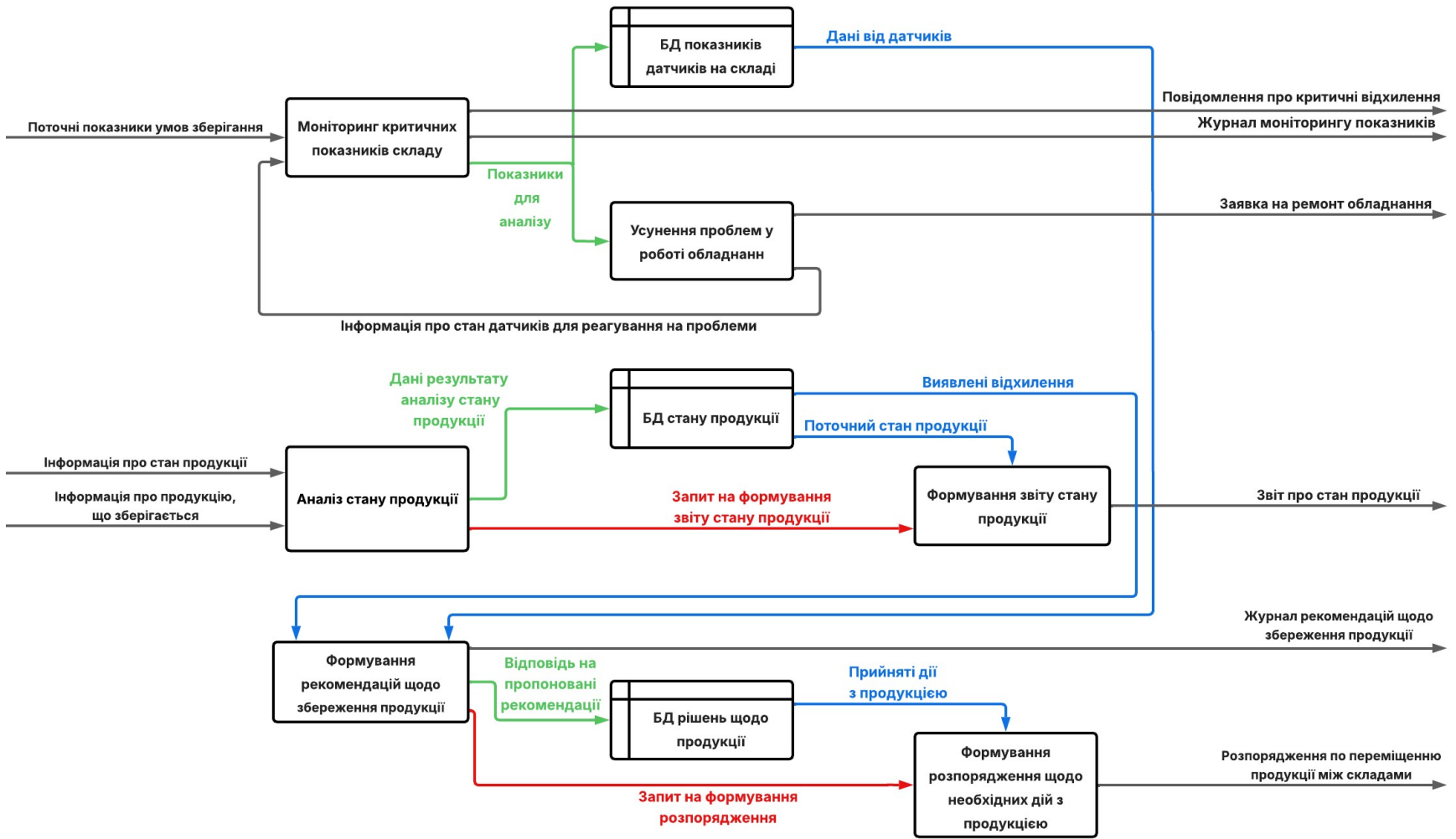


Рисунок 4.4 — Декомпозиція діаграми DFD IT-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції

5 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ ІТ-СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

5.1 Опис вимог до ІТ-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» ІС мережі заготівельних підприємств

Розробка ІТ-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» спрямована на створення системи підтримки прийняття рішень для операторів складів заготівельних підприємств на основі автоматизованого збору та аналізу показників навколишнього середовища.

Основні вимоги до розробки:

- сервіс повинен забезпечувати безперервний збір даних з вимірювачів температури, вологості, освітлення, кисневого насичення, встановлених у складських приміщеннях, з періодичністю вимірювань не рідше одного разу на хвилину [8];

- система має підтримувати базу нормативних показників для різних видів овочів та фруктів (картопля, морква, капуста, яблука, груші тощо) з можливістю налаштування індивідуальних параметрів зберігання [9];

- сервіс повинен автоматично порівнювати поточні показники датчиків з установленими нормами та виявляти відхилення, що можуть вплинути на якість продукції;

- система має генерувати конкретні рекомендації для операторів складів щодо необхідних дій: сортування продукції, переміщення між приміщеннями або ініціювання процедур утилізації неякісних партій;

- сервіс повинен негайно сповіщати операторів складів про критичні відхилення параметрів через веб-інтерфейс та звукові сигнали на робочих місцях;

- система має вести автоматизований журнал всіх вимірювань, рекомендацій та дій операторів для формування звітності про стан складських процесів;

- сервіс повинен мати простий та зрозумілий інтерфейс користувача, адаптований для роботи операторів складів без спеціальної ІТ-підготовки;
- система має забезпечувати можливість ручного внесення операторами даних про фактичний стан продукції після виконання рекомендованих дій;
- сервіс повинен підтримувати роботу в локальній мережі заготівельного підприємства з можливістю резервного копіювання даних;
- система має бути стійкою до короткочасних перебоїв електроживлення та збоїв окремих датчиків без втрати критично важливої інформації.

Розроблюваний сервіс призначений для впровадження на існуючих заготівельних підприємствах з мінімальними змінами в організаційній структурі та робочих процесах персоналу.

5.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності ІТ-сервісу «Моніторинг утримання аграрної продукції» ІС мережі заготівельних підприємств

Мета розробки ІТ-сервісу полягає у підвищенні ефективності контролю умов зберігання аграрної продукції шляхом автоматизації процесів моніторингу та надання науково обґрунтованих рекомендацій операторам складів для прийняття своєчасних управлінських рішень.

Основні аргументи щодо необхідності розробки:

- традиційні методи контролю умов зберігання, що базуються на періодичних ручних перевірках, не забезпечують своєчасного виявлення критичних відхилень параметрів навколишнього середовища, що призводить до значних втрат продукції;
- впровадження автоматизованого моніторингу дозволить операторам складів отримувати оперативну інформацію про стан зберігання та приймати

обґрунтовані рішення на основі об'єктивних даних, а не суб'єктивних оцінок;

- система рекомендацій забезпечить стандартизацію підходів до управління продукцією та підвищить професійний рівень персоналу складів незалежно від їх досвіду роботи;

- автоматизація документування процесів контролю створить прозору систему звітності та дозволить аналізувати ефективність складських операцій для подальшої оптимізації [10].

Основні критерії ефективності об'єкта розробки:

- зменшення відсотка втрат аграрної продукції через несвоєчасне виявлення порушень умов зберігання;

- скорочення часу реакції персоналу на критичні відхилення параметрів навколишнього середовища;

- підвищення точності контролю умов зберігання порівняно з ручними методами перевірки;

- зменшення трудовитрат операторів складів на рутинні операції моніторингу та документування;

- покращення якості управлінської звітності про стан складських процесів;

- підвищення рівня стандартизації процедур контролю якості продукції;

- зниження залежності якості контролю від суб'єктивних факторів та досвіду конкретних працівників;

- забезпечення стабільності процесів зберігання навіть при зміні складу персоналу складів.

6 РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІТ-СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Перш ніж приступити до розробки елементів інформаційної системи необхідно проаналізувати систему моніторингу умов зберігання аграрної продукції на заготівельних підприємствах як об'єкт реального світу та виділити сутності та їхні атрибути. Подібний підхід називається створення концептуальної моделі даних. На рисунку 6.1 наведено вигляд концептуальної моделі даних для системи моніторингу умов зберігання аграрної продукції на заготівельних підприємствах.

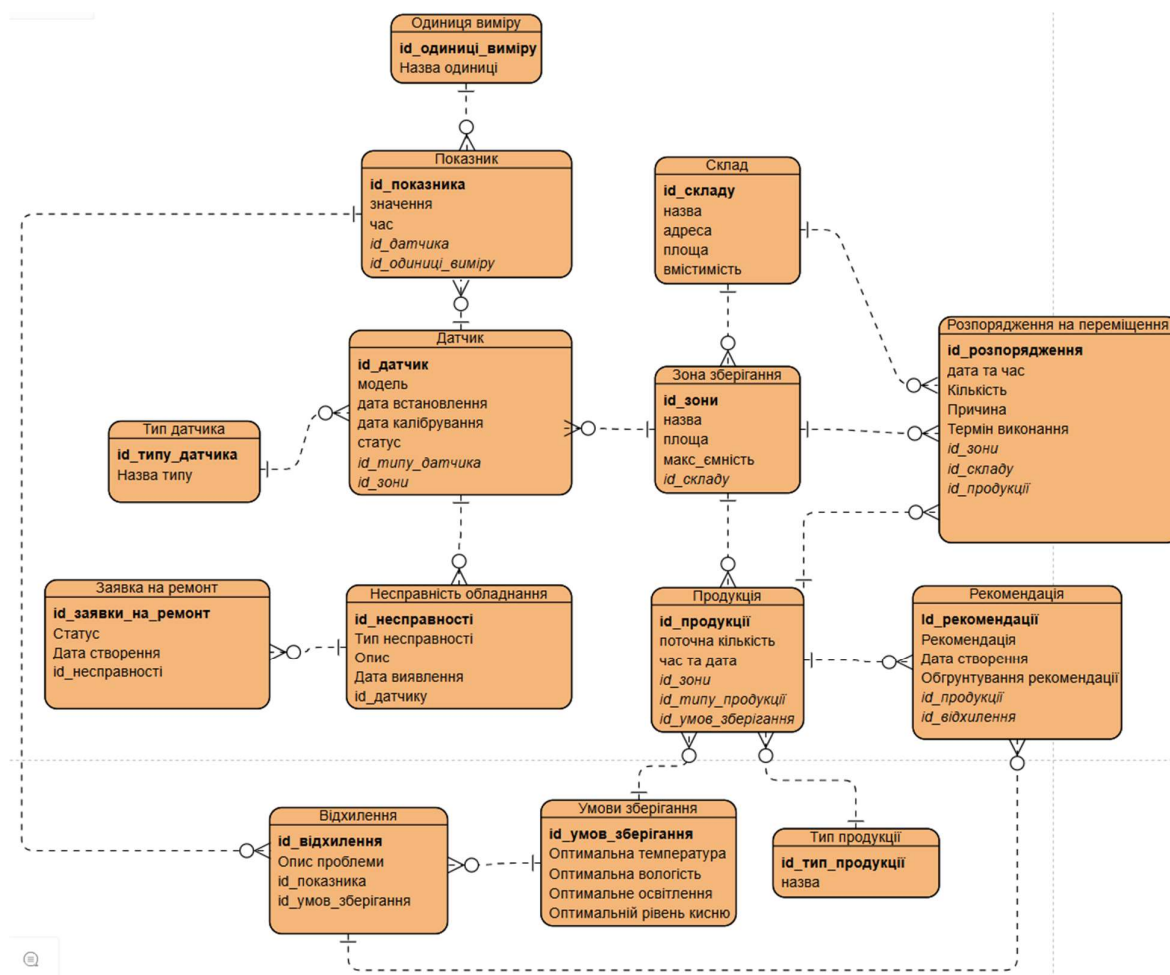


Рисунок 6.1 — Концептуальна модель даних ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції

На рисунку 6.2 зображена ER-діаграма, що забезпечує графічне представлення структури даних ІТ-сервісу моніторингу утримання агропродукції і відповідно демонструє взаємозв'язки між сутностями та служить основою для створення фізичної схеми бази даних у майбутньому.

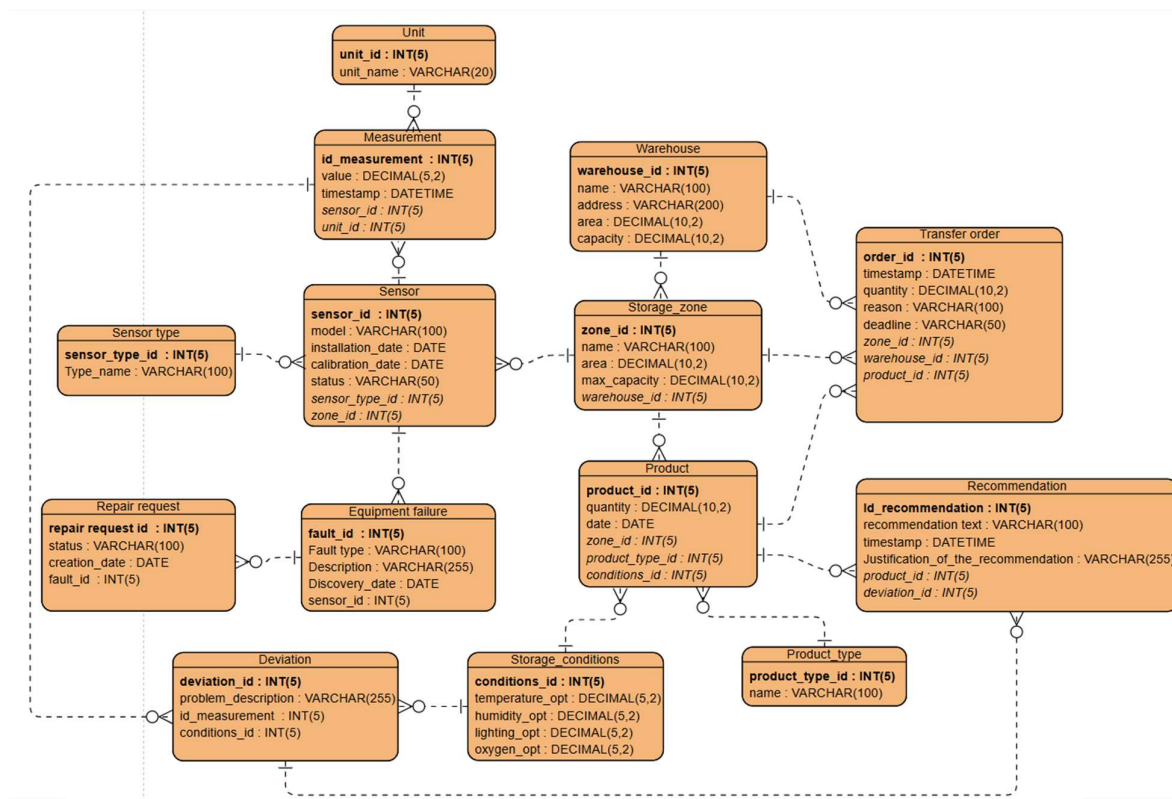


Рисунок 6.2 - ER-діаграма для ІТ- моніторингу утримання аграрної продукції

Опис сутностей з ER-діаграми ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції:

- warehouse - дані про складське підприємство, включаючи назву, адресу та загальну площу складського комплексу;
- storage_zone - інформація про окремі зони зберігання всередині складу, їх площу та максимальну ємність;
- product - конкретні партії продукції з вказанням дати надходження, кількості та умов зберігання;
- product_type - каталог типів аграрної продукції з назвою та категорією;
- storage_conditions - нормативні параметри зберігання, що визначають оптимальні значення температури, вологості та освітлення;

– sensor_type - класифікація контрольно-вимірювального обладнання за функціональним призначенням (температура, вологість, освітлення, кисень) для систематизації моніторингових засобів;

– sensor - дані про фізичні прилади контролю параметрів навколишнього середовища, включаючи модель, дату калібрування, поточний статус роботи та прив'язку до типу датчика і зони розміщення;

– measurement - результати вимірювань параметрів навколишнього середовища з фіксацією дати вимірювання, значення показників, статусу та прив'язкою до конкретного датчика і зони моніторингу;

– deviation - фіксація критичних відхилень параметрів зберігання від встановлених нормативних значень з описом проблеми, датою виявлення та прив'язкою до умов зберігання;

– transfer order - команди щодо переміщення продукції з зазначенням дати, часу, причини, терміну виконання та прив'язкою до зони, складу з відповідною продукцією;

– recommendations - автоматично генеровані поради системи щодо оптимізації управління продукцією з детальним обґрунтуванням, датою створення та прив'язкою до конкретної продукції та зони зберігання;

– equipment malfunction - реєстр технічних проблем контрольно-вимірювального обладнання з описом характеру несправності, датою виявлення та прив'язкою до конкретного датчика;

– unit - одиниця вимірювання налаштована на датчику;

– repair request - запити на технічне обслуговування обладнання з зазначенням дати подачі, характеру необхідних робіт та прив'язкою до проблемного датчика.

7 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІТ-СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

У процесі розробки додатку для контролю критичних показників утримання аграрної продукції було використано такий метод дослідження як математичне моделювання. Результатом математичного моделювання стала лінійна структура-алгоритм ІТ-сервісу. Цей алгоритм повністю відповідає структурі додатку та відображає реальні взаємодії всередині програмного забезпечення.

На рисунку 7.1 наведено загальний алгоритм, що починається після запуску додатку.

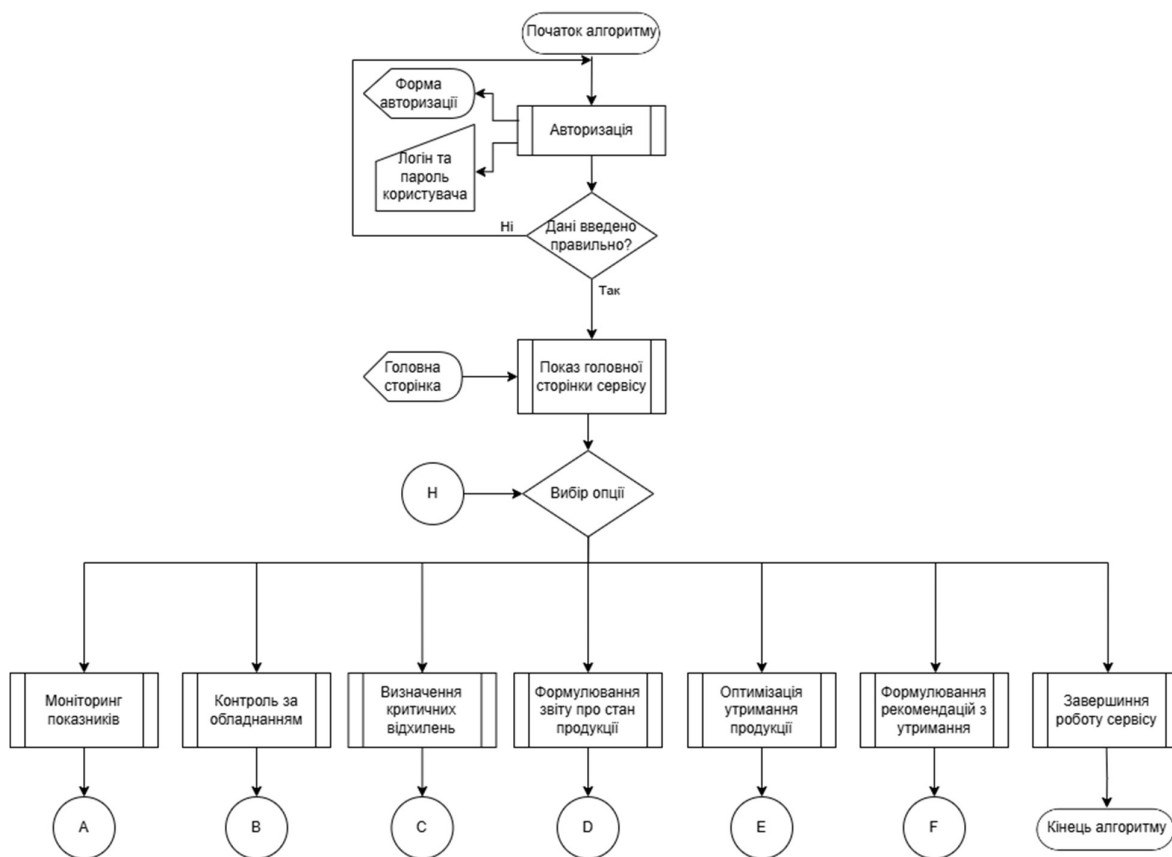


Рисунок 7.1 — Схема алгоритму роботи ІТ-сервісу моніторингу утримання
аграрної продукції

Як видно на рисунку 7.1, загальний алгоритм розгалужується на блоки (кружечки) А, В, С, D, E, F. Ці блоки являють собою інші схеми алгоритмів. Кружечок з літерою Н позначає лише перенаправлення на головну сторінку.

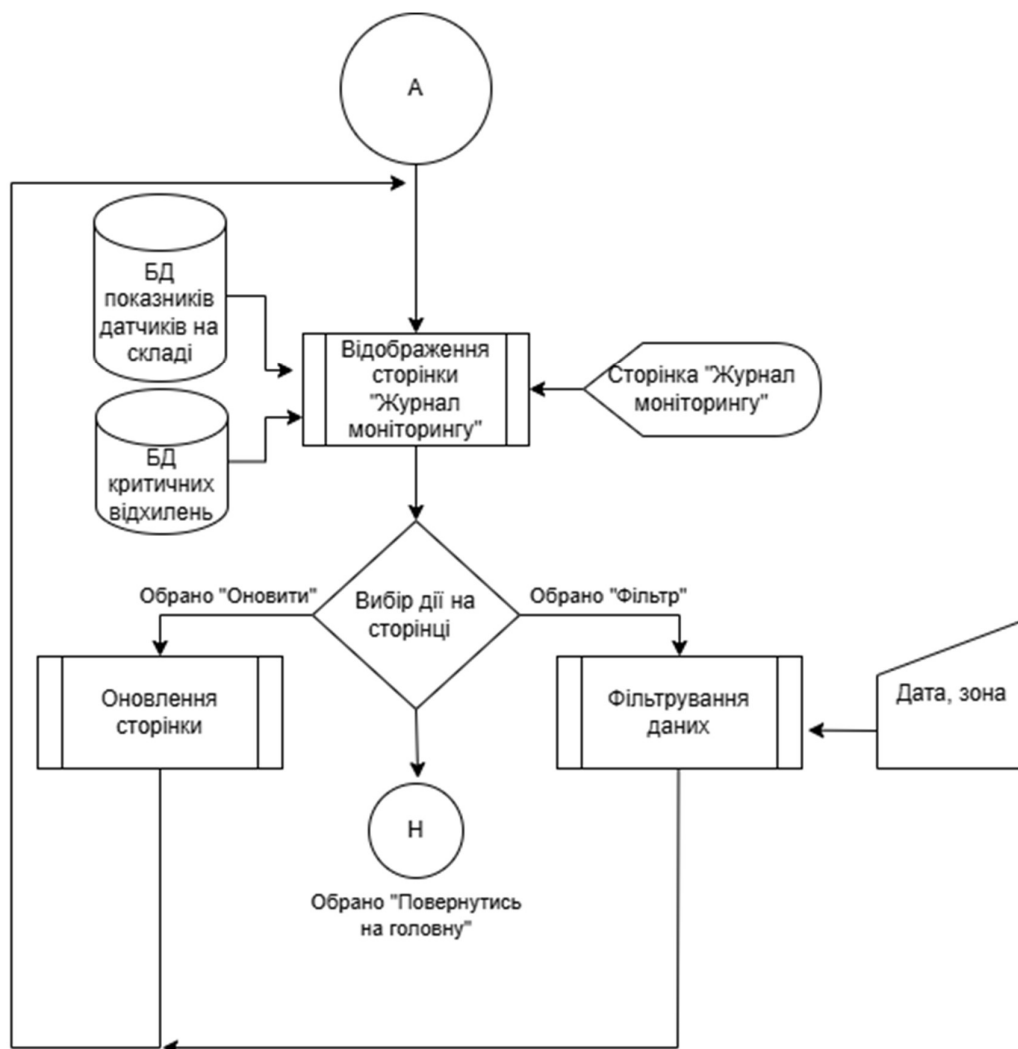


Рисунок 7.1 — Схема роботи алгоритму, аркуш 2

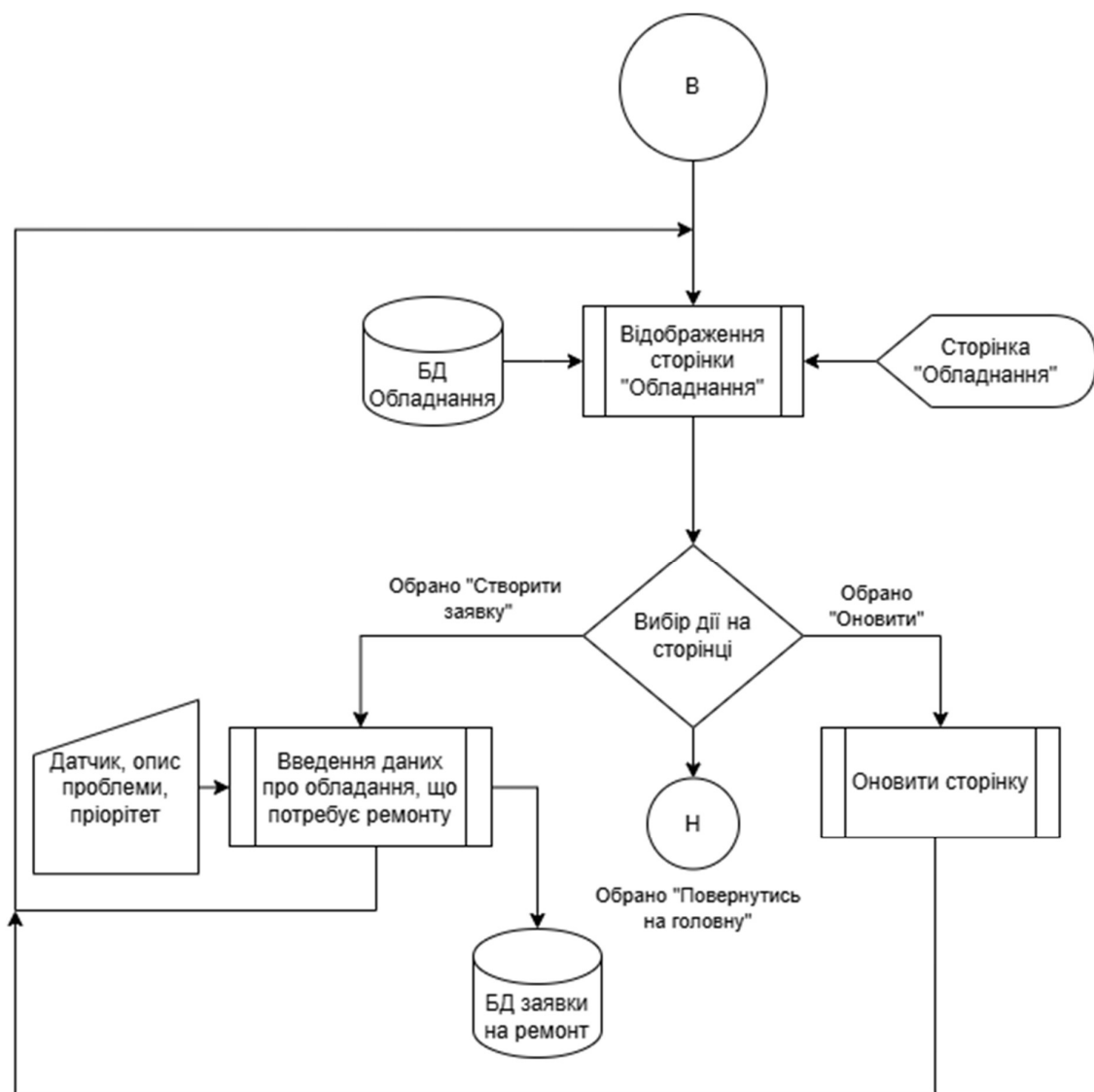


Рисунок 7.1 — Схема роботи алгоритму, аркуш 3

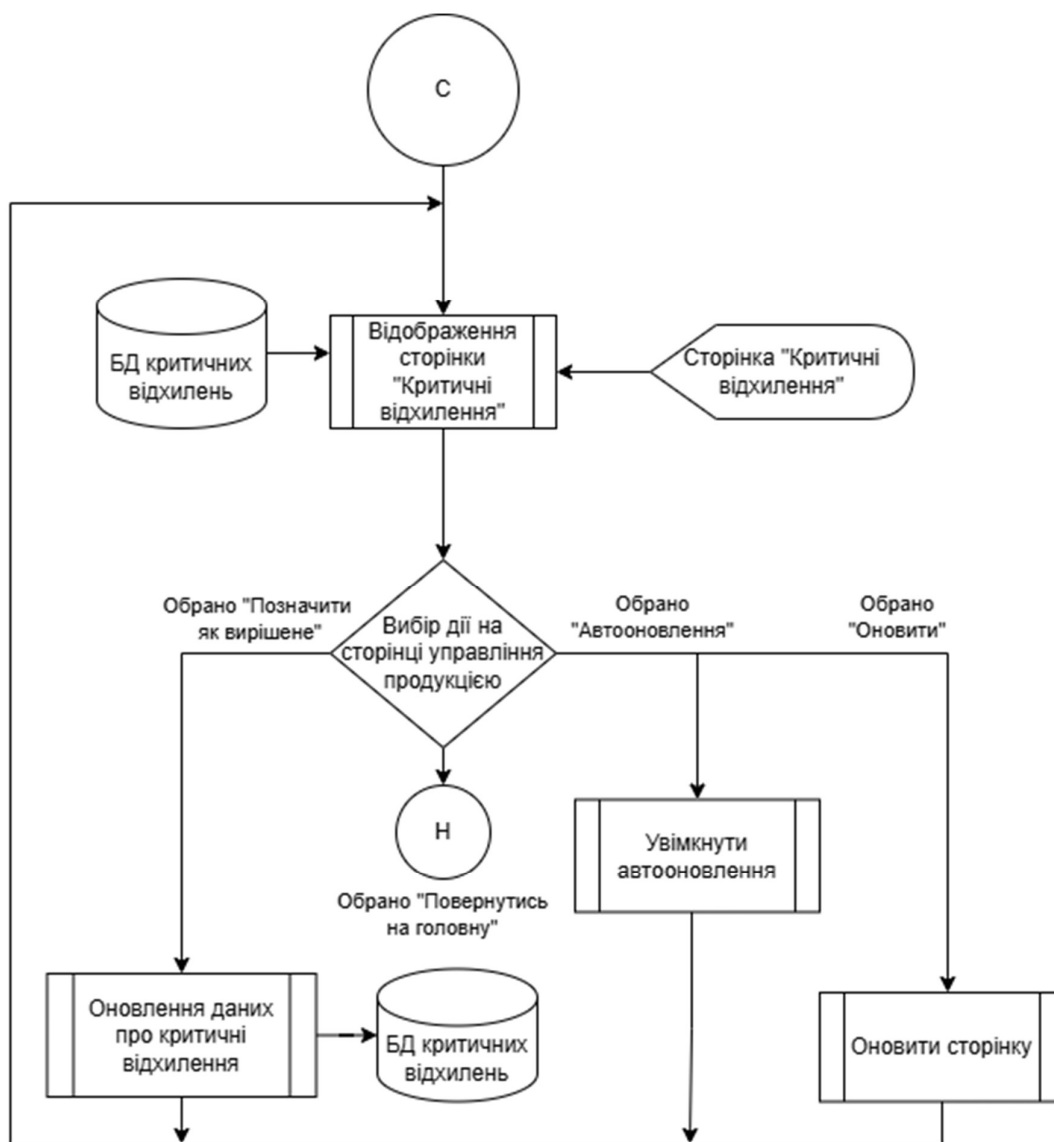


Рисунок 7.1 — Схема роботи алгоритму, аркуш 4

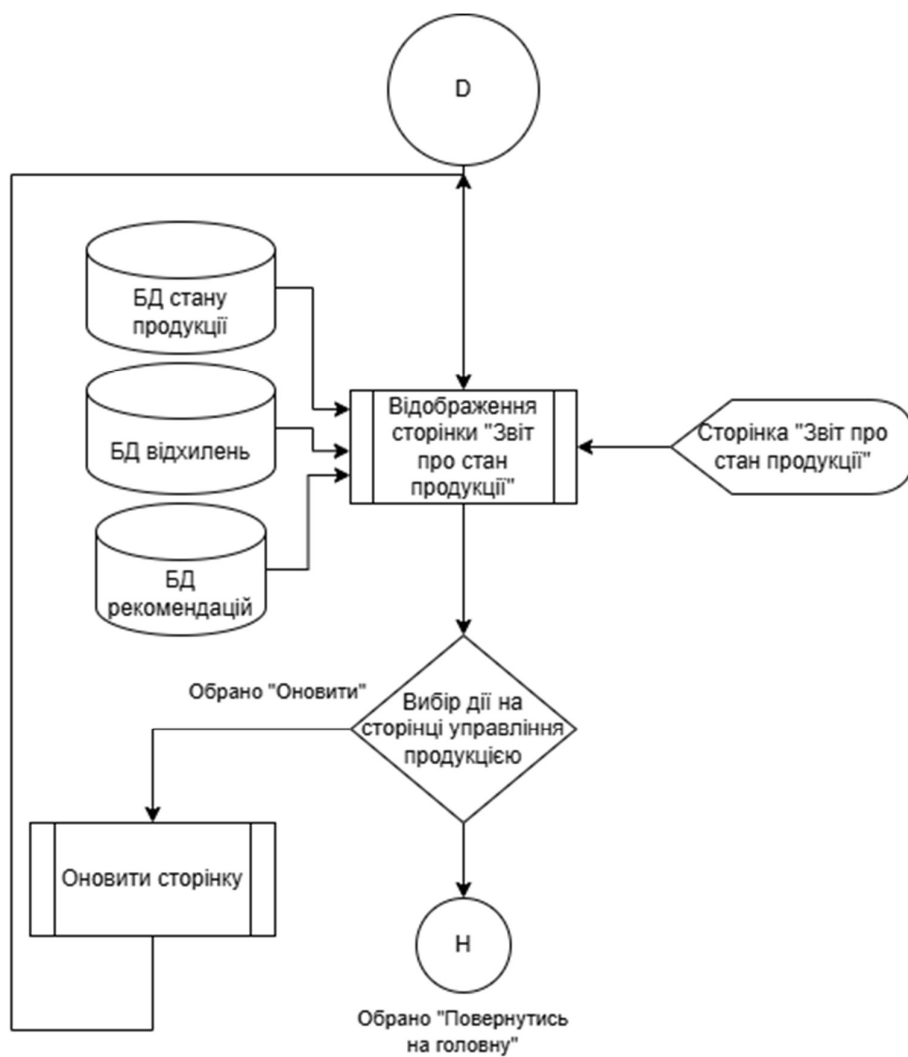


Рисунок 7.1 — Схема роботи алгоритму, аркуш 5

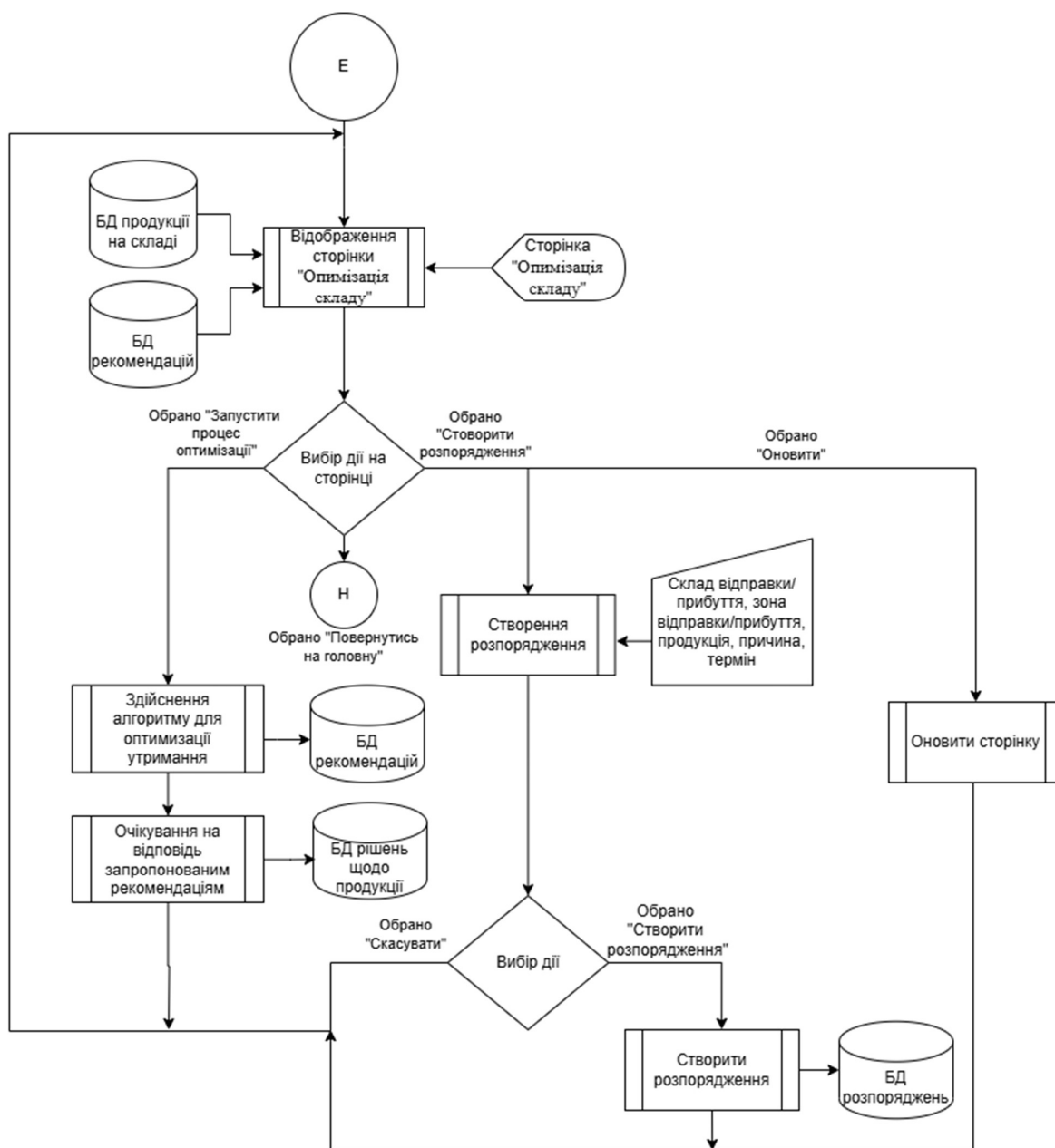


Рисунок 7.1 — Схема роботи алгоритму, аркуш 6

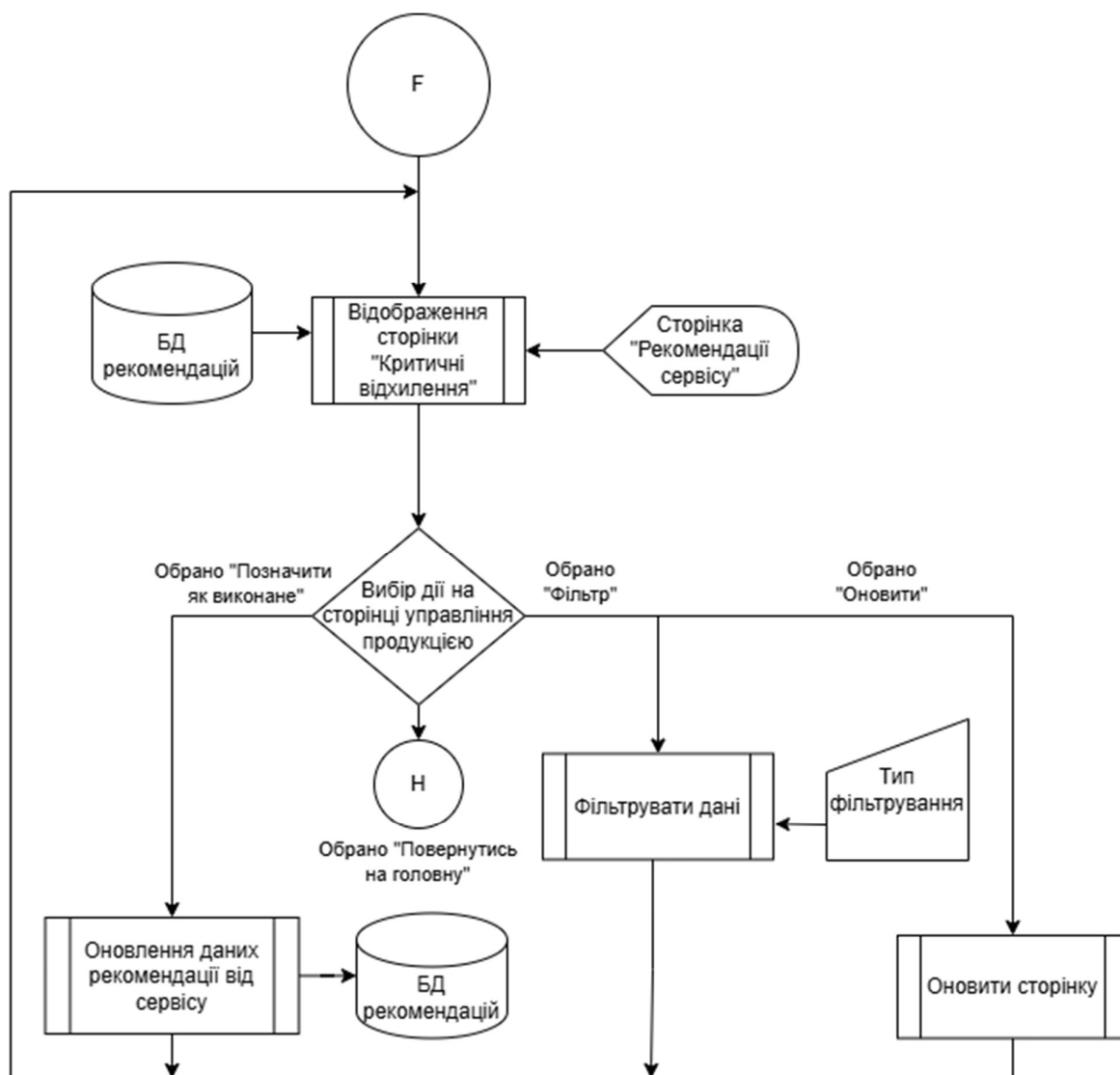


Рисунок 7.1 — Схема роботи алгоритму, аркуш 7

На рисунку 7.2 зображено алгоритм переміщення продукції. Цей внутрішній алгоритм виконується системою після того, як користувач на сторінці "Оптимізація утримання" обрав дію "Запустити процес оптимізації". Алгоритм деталізує логіку пошуку оптимальних місць для продукції та формування плану переміщень, враховуючи завантаженість складів, умови зберігання та сумісність продукції.

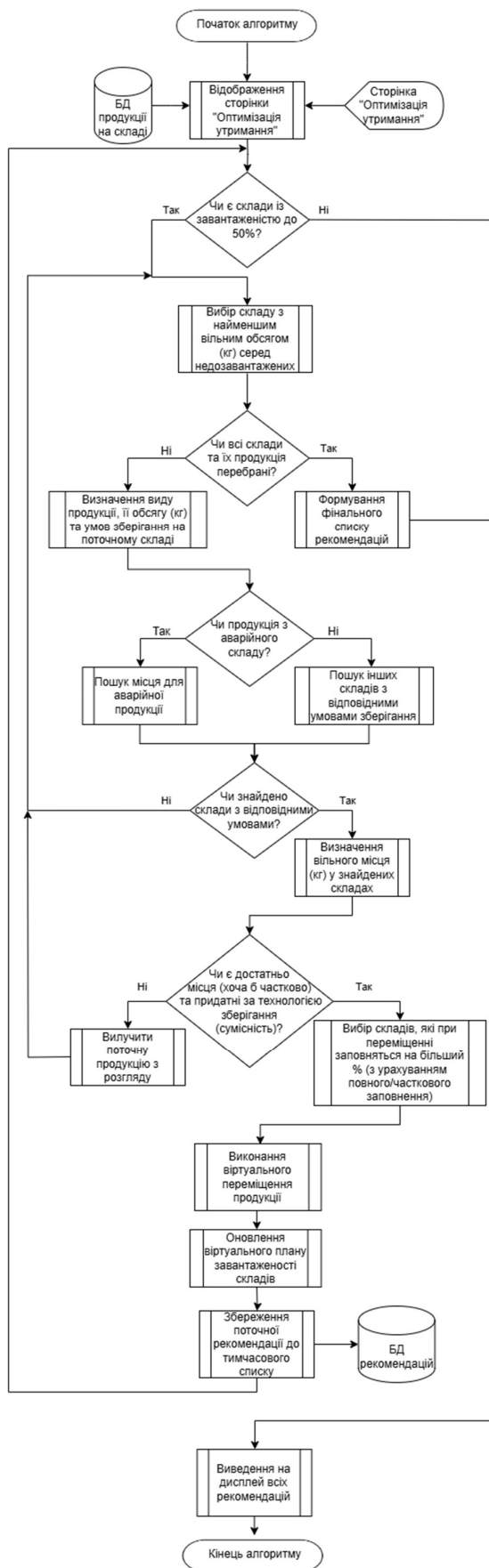


Рисунок 7.2 — Алгоритм оптимізації переміщення продукції

8 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГРАМНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ ІТ-СЕРВІСУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Для реалізації ІТ-сервісу утримання аграрної продукції було обрано наступні мовні засоби та інструментальне програмне забезпечення:

- мова програмування Python;
- веб-фреймворк Django;
- система управління базами даних MySQL (My Structured Query Language);
- HTML та CSS (Cascading Style Sheets) для створення веб-інтерфейсу;
- JavaScript для інтерактивних елементів;
- середовище розробки PyCharm.

Python є одним з найпопулярніших мов програмування для розробки веб-додатків завдяки своїй простоті та зрозумілості [11]. Цю мову обрано через її універсальність та велику кількість готових бібліотек, що дозволяє швидко розробляти системи для роботи з даними. Python має простий синтаксис, що полегшує процес розробки та подальшої підтримки системи моніторингу.

Django — це потужний веб-фреймворк для Python, який забезпечує швидко розробку веб-додатків [12]. Основною перевагою Django є наявність вбудованої системи адміністрування, що дозволяє легко керувати даними системи моніторингу [13]. Фреймворк має готові компоненти для роботи з базами даних та створення веб-форм, що значно прискорює розробку. Django також забезпечує високий рівень безпеки, що важливо для систем, які обробляють дані про стан аграрної продукції.

MySQL було обрано як систему управління базами даних через її надійність та простоту використання [14]. MySQL є одним з найпоширеніших рішень для веб-додатків і має хорошу сумісність з Python та Django. База даних

забезпечує швидке збереження та отримання інформації про показники датчиків, що критично важливо для системи моніторингу в реальному часі.

HTML та CSS використовуються для створення зручного веб-інтерфейсу системи. HTML забезпечує структуру веб-сторінок, а CSS відповідає за їх зовнішній вигляд та оформлення. Це дозволяє створити інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для персоналу складу.

JavaScript застосовується для додавання інтерактивних елементів до веб-сторінок [15]. За допомогою JavaScript можна реалізувати динамічне оновлення показників датчиків без перезавантаження сторінки, що важливо для моніторингу в реальному часі.

PyCharm обрано як середовище розробки через його спеціалізацію на роботі з Python та Django. Це середовище надає зручні інструменти для написання коду, налагодження програми та роботи з базами даних. Діаграма розгортання системи моніторингу представлена на рисунку 8.1.

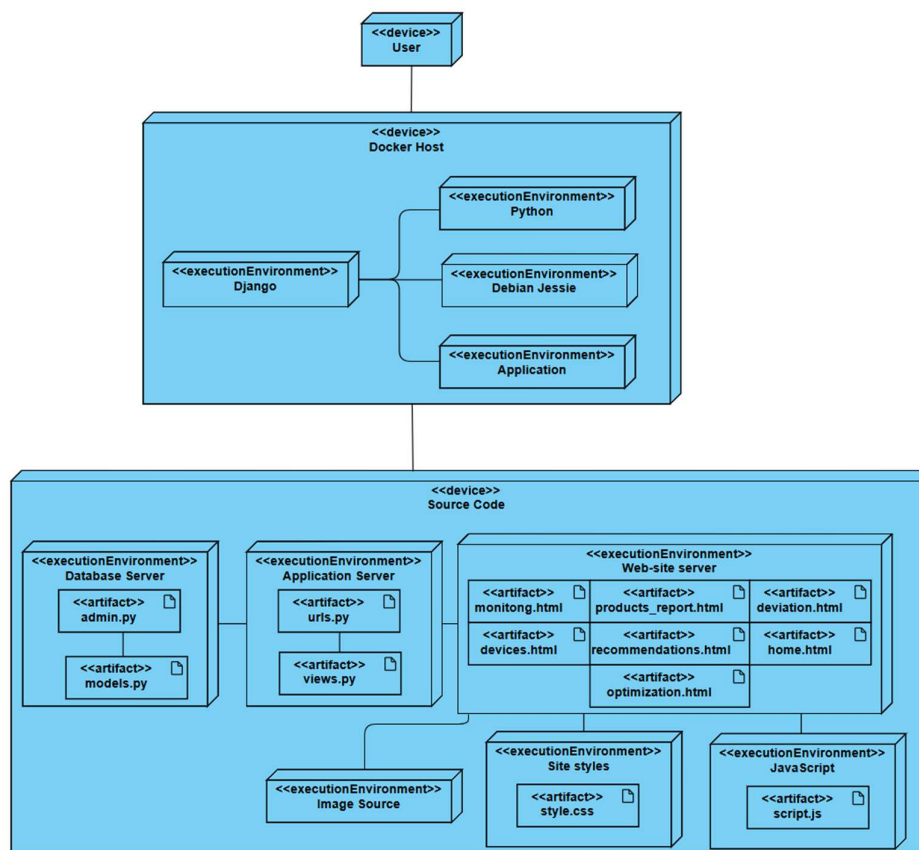
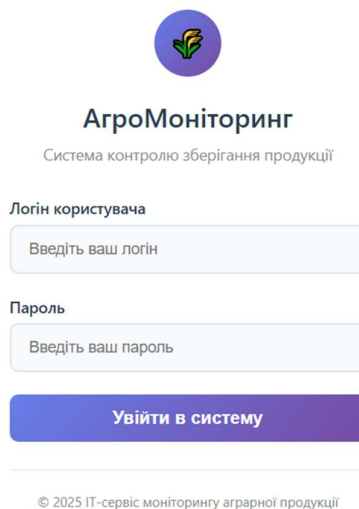


Рисунок 8.1 — Діаграма розгортання ІТ-сервісу моніторингу утримання аграрної продукції

9 РОЗРОБКА USER EXPERIENCE (UX) ТА USER INTERFACE (UI) РІШЕНЬ ДО ІТ-СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ ІС МЕРЕЖІ ЗАГОТІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

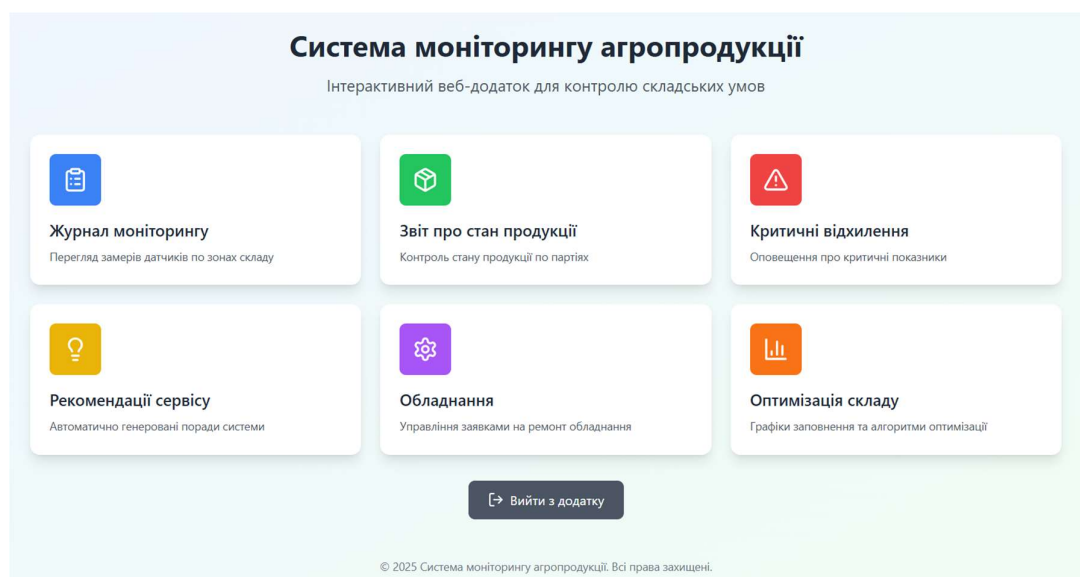
На рисунку 9.1 наведено зображення форми авторизації веб-додатка.



The screenshot shows a login form for 'АгроМоніторинг' (AgroMonitoring). At the top is a circular logo with a green leaf and a purple background. Below the logo is the title 'АгроМоніторинг' and the subtitle 'Система контролю зберігання продукції' (Product storage control system). The form contains three input fields: 'Логін користувача' (User login) with the placeholder 'Введіть ваш логін' (Enter your login), 'Пароль' (Password) with the placeholder 'Введіть ваш пароль' (Enter your password), and a blue button labeled 'Увійти в систему' (Log in). At the bottom, there is a copyright notice: '© 2025 ІТ-сервіс моніторингу аграрної продукції'.

Рисунок 9.1 — Зображення форми авторизації у вікні браузера

На рисунку 9.2 наведено зображення головної сторінки веб-додатка.



The screenshot displays the main dashboard of the 'Система моніторингу агропродукції' (Agroproduct monitoring system). The title is 'Система моніторингу агропродукції' and the subtitle is 'Інтерактивний веб-додаток для контролю складських умов' (Interactive web application for warehouse condition control). The dashboard features six main cards arranged in a 2x3 grid:

- Журнал моніторингу** (Monitoring log): Перегляд замірів датчиків по зонах складу (View sensor readings by warehouse zones).
- Звіт про стан продукції** (Product status report): Контроль стану продукції по партіях (Control product status by batches).
- Критичні відхилення** (Critical deviations): Оповещення про критичні показники (Notifications about critical indicators).
- Рекомендації сервісу** (Service recommendations): Автоматично генеровані поради системи (Automatically generated system advice).
- Обладнання** (Equipment): Управління заявками на ремонт обладнання (Management of equipment repair requests).
- Оптимізація складу** (Warehouse optimization): Графіки заповнення та алгоритми оптимізації (Filling graphs and optimization algorithms).

At the bottom center, there is a button labeled 'Вийти з додатку' (Log out of the application). At the bottom, there is a copyright notice: '© 2025 Система моніторингу агропродукції. Всі права захищені.' (© 2025 Agroproduct monitoring system. All rights reserved.)

Рисунок 9.2 — Зображення головної сторінки ІТ-сервісу у вікні браузера

На рисунку 9.3 показано сторінку «Журнал моніторингу».

Журнал моніторингу
Замери датчиків по зонах складу

Фільтри

Дата:

Зона складу:

ДАТА/ЧАС	ЗОНА	ДАТЧИК	ТЕМПЕРАТУРА (°C)	ВОЛОГІСТЬ (%)	ОСВІТЛЕННЯ (ЛК)	КИСЕНЬ (%)	СТАТУС
10.06.2025 14:30	A1	Temp-001	18.5	65	300	20.9	Нормально
10.06.2025 14:30	A2	Temp-002	19.2	68	280	20.7	Нормально
10.06.2025 14:30	B1	Temp-003	25.8	85	250	18.2	Критично
10.06.2025 14:30	B2	Temp-004	21.1	72	320	20.5	Попередження
10.06.2025 13:30	A1	Temp-001	18.2	64	295	20.8	Нормально
10.06.2025 13:30	A2	Temp-002	19	67	275	20.6	Нормально
10.06.2025 13:30	B1	Temp-003	24.5	82	240	18.8	Попередження

Рисунок 9.3 — Зображення сторінки «Журнал моніторингу» у вікні браузера

На рисунку 9.4 продемонстровано сторінку «Обладнання».

Обладнання
Управління заявками на ремонт обладнання

+ Нова заявка

6 Всього обладнання 3 Активне 2 Несправне 1 Очікують ремонту

Список обладнання

ТИП ОБЛАДНАННЯ	МОДЕЛЬ	ЗОНА	СТАТУС	ДАТА ВСТАНОВЛЕННЯ	ОСТАННЄ ТО
Система охолодження	CoolMax Pro 500	A1	Активний	15.03.2024	15.05.2025
Вентиляційна система	AirFlow Turbo 300	B1	Несправний	20.02.2024	10.04.2025
Датчик температури	TempSense Digital	A2	Активний	10.01.2024	20.03.2025
Датчик вологості	HumiControl 200	B2	Неактивний	10.01.2024	15.02.2025
Система освітлення	LED AgriLight	A1	Активний	05.04.2024	01.06.2025
Осушувач повітря	DryAir Pro 400	A2	Несправний	12.05.2024	25.05.2025

Активні заявки на ремонт

Вентиляційна система - AirFlow Turbo 300 Високий Очікує

Система не включається, підозра на несправність електричної частини

📅 Заявка: 10.06.2025 📅 Очікувана дата: 11.06.2025 📍 Зона: B1 👤 Заявник: Іванов І.П.

Рисунок 9.4 — Зображення сторінки «Обладнання» у вікні браузера

На рисунку 9.5 продемонстровано форму для заповнення заявки на ремонт.

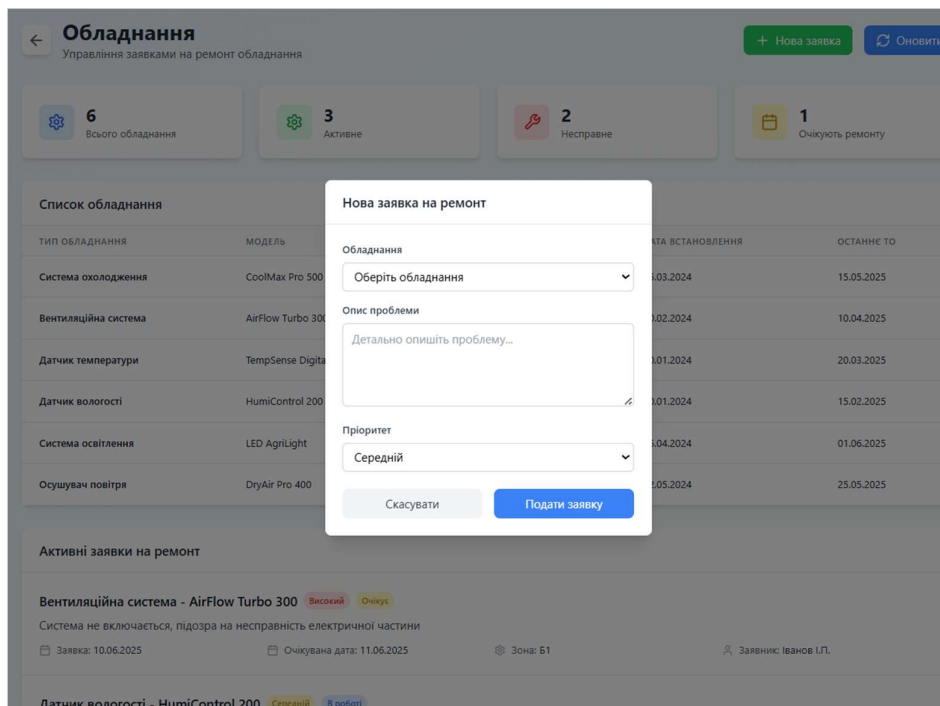


Рисунок 9.5 — Створення заявки на ремонт

На рисунку 9.6 наведено сторінку «Звіт про стан продукції».

The screenshot shows a web application interface for a production status report. The main screen displays a summary of production status and a table of production items. The summary includes:

- Відмінний стан:** 2
- Задовільний стан:** 3
- Поганий стан:** 1
- Всього кг:** 13 450

The table below shows the production items and their status:

НАЗВА ПРОДУКЦІЇ	ТИП	ДАТА НАДХОДЖЕННЯ	КІЛЬКІСТЬ	СТАН	ВІДХИЛЕННЯ	РЕКОМЕНДАЦІЇ
Яблука Голден	Фрукти	08.06.2025	1500 кг	Відмінний	Відсутні	Відсутні
Морква	Овочі	07.06.2025	2800 кг	Задовільний	Підвищена вологість	Покращити вентиляцію
Картопля	Овочі	05.06.2025	5200 кг	Поганий	Критично висока температура Низький рівень кисню	Терміново знизити температуру Включити систему вентиляції
Капуста білокачанна	Овочі	09.06.2025	1800 кг	Відмінний	Відсутні	Відсутні
Груші	Фрукти	06.06.2025	950 кг	Задовільний	Незначні коливання температури	Моніторити температурний режим
Цибуля	Овочі	04.06.2025	1200 кг	Задовільний	Підвищена вологість повітря	Зменшити вологість до 60%

Рисунок 9.6 — Зображення сторінки «Звіт про стан продукції» у вікні браузера

На рисунку 9.7 наведено сторінку «Оптимізація складу».

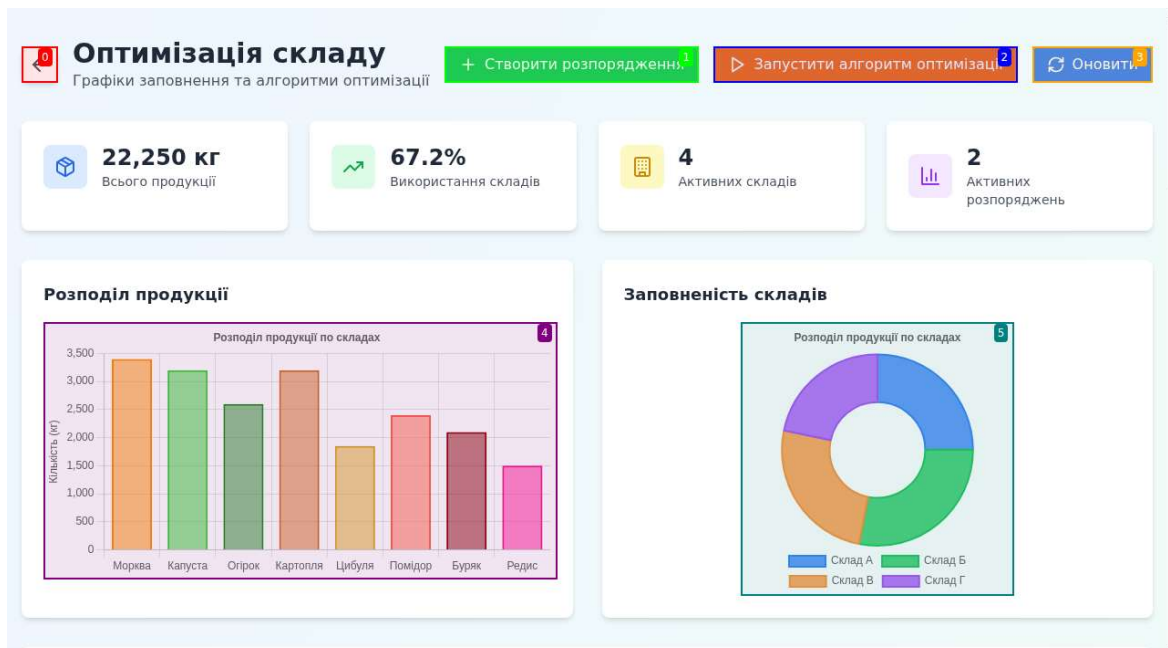


Рисунок 9.7 — Зображення сторінки «Оптимізація складу» у вікні браузера

На рисунку 9.8 наведено демонстрацію заповненості складів.

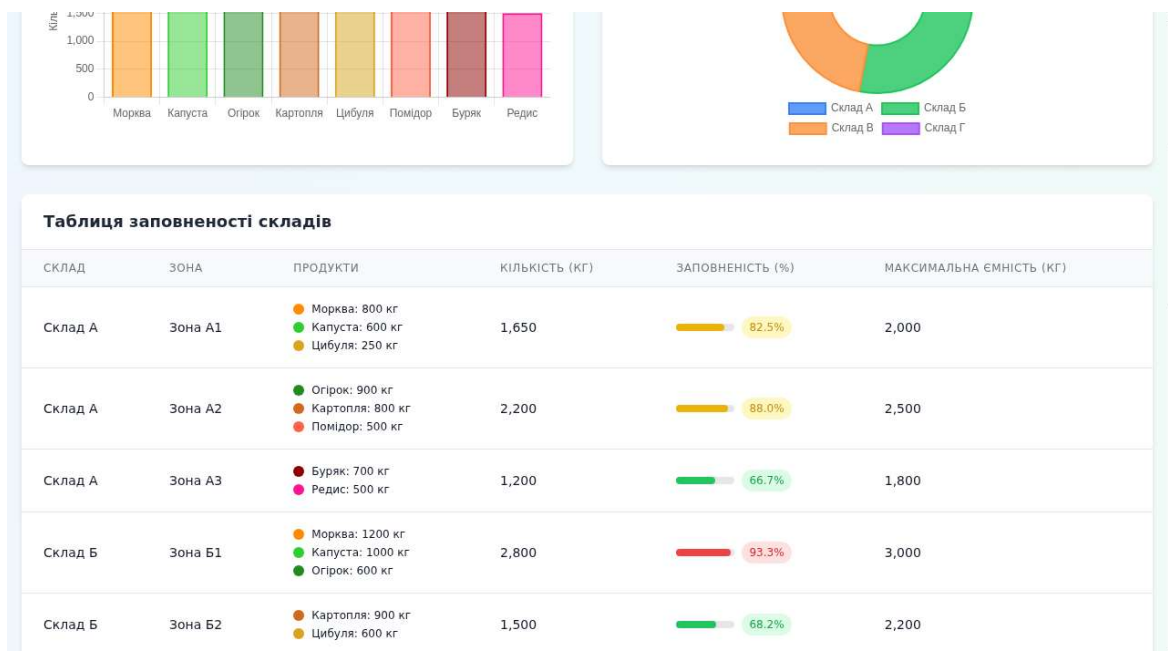


Рисунок 9.8 — Зображення сторінки «Оптимізація складу» з демонстрацією заповненості складів

На рисунку 9.9 наведено приклад створення розпорядження для переміщення продукції між складами.

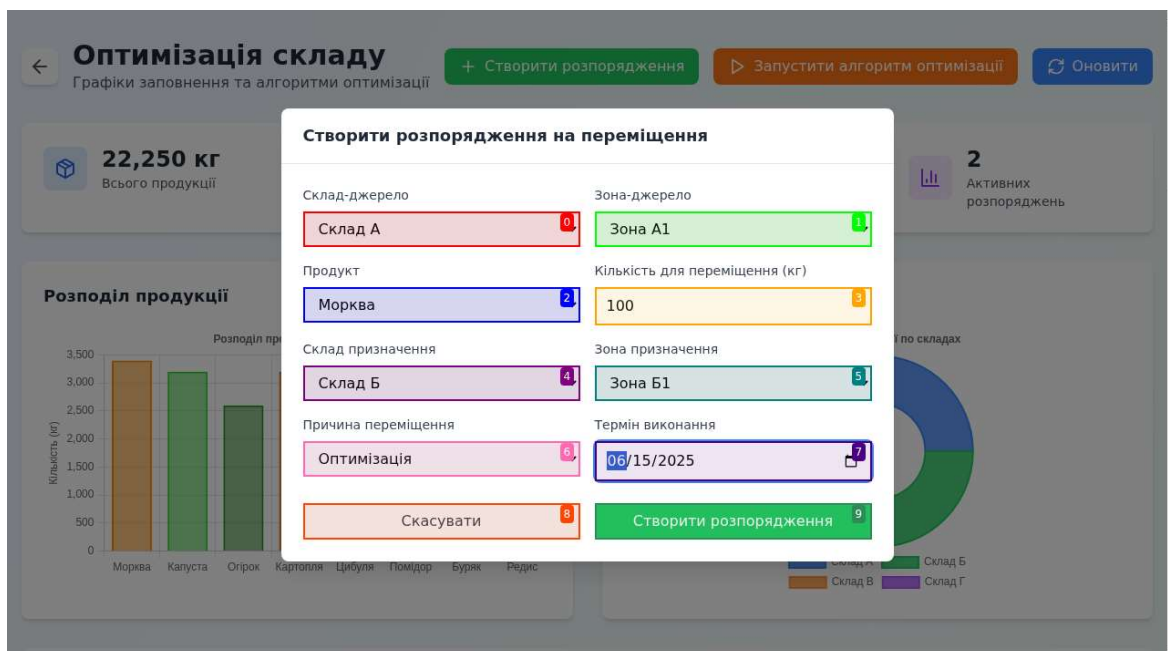


Рисунок 9.9 — Створення розпорядження на переміщення

На рисунку 9.10 наведено сторінку «Критичні відхилення».

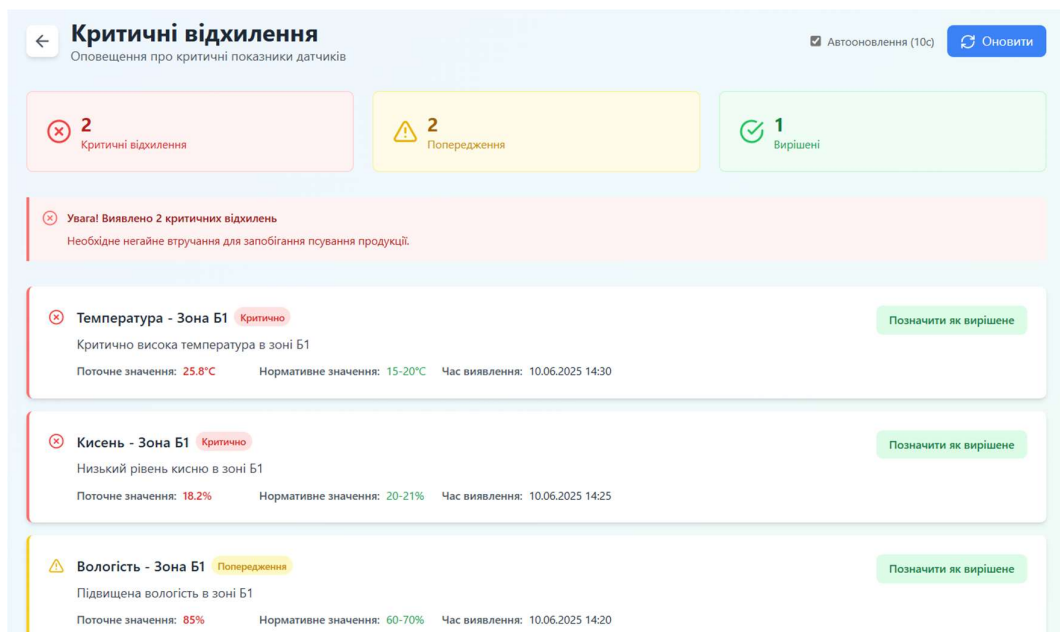


Рисунок 9.10 — Зображення сторінки «Критичні відхилення» у вікні браузера

На рисунку 9.11 наведено сторінку «Рекомендації сервісу».

Рекомендації сервісу
Автоматично генеровані поради системи

Оновити

6 Всього рекомендацій

4 Очікують виконання

2 Високий пріоритет

2 Виконано

Фільтри

Всі (6) Очікують (4) Виконано (2)

Увага! 2 рекомендації високого пріоритету потребують негайного виконання

Картопля **Високий** Позначити як виконане

Відхилення: **Критично висока температура**

Рекомендація:
Терміново включити систему охолодження в зоні B1

Обґрунтування:
Температура 25.8°C перевищує допустимі норми для зберігання картоплі (15-20°C). Тривале зберігання при такій температурі призведе до псування продукції.

Згенеровано: 10.06.2025 14:30

Картопля **Високий** Позначити як виконане

Відхилення: **Низький рівень кисню**

Рекомендація:
Включити систему принудової вентиляції

Обґрунтування:
Рівень кисню 18.2% нижче нормального (20-21%). Недостатня вентиляція може призвести до анаеробного дихання та псування продукції.

Згенеровано: 10.06.2025 14:25

Рисунок 9.11 — Зображення сторінки «Рекомендації сервісу» у вікні браузера

10 СИНТЕЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ВІД НЕСАНКЦІОНОВАНОГО ДОСТУПУ

Розробка будь-якої інформаційної системи потребує серйозного підходу до питань безпеки. Коли мова йде про систему моніторингу складських приміщень для зберігання сільськогосподарської продукції, захист інформації стає особливо критичним аспектом. На відміну від офісних систем, де працює багато користувачів, складське середовище характеризується обмеженою кількістю працівників - зазвичай це завідувач складу та кілька операторів. Тому локальний захист робочих станцій можна спростити, проте система в цілому потребує надійної архітектури безпеки.

Першим рівнем захисту системи виступає автентифікація та авторизація користувачів. Реалізована форма входу до системи забезпечує контроль доступу через верифікацію логіна та пароля, що запобігає несанкціонованому використанню ІТ-сервісу моніторингу. Система авторизації також дозволяє розмежовувати права доступу між різними категоріями персоналу — від операторів складу до головних менеджерів, забезпечуючи принцип мінімальних привілеїв для кожної ролі користувача.

Основну загрозу для системи становлять не стільки внутрішні користувачі, скільки зовнішні атаки через мережеві канали. Дані про температурний режим, показники вологості та інші параметри складського середовища передаються в режимі реального часу від численних датчиків до центральної системи обробки. Ці потоки інформації можуть стати мішенню для зловмисників, які прагнуть дестабілізувати роботу підприємства або отримати конфіденційну інформацію про обсяги та характеристики продукції, що зберігається.

Вирішальним елементом захисту виступає шифрування каналів передачі даних. Враховуючи специфіку аграрного виробництва, де складські комплекси часто розташовані на значній відстані від центральних офісів, використання

відкритих мережевих каналів стає вимушеною мірою. У таких умовах алгоритми шифрування повинні забезпечувати не лише конфіденційність даних, але й їх цілісність протягом передачі.

Не менш важливим є питання фізичного захисту інфраструктури сервісу. Складські приміщення для аграрної продукції традиційно розташовуються в промислових зонах або на територіях виробничих комплексів, де рівень контролю доступу може бути нижчим, ніж у офісних центрах. Датчики температури, вологості та газового складу повітря встановлюються безпосередньо в складських зонах, де вони можуть піддаватися ризику пошкодження або несанкціонованого втручання. Захист цих пристроїв повинен включати як технічні заходи, так і організаційні процедури.

Специфіка аграрного сектору також вимагає особливої уваги до питання надійності системи безпеки. Порушення температурного режиму або показників вологості може призвести до псування великих партій продукції, що означає значні фінансові втрати. Тому система захисту повинна не тільки запобігати несанкціонованому доступу, але й забезпечувати безперервність роботи навіть у разі спроб атак або технічних збоїв. Це вимагає створення резервних каналів передачі даних та дублювання критично важливих компонентів системи.

Враховуючи тенденції розвитку цифрових технологій в аграрному секторі, система повинна бути готовою до інтеграції з іншими рішеннями підприємства. Це означає необхідність забезпечення безпечного обміну даними з системами обліку, логістичними платформами та іншими додатками у мережі заготівельних підприємств. Такий підхід потребує розробки гнучкої архітектури безпеки, яка може адаптуватися до мінливих потреб бізнесу та технологічних викликів.

11 ОПИС ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІТ-СЕРВІСУ МОНІТОРИНГУ УТРИМАННЯ АГРАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Впровадження системи моніторингу на діючому складському підприємстві потребує ретельного планування, оскільки аграрні склади працюють безперервно, особливо в сезони збору врожаю. Всі роботи з встановлення обладнання повинні проводитися без порушення поточних технологічних процесів зберігання продукції.

Перш ніж впроваджувати систему в експлуатацію, її необхідно протестувати в реальних складських умовах. Це є критично важливим, оскільки система контролює параметри, від яких залежить збереження великих обсягів аграрної продукції.

В якості пропозицій щодо впровадження та експлуатації можна запропонувати наступне:

- проведення комплексного навчання персоналу складу щодо роботи з системою моніторингу;
- забезпечення постійного технічного обслуговування та підтримки системи після впровадження;
- організація цілодобового моніторингу параметрів зберігання, включаючи вихідні та святкові дні;
- регулярне оновлення програмного забезпечення системи для покращення алгоритмів та виправлення вразливостей;
- створення резервних каналів зв'язку та альтернативних джерел живлення для забезпечення безперервної роботи системи.

12 РОЗРОБКА Й ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНІЧНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

Система моніторингу умов зберігання аграрної продукції будується на принципах розподіленої архітектури, де кожне складське приміщення оснащується автономним комплектом сенсорного обладнання. Така організація дозволяє забезпечити локальний контроль параметрів зберігання в кожному конкретному складі, водночас підтримуючи централізоване управління та аналіз даних. Враховуючи географічну розподіленість складських комплексів аграрних підприємств, важливо забезпечити стабільне мережеве з'єднання між віддаленими об'єктами та центральним пунктом управління.

Архітектура системи передбачає встановлення в кожному складському приміщенні комплексу датчиків для контролю ключових параметрів мікроклімату. Отримані дані концентруються на локальних робочих станціях, звідки передаються до центральної бази даних через захищені мережеві канали. Така структура забезпечує як оперативний контроль на місцях, так і можливість комплексного аналізу ситуації адміністратором системи з єдиного центру управління.

Загальну структуру мережевої інфраструктури системи моніторингу представлено на рисунку 12.1.

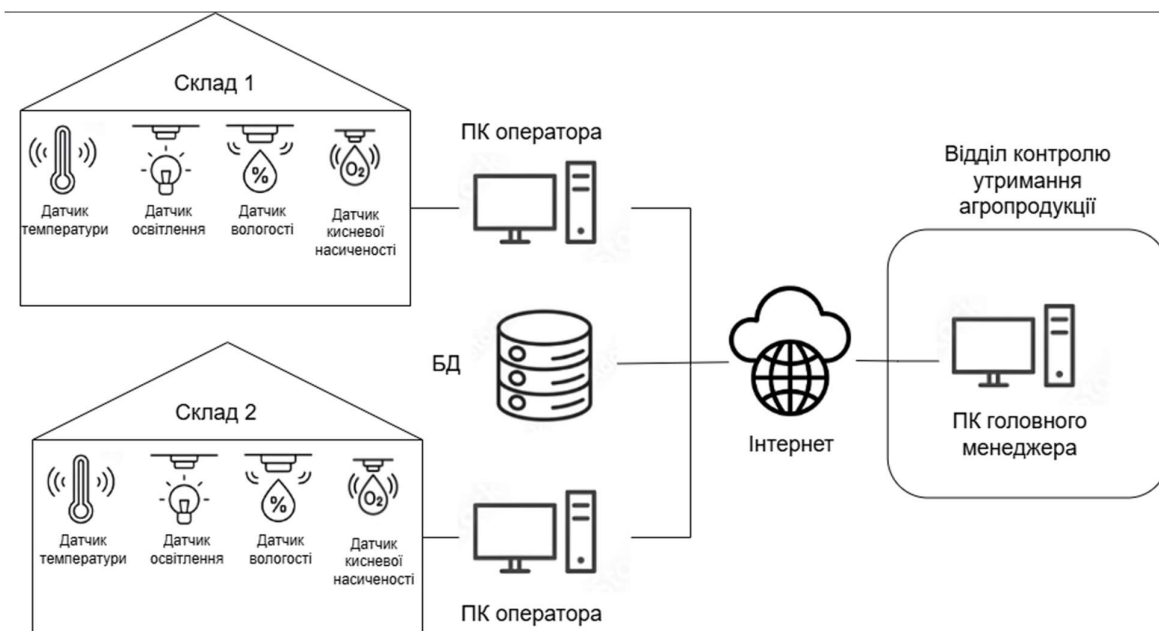


Рисунок 12.1 — Топологічна схема мережі системи моніторингу умов зберігання аграрної продукції

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі було розроблено систему моніторингу умов зберігання аграрної продукції, яка забезпечує автоматичний контроль важливих параметрів складського середовища.

В ході виконання роботи було детально досліджено специфіку зберігання різних видів сільськогосподарської продукції та визначено критичні умови для збереження її якості. Проведено аналіз існуючих систем моніторингу та встановлено, що більшість з них не відповідає специфічним потребам аграрних підприємств. На основі отриманих результатів сформульовано вимоги до нової системи, яка враховує особливості роботи складських комплексів.

Після аналізу предметної області було створено інформаційну модель системи, що включає всі необхідні компоненти: сенсорне обладнання, користувачів, параметри зберігання та логічні зв'язки між ними. Спроектовано структуру бази даних для зберігання показань датчиків та побудовано діаграми архітектури системи.

Запропонований ІТ-сервіс автоматизує процеси безперервного збору даних з датчиків температури, вологості, освітленості та кисневої насиченості, автоматично сповіщує персонал про критичні відхилення від норм зберігання, зберігає історію змін параметрів та документує процеси контролю якості продукції.

Застосування ІТ-сервісу дозволить підприємству в режимі реального часу відслідковувати важливі показники умов утримання агропродукції у складських приміщеннях, швидко аналізувати ситуацію і приймати управлінські рішення щодо бізнесу, технологій і організації зберігання продукції, отримувати рекомендації з перерозподілу продукції по складам з метою збереження ресурсів та покращення умов зберігання.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

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

2. Інтернет речей (IoT): що це та його використання у сільському господарстві - WEAGRO. WEAGRO. URL: <https://weagro.com.ua/blog/internet-rechej-iot-shho-cze-ta-jogo-vykorystannya-v-silskomu-gospodarstvi/> (дата звернення: 22.05.2025).

3. Система моніторингу температури, вологості, CO₂, освітленості. Софтрон. URL: <https://softron.uaprom.net/ua/p3588843-sistema-monitoringa-temperature.html> (дата звернення: 23.05.2025).

4. Система управління складом Tocsan WMS. Tocsan. URL: <https://tocan.com.ua/uk/sistema-upravleniya-skladom-tocan-wms/> (дата звернення: 26.05.2025).

5. Учасники проектів Вікімедіа. Автоматизоване робоче місце – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Автоматизоване_робоче_місце (дата звернення: 26.05.2025).

6. Методологія IDEF0. Stud. URL: https://stud.com.ua/87184/ekonomika/metodologiya_idef0 (дата звернення: 30.05.2025).

7. Лекція 15. Нотація DFD. Головна | Elib LNTU. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/Кондіус%20%20готовва/page18.html (дата звернення: 01.06.2025).

8. Метрологія та автоматизація в сільськогосподарському виробництві

| Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. URL: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/metrolohiya-ta-avtomatyzatsiya-v-silskohospodarskomu-vyrobnytstvi> (дата звернення: 03.06.2025).

9. Осушення повітря на продуктовому складі. Osushiteli.ua. URL: <https://osushiteli.ua/uk/article/osushennya-povitrya-na-produktovomu-skladi> (дата звернення: 09.06.2025).

10. Рішення для автоматизації сільського господарства Архіви - KONSORT. KONSORT. URL: <https://konsort.com.ua/rishennyacat/rishennya-dlya-avtomatyzacziyi-silskogo-gospodarstva/> (дата звернення: 04.06.2025).

11. 7 advantages of learning python for web development. CareerFoundry. URL: <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/reasons-to-learn-python/> (дата звернення: 06.06.2025).

12. Django introduction - Learn web development | MDN. MDN Web Docs. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn_web_development/Extensions/Server-side/Django/Introduction (дата звернення: 06.06.2025).

13. 9 pros and cons of the django framework: a coder's guide. CareerFoundry. URL: <https://careerfoundry.com/en/blog/web-development/django-framework-guide/> (дата звернення: 06.06.2025).

14. Aldridge W. MySQL vs. PostgreSQL: Compare popular open source databases | TheServerSide. TheServerSide.com. URL: <https://www.theserverside.com/tip/MySQL-vs-PostgreSQL-Compare-popular-open-source-databases> (дата звернення: 07.06.2025).

15. Gaur B. What is javascript? Features, uses, and advantages. Digital Regenesys. URL: <https://www.digitalregenesys.com/blog/what-is-javascript> (дата звернення: 07.06.2025).

16. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлювання. Чинний від 22.06.2015. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

17. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 04.03.2016. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 20 с.