

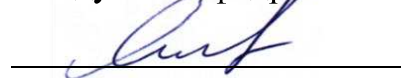
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова**

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами  
Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

"Допущений до захисту"

Завідувач кафедри ІУСТ



к.т.н, доц. Михелев І.Л.

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.


***КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА***

**на здобуття ступеня вищої освіти "магістр"**

**на тему:**

Прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних  
запасів

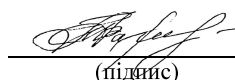
Виконав: студент групи 6145мз



**Ковтун В.В.**  
(підпис)

Керівник роботи:

доцент кафедри ІУСТ, к.т.н.,  
(посада, науковий ступінь вчене звання)



**Фаріонова Т.А.**  
(підпис)

м. Миколаїв – 2024 р.

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами

Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

Спеціальність 124 "Системний аналіз"

Освітня програма "Системний аналіз"

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Гарант освітньої програми

  
д.ф-м.н, проф. Ушкац М.В.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти "магістр"**

Студенту Ковтуну Віктору Вікторовичу.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних запасів.

Керівник роботи Фаріонова Тетяна Анатоліївна

Затверджені наказом ректора № 1055-уч. від "08" жовтня 2024 року.

2. Термін подання роботи: 15 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) ДСТУ щодо обробки інформації, літературні джерела, технічна документація на існуючі аналоги систем, матеріали наукового стажування

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

Аналіз предметної області прогнозування асортимента. Проектування архітектури інформаційної системи. Реалізація інформаційної системи. Розрахунок економічної ефективності впровадження інформаційної системи. Охорона праці. Охорона навколишнього середовища. Додатки

5. Перелік презентаційних матеріалів Мета, об'єкт та предмет дослідження. Задачі. Побудова алгоритму аналізу асортименту та збуту товарів. Схематичне представлення концепції інформаційної системи. Архітектура програмного продукту. Висновки.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|--------|---|----------------|------------------|
|        |   | завдання видав | завдання прийняв |
| 1      | к.т.н., доц. Фаріонова Т.А, професор НУК  | 05.09.2023     | 22.12.2023       |
| 2      | к.т.н., доц. Фаріонова Т.А, професор НУК  | 23.12.2023     | 15.06.2024       |
| 3      | к.т.н., доц. Фаріонова Т.А, професор НУК  | 15.06.2024     | 25.09.2024       |
| 4      | к.т.н., доц. Фаріонова Т.А, професор НУК  | 25.09.2024     | 14.11.2024       |
| 5      | к.т.н., доц. Фаріонова Т.А, професор НУК  | 25.09.2024     | 14.11.2024       |
| 6      | к.т.н., доц. Фаріонова Т.А, професор НУК  | 25.09.2024     | 14.11.2024       |

7. Дата видачі завдання 05 вересня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)                       | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|----------|
| 1     | Дослідження та аналіз предметної галузі                        | 22.12.2024                    |          |
| 2     | Розробка концепції   | 15.03.2024                    |          |
| 3     | Розділ з розробки проектних рішень по системі (та її частинах) | 15.06.2024                    |          |
| 4     | Реалізація проекту та розробка робочої документації            | 25.09.2024                    |          |
| 5     | Обчислення економічної ефективності                            | 14.11.2024                    |          |
| 6     | Вирішення питань охорони праці та навколишнього середовища     | 14.11.2024                    |          |
| 7     | Оформлення пояснювальної записки                               | 14.11.2024                    |          |
| 8     | Подання магістерської роботи на перевірку на плагіат           | 16.11.2024                    |          |
| 9     | Подання магістерської роботи рецензенту                        | 20.11.2024                    |          |
| 10    | Подання магістерської роботи на державний захист               | 15.12.2024                    |          |

Студент

  
(підпис)

**Ковтун В.В.**  
(ПІБ)

Керівник роботи

  
(підпис)

**Фаріонова Т.А**  
(ПІБ)

## АНОТАЦІЯ

Ковтун В.В. Прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних запасів: кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю «124 Системний аналіз» / Ковтун Віктор Вікторович; керівник Фаріонова Тетяна Анатоліївна. – Миколаїв : Нац. ун-т ім. адмірала Макарова, 2024. – 122 с.

Кваліфікаційна робота містить основну текстову частину на 88 сторінці, список використаних джерел з 18 найменувань на 2 сторінках, додатки на 32 сторінках.

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці інформаційної системи прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних запасів. Система використовує алгоритм структуризації неструктурованих даних та застосування математико-статистичних методів прогнозування в системі логістики. Система дозволяє підключитись до бази даних збуту товарів, проаналізувати товарний асортимент та розрахувати рекомендовану до закупівель кількість кожної товарної позиції.

Проведений огляд задачі прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних запасів, обрані та поєднані алгоритми структуризації та прогнозування, Low Code платформа розробки Platma. Проведено проектування інформаційної системи, визначені основні функціональні та нефункціональні вимоги. Проведена інформаційної системи, проведено функціональне та модульне тестування. Була досліджена робота системи в умовах зміни асортименту та динаміки збуту.

*Ключові слова:* управління асортиментом; товарні запаси; ABC-XYZ аналіз; інтелектуальний аналіз даних; прогнозування.

## ABSTRACT

Kovtun V.V. Forecasting the Assortment Structure for Minimizing Material Inventory Costs: Master's Qualification Thesis in Specialty "124 System Analysis" / Viktor Viktorovych Kovtun; Supervisor: Tetiana Anatoliivna Farionova. – Mykolaiv: Admiral Makarov National University, 2024. – 122 pages.

The qualification thesis includes the main text section spanning 88 pages, a list of references comprising 18 sources on 2 pages, and appendices covering 32 pages.

This qualification thesis focuses on the development of an information system for forecasting the assortment structure to minimize material inventory costs. The system employs an algorithm for structuring unstructured data and the application of mathematical and statistical forecasting methods within a logistics framework. The system enables connection to a sales database, analysis of the product assortment, and calculation of the recommended quantity for procurement for each product item.

The research includes an overview of the problem of forecasting the assortment structure to minimize material inventory costs, the selection and integration of structuring and forecasting algorithms, and the use of the Low-Code development platform Platma. The information system was designed with identified functional and non-functional requirements. The system underwent implementation, functional testing, and modular testing. Additionally, the system's performance was analyzed under varying conditions of assortment changes and sales dynamics.

*Keywords:* assortment management; inventory management; ABC-XYZ analysis; data mining; forecasting.

## ЗМІСТ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ВСТУП</b>  | <b>7</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ. ОГЛЯД ПРОГНОЗУВАННЯ СТРУКТУРИ АСОРТИМЕНТУ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВИТРАТ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАПАСІВ</b> | <b>9</b>  |
| 1.1. Аналіз предметної області  | 9         |
| 1.2. Тенденції та виклики в управлінні асортиментом та запасами МСБ в Україні за останні п'ять років (2019–2024):                 | 9         |
| 1.3. Аналіз існуючих рішень та методів управління асортиментом та запасами в Україні: огляд, переваги та недоліки                 | 11        |
| 1.4. Об'єкт дослідження, предмет дослідження та мета роботи.  | 13        |
| 1.5. Огляд аналітичних методів для досягнення мети роботи   | 15        |
| 1.6. Поєднання методів аналізу у алгоритм   | 17        |
| 1.7. Розробка концепції інформаційної системи для управління асортиментом та запасами та постановка задачі                        | 29        |
| 1.8. Огляд і вибір Low Code платформ.   | 32        |
| Висновок по розділу 1   | 33        |
| <b>РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ</b>   | <b>35</b> |
| 2.1. Мета, призначення та цільова аудиторія системи   | 35        |
| 2.2. Визначення функціональних вимог до системи   | 36        |
| 2.3. Побудова концептуальної моделі   | 43        |
| 2.4. Рішення з інформаційного забезпечення  | 45        |
| 2.5. Динамічна модель програмного забезпечення інформаційної системи.   | 48        |
| 2.6. Розробка статичної моделі програмного забезпечення інформаційної системи   | 51        |
| 2.7. Технічне забезпечення  | 53        |
| Висновок до розділу 2   | 55        |
| <b>РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ</b>   | <b>56</b> |
| 3.1. Розробка модулю “Конектор джерела даних”   | 56        |
| 3.2. Розробка модулю “Аналітика”  | 60        |
| 3.4. Модуль замовлень   | 68        |
| 3.5. Модуль товарів та продажів   | 70        |
| Висновок до розділу 3   | 71        |
| <b>РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ</b>   | <b>72</b> |
| 4.1. Напрямок 1: зниження відсотку позицій товару, яких не вистачило на період продажів.  | 72        |

|  |            |
|--|------------|
| 4.2. Напрямок 2: зниження відсотку позицій товару із надмірними запасами                   | 73         |
| 4.3. Напрямок 3: Зниження відсотку аналогічного товару                                     | 73         |
| 4.4. Витрати на впровадження   | 74         |
| Річний економічний ефект   | 74         |
| 4.5. Період окупності.   | 75         |
| Висновки розділу 4   | 75         |
| <b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>   | <b>76</b>  |
| 5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів  | 76         |
| 5.2 Вибір системи штучного освітлення приміщення   | 77         |
| 5.3 Розробка заходів щодо зменшення впливу шкідливих факторів                              | 77         |
| Висновок до розділу 5  | 78         |
| <b>РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>  | <b>79</b>  |
| 6.1. Зниження надмірних запасів товарів  | 81         |
| 6.2. Оптимізація транспортної логістики  | 82         |
| 6.3. Зниження кількості аналогічного товару  | 83         |
| Висновок до розділу 6  | 84         |
| <b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>   | <b>86</b>  |
| <b>ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ</b>  | <b>88</b>  |
| <b>ДОДАТОК Б. ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ПРОГНОЗУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ»</b> | <b>93</b>  |
| <b>ДОДАТОК В. ЕКРАННІ ФОРМИ РОЗРОБКИ</b>   | <b>97</b>  |
| <b>ДОДАТОК Г. ЛІСТИНГ КОДУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ</b>                                       | <b>99</b>  |
| <b>ЛІТЕРАТУРА</b>  | <b>120</b> |

## ВСТУП

Змінність споживчого попиту, цілеспрямовані або вимушені зміни у асортименті, сезонні коливання та непередбачувані ринкові тенденції ускладнюють точне прогнозування та управління як асортиментом, так і запасами. На тлі сучасних політичних змін, економічної кризи, природних катастроф та інших непередбачуваних подій можуть порушуватися логістичні ланцюги та з'являтися нові негативні фактори впливу на управління запасами, що обумовлює перебої у постачаннях, збільшення витрат на реагування та відновлення.

Малий та середній бізнес намагається знайти показники та інструменти для побудови збалансованого, затребуваного ринком та прибуткового для себе асортименту товарів в умовах впливу вищезгаданих факторів. Намагання вирішити цю задачу наявними лінійними алгоритмами та інструментами аналізу та планування зазвичай не надає очікуваний результат.

**Мета цієї роботи** - розробити інформаційну систему прогнозування асортименту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

1. провести огляд задачі прогнозування асортименту і попиту;
2. провести огляд методів аналізу асортименту та попиту;
3. визначити алгоритм застосування методів аналізу для досягнення мети;
4. здійснити проектування інформаційної системи прогнозування структури асортименту;
5. провести програмну реалізацію системи прогнозування структури асортименту;
6. здійснити заходи із тестування розробленої системи прогнозування структури асортименту.

За для **апробації результатів дослідження** автор роботи прийняв участь у:

- 1) написанні статті “Алгоритм управління асортиментом та прогнозування рівня товарних запасів” у фаховому виданні:

Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. Вип. 4, С. 75-91.  
DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.7>

- 2) V Всеукраїнській науково-практичній інтернет конференції: Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи – 2024. (м. Миколаїв, 30-31 жовтня 2024 року) з тезою “Алгоритми abc-хуз аналізу та методи інтелектуального аналізу даних в управлінні товарним асортиментом в умовах невизначеності”.

Робота підкреслює, що використання певних методів аналізу для управління асортиментом та запасами окремо, не в рамках спеціалізованих алгоритмів може не надавати очікуваного ефекту у розв'язанні мети. Дана робота присвячена саме розв'язанню конкретних задач по підвищенню ефективності управління асортиментом та запасами за допомогою поєднання методів аналізу у дієві алгоритми та їх впровадженню у бізнес процеси організацій у вигляді інформаційної системи.

# **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ. ОГЛЯД ПРОГНОЗУВАННЯ СТРУКТУРИ АСОРТИМЕНТУ ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВИТРАТ МАТЕРІАЛЬНИХ ЗАПАСІВ**

## **1.1. Аналіз предметної області**

Останні п'ять років (2019–2024) стали періодом суттєвих змін в економічному та бізнес-середовищі України. Ці трансформації були зумовлені як внутрішніми, так і зовнішніми факторами: впливом пандемії COVID-19, прискореною цифровізацією торгівлі, поступовою інтеграцією до європейських ринків, зростанням ролі електронної комерції та логістики останньої милі. Після 2022 року ситуація ускладнилася повномасштабною російською агресією проти України, що призвело до дестабілізації ланцюгів постачання, релокації бізнесів, зміни географії постачальників та споживачів, а також зростання операційних ризиків.

Для малого та середнього бізнесу, який є основою економіки багатьох країн, у тому числі України, питання ефективного управління асортиментом та запасами набуває особливої ваги. Якщо великі корпорації зазвичай мають доступ до розгалужених систем управління ланцюгами постачання, досвідчених аналітичних відділів та значних фінансових ресурсів, використовують потужні та складні інформаційні системи, то МСБ часто доводиться покладатися на більш обмежені інструменти та компетенції.

**1.2. Тенденції та виклики в управлінні асортиментом та запасами МСБ в Україні за останні п'ять років (2019–2024):**

### **1. Вплив зовнішніх чинників та економічного середовища.**

Період 2019–2024 років для українського МСБ був позначений низкою зовнішніх впливів:

- Пандемія COVID-19 (2020–2022 роки): Обмеження щодо переміщень, карантинні заходи та зміна поведінки споживачів зумовили різке зростання попиту на окремі групи товарів (медичні вироби, харчові продукти тривалого зберігання, товари для дистанційної роботи) та спад на інші категорії (одяг,

туристичні послуги). Ця волатильність ускладнила прогнозування потреби в запасах.

- Воєнні дії в Україні (з 2022 року): повномасштабне вторгнення Росії призвело до фізичних руйнувань інфраструктури, зниження платоспроможності населення на окремих територіях, логістичних перебоїв та міграції бізнесів. Для МСБ це створило нагальну потребу в гнучких моделях прогнозування, швидкій адаптації асортименту та оптимізації логістики.

## 2. Цифровізація та розвиток електронної комерції.

Протягом аналізованого періоду в Україні суттєво зросла частка продажів через онлайн-канали. МСБ активно виходив на маркетплейси (Rozetka, Prom.ua, Epicentr Marketplace), залучав соціальні мережі (Instagram, Facebook, TikTok) для просування та продажу товарів. Більше того, вітчизняний бізнес почав активніше виходити і на міжнародні торговельні платформи (Amazon, Shopify, eBay). Ця тенденція спричинила:

- Потребу у швидкому реагуванні на коливання попиту в реальному часі.
- Вимоги до синхронізації онлайн- та офлайн-каналів збуту та різноманітних інформаційних систем.
- Потребу гнучко аналізувати асортимент та прогнозування збут для забезпечення ліквідним товаром великої кількості різноманітних каналів та платформ продажів.
- Потребу відповідати вимогам торговельних платформ, у тому числі забезпечення відповідного рівня товарних запасів.
- Зростання значення аналітики продажів, сегментації клієнтів та персоналізованих рекомендацій.

## 3. Збільшення асортименту та скорочення життєвого циклу товарів

Для приваблення покупців український МСБ часто розширює свій асортимент, додає нові категорії продукції, швидко оновлює товарні позиції. Водночас життєвий цикл багатьох товарів скорочується. Це створює проблеми в управлінні

запасами, оскільки історичні дані можуть бути недостатніми для точних прогнозів. Такі тенденції вимагають застосування більш гнучких моделей, здатних адаптуватися під динаміку ринку.

#### 4. Сегментація споживачів та персоналізація пропозицій.

Сучасний споживач вимагає не лише доступності товару, а й індивідуального підходу, персоналізації асортименту. Для МСБ це означає необхідність відстежувати вподобання, будувати цільові пропозиції, адаптувати закупівельну стратегію залежно від сегменту клієнтів. Без аналітики та інструментів прогнозування це завдання складно виконувати ефективно.

#### 5. Посилення ролі сталості та екологічної складової.

Навіть для МСБ питання сталого розвитку, зменшення відходів, оптимізації витрат та використання екологічно дружніх постачальників стало більш актуальним. Оптимізація запасів тут відіграє важливу роль, оскільки зменшення надлишків товарів сприяє зниженню втрат та негативного впливу на довкілля.

### 1.3. Аналіз існуючих рішень та методів управління асортиментом та запасами в Україні: огляд, переваги та недоліки

За останні п'ять років український ринок почав активно впроваджувати різноманітні програмні рішення та інструменти для планування та контролю запасів. Серед них можна виділити:

#### 1.3.1. Програмне забезпечення на основі ERP та облікових систем.

Багато МСБ використовують базові облікові системи типу «1С:Підприємство», «BAS ERP» (спадкоємець 1С рішень в Україні), або міжнародні ERP-рішення, адаптовані до українських реалій (SAP Business One, Microsoft Dynamics NAV/Business Central, Odoo). Ці платформи пропонують:

- Автоматизацію обліку товарних залишків.
- Базові інструменти прогнозування попиту.
- Можливість інтеграції з CRM, інтернет-магазинами та маркетплейсами.

Недоліки:

- Базові алгоритми прогнозування часто обмежені простими статистичними методами (рухоме середнє, лінійна екстраполяція).
- Системи не завжди оптимізовані під швидку зміну асортименту.
- Впровадження складних модулів прогнозування потребує додаткових інвестицій та компетенцій.

1.3.2. Спеціалізовані системи управління запасами (Inventory Management Systems).

Ринок пропонує окремі хмарні рішення для МСБ, наприклад локальні чи адаптовані міжнародні платформи: TradeGecko (відома у світі, зараз частина QuickBooks Commerce), Zoho Inventory, локальні розробки від українських ІТ-компаній. Ці системи дозволяють:

- Враховувати багатоканальний збут (офлайн + онлайн).
- Синхронізувати дані про продажі та залишки з маркетплейсами.
- Налаштовувати сповіщення про мінімальні залишки, автоматизувати замовлення постачальникам.

Недоліки:

- Обмеженість аналітичних інструментів та прогнозової аналітики.
- Висока чутливість до якості даних. Якщо дані не структуровані чи неповні, точність прогнозів падає.

1.2.3. Інструменти машинного навчання та аналітики великих даних

В останні роки зростає інтерес до машинного навчання, застосованого для прогнозування попиту та управління асортиментом. Зазвичай для МСБ це реалізується через:

- Звернення до зовнішніх консалтингових компаній або фахівців з Data Science, що інтегрують прогностичні моделі у робочі процеси.
- Використання готових модулів від ERP постачальників (наприклад, SAP Integrated Business Planning, Microsoft Dynamics з ML-модулями, Odoo з додатками прогнозування).

- Застосування сервісів Google Cloud, AWS чи Azure для побудови моделей прогнозування.

Недоліки:

- Високий поріг входу: потрібні кваліфіковані фахівці, системні аналітики, Data Scientists.
- Залежність від якості даних та доступу до релевантних вхідних параметрів (інформація про сезонність, промоакції, дії конкурентів).
- Проблеми з інтерпретацією результатів для власників бізнесу, які часто не мають досвіду в аналітиці.

#### 1.4. Об'єкт дослідження, предмет дослідження та мета роботи.

В рамках роботи **об'єкт дослідження** - комерційна організація ТОВ "Альфа-Юна", яка має мережу гуртово-роздрібних магазинів з продажу дверної фурнітури і для якої гострою проблемою є питання ефективного управління динамічно змінюваними асортиментом та використання обігових коштів для забезпечення оптимального обсягу товарних запасів. Варто зауважити, що команда організації не має компетенцій та бюджету для ефективного вибору та впровадження потужних аналітичних інструментів.

**Предметом дослідження** є процес управління асортиментом та запасами, якому організація намагається знайти показники та інструменти для побудови збалансованого, затребуваного ринком та прибуткового для себе асортименту товарів в умовах впливу вищезгаданих факторів. Враховуючи високу динамічність змін у асортименті шукане організацією рішення має давати можливість генерувати чітку оцінку асортименту на будь-який момент його дослідження. Намагання вирішити цю задачу наявними лінійними алгоритмами та інструментами аналізу та планування не надало очікуваний результат. Навіть погіршило стан асортименту, бо крім неструктурованих даних він містить також залишки неуспішної класифікації, які ще більше плутають користувачів та погіршують якість керування та оцінювання.

Однією з цілей задля яких організація здійснює пошук інструментів підвищення якості оцінювання та управління асортиментом є мінімізація витрат матеріальних запасів. Організація шукає шляхи підвищення ефективності використання грошових ресурсів на забезпечення асортименту: з одного боку - забезпечити наявність товарів для задоволення попиту, з іншого - знизити рівень вкладень у товарні запаси.

Основний алгоритм формування замовлень організації: скільки продали - стільки ж потрібно і закупити але так, щоб вистачило наявного для закупівель бюджету. Тобто, при аналізі рівня закупівель використовуються лише базові об'єктивні критерії: кількість продажів за минулий період та вартість партії.

Основні складності, пов'язані з існуючим процесом формування замовлень:

- Товар, який міг би продаватись у більшій кількості на має можливості продемонструвати це, тому що іноді відсутній на складі. Але закуповується на рівні минулого періоду. Для організації відсутність товару у наявності означає недоотриманий дохід та прибуток.
- При закупівлі основним критерієм слугує кількість та вартість товару. При цьому не враховується його прибутковість. Це призводить до того, що бюджет закупівлі витрачається на товари, які не приносять організацію максимальний прибуток. Тобто бюджет закупівель витрачається неефективно з точки зору прибутку.
- При прогнозі закупівель аналізується рівень продажів у розрізі постачальників. І це є виправданим для забезпечення транспортної логістики. Однак закуповуються аналогічні товари у різних постачальників, що викликає надлишок такого типу товарів. Надлишки товару сковують обігові кошти організації.
- Не враховується змінність попиту на товар. Тобто товари, значення попиту яких суттєво коливається у різних періодах або у надлишках, або їх на вистачає. Частіш за все бюджет на закупівлю таких товарів стає недостатнім і виникає проблема з п.1

- Сума бюджету закупівель визначається після аналізу та формуванню замовлень по всім запланованим до закупівлі товарам. Однак, при суттєвих розбіжностях розрахованого бюджету фактично наявному виникає необхідність коригувати замовлення. Це вимагає витрати часу та сил персоналу організації для повторного проведення аналізу. Тобто знижує ефективність персоналу організації.

Також, попит продукції знаходиться під суттєвим впливом багатьох різних чинників, зокрема сезонності, специфіки каналів збуту, маркетингової активності клієнтів та конкурентів та інших невизначених чинників. Ці чинники дуже ускладнюють організації вирішення зазначених проблем наявними лінійними алгоритмами та інструментами аналізу та планування.

**Метою роботи** є розробка алгоритму, який забезпечує ефективне управління асортиментом і запасами в умовах високої динамічності попиту та ринкових змін за допомогою ефективних аналітичних методів. Та втілення цього алгоритму у інформаційній системі що швидко впроваджується, не потребує додаткових компетенцій команди та є економічно обгрунтованою.

#### 1.5. Огляд аналітичних методів для досягнення мети роботи

Аналіз останніх досліджень і публікацій предметної області показав, що для вирішення завдань класифікації асортименту та прогнозування збуту існують окремі методи, кожен з яких фокусується на вирішенні конкретного завдання.

Так, методика ABC та XYZ-аналізу широко висвітлюється насамперед у дослідженнях зарубіжних учених, зокрема, в наукових працях Дж. Р. Стока, Д. М. Ламберта, А. Раштона, П. Кроучера [1-2]. Останні роки ця методика в контексті логістичного управління підприємством знайшла своє відображення й у працях вітчизняних науковців [3–5]. Також в статтях розглядається певний розв'язок задач за допомогою цього аналізу [6–7].

Дослідники активно вивчають різні аспекти прийняття рішень у логістиці та їх вплив на виробничі підприємства, особливо в умовах невизначеності та ризиків.

У роботі [8] запропоновано класифікації, що дають змогу визначити основні елементи логістичних витрат. Крім того, описано інструменти, які можуть полегшити управління витратами. Автори статті [9] розглядають процеси логістичного управління виробничо-господарською організацією. Запропоновано підхід до проектування логістичної системи, що передбачає формування організаційної структури підприємства за процесно-матричним принципом та створення ефективної логістичної служби підприємства, яка виконує роль координатора та інтегратора його бізнес-систем.

Праця [10] присвячена розробленню науковометодичного підходу до управління стійкістю каналів зв'язку в умовах розвитку промислового підприємства.

Тут визначено особливості різних типів внутрішніх і зовнішніх каналів зв'язку та розроблено методики оцінювання їх стійкості.

У статті [11] емпірично досліджується вплив практик SSCM на динамічні можливості ланцюга постачань і продуктивність підприємства.

Автори дослідження [12] проаналізували важливість протиепідемічного ланцюга постачання під час пандемії та вплив технологічних інновацій на цей процес.

У публікації [13] запропоновано систему управління організаційними ризиками. Наведено основи управління ризиками ланцюга постачань і стратегії пом'якшення. Стаття [14] розглядає вплив війни на логістичні ланцюги постачання та пропонує стратегії вдосконалення управління в умовах невизначеності та ризиків.

Методи оцінювання та управління ризиками комунікацій в транспортних проєктах запропоновано в роботі [15]. Систематизовано ризики у вигляді відносин між учасниками проєкту, формалізовано подано комунікації зацікавлених сторін з огляду на причини та можливе парирування ризиків, розроблено модель кількісного оцінювання вартості ризиків проєкту.

Автори статті [16] досліджують процеси прийняття рішень з удосконалення елементів логістичного ланцюга (процесів постачання та збуту) виробничого підприємства в умовах невизначеності та ризиків.

На основі проведеного огляду можна зробити висновок, що дослідження логістичних ризиків з точки зору управління асортиментом та прогнозування рівня закупівель запасів є надзвичайно важливим і актуальним, особливо в умовах нестабільності, спричиненої глобальними факторами, такими як воєнні конфлікти та епідемії. Однак існуючі підходи мають певні обмеження, оскільки вони надмірно зосереджені на економічних показниках, не надають достатньої деталізації і бракує практичних рекомендацій для їх ефективного впровадження.

Це стосується не лише використання даної методики, але й її інтеграції у формування ланцюгів постачання для підвищення ефективності їх функціонування.

## 1.6 Поєднання методів аналізу у алгоритм

### 1.6.1. Визначення рейтингу кожного товару в асортименті

Керуючись [17] на першому етапі за допомогою ABC-XYZ аналізу визначаємо внесок кожного товару в прибуток організації та розподіляємо товари за категоріями для ефективного керування продуктивним портфелем. Детально розглядати ABC-XYZ аналіз в даній роботі не передбачається, адже є багато джерел та матеріалів на цю тему, але нагадаємо декілька важливих моментів.

ABC-аналіз показує вклад товару у результат продажів/прибутків організації, а XYZ аналіз є рейтинг стабільності його попиту. Чим стабільніший попит на товар, тим легше ним керувати, тим більш передбачувана потреба в товарних запасах, тим легше планувати поставки продукту.

Категорія X - товари, що характеризуються стабільністю продажів і, як наслідок, високими можливостями прогнозу продажів. Відхилення від середніх продажів незначне (в той чи інший бік). Відхилення від середнього значення називається коефіцієнтом варіації.

Формула розрахунку середнього квадратичного (стандартного) відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad 1.1$$

де

- - стандартне відхилення генеральної сукупності;
- - кількість елементів у генеральній сукупності;
- - значення кожного окремого елемента;
- - середнє значення генеральної сукупності, що обчислюється як:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad 1.2$$

Для товарів з рейтингом X коефіцієнт варіації коливається від 0 до 10%. Коливання попиту незначні, попит стійкий, отже, можна з цих товарів робити оптимальні запаси та використовувати математичні методи прогнозу попиту та оптимального запасу.

Категорія Y – товари, які мають коливання у попиті і, як наслідок, середню точність прогнозування продажів.

Для товарів Y коефіцієнт варіації (середньої величини продажу) становить від 10% до 25%.

Категорія Z – товари з нерегулярним споживанням, будь-які тенденції відсутні, точність прогнозу продажу невисока.

Для товарів Z коефіцієнт варіації перевищує 25% і, навіть, може перевищувати 100%. Це може бути група товарів, що імпортується на замовлення

клієнтів або нещодавно надійшла у продаж або товари унікальні, особливі, схильні до сезонного попиту та інше.

Група АХ. Товари групи АХ - товари з високим товарообігом та стабільними продажами. Товар цієї групи повинен бути в наявності в магазині або на складі, але для цієї групи не потрібно створювати надлишковий запас. Реалізація товарів цієї групи стабільна і добре прогнозується.

Група ВХ. Характеристики товарів групи ВХ аналогічні характеристикам групи АХ. Але товари цієї групи не такі вигідні для торгової організації, тож запаси можна тримати ще меншими ніж у АХ. Продаж товарів цієї групи також стабільний та його можна спрогнозувати.

Група СХ. Товари групи СХ не є основним джерелом доходів для організації, але мають стабільний збут. Зазвичай, це так звані “якірні товари”, яки повинні бути у асортименту, бо приваблюють велику кількість покупців.

Група АУ. Високий товарообіг, нестабільний продаж. Такий товар краще мати в невеликому надлишку на складі, щоб не було перебоїв з його наявністю у магазині.

Група ВУ. Високий товарообіг, нестабільні продажі. Варто тримати на складі товар у невеликому надлишку, щоб забезпечити перманентну наявність товару групи ВУ в магазині.

Група СУ. Товари групи СУ відносяться до “хвосту стоку”. Крім низької вигоди ці товари мають нестабільний попит. Підтримка наявності товарів цієї групи на складі зазвичай здійснюється за зниженим пріоритетом, якщо фінансування стоку не дефіцитне.

Група АZ. Товари цієї групи мають нестабільний попит, але високу вигоду, тому вимагають підтримку суттєвих залишків на складі для уникнення їх відсутності та втрат суттєвої долі прибутку від їх продажу.

Група ВZ. Товари ВZ також мають нестабільний попит, але не таку високу вигоду як АZ, тож і нижчий пріоритет при плануванні виділення ресурсів.

Група CZ. Це товари найнижчого пріоритету, бо приносять найнижчу вигоду та мають нестабільний попит. Зазвичай, товари цієї групи оптимізують та виводять з асортименту

Варто зазначити, що альтернативою великим залишкам для товарів груп Z можуть служити заходи щодо зменшення часу доставки та підвищення ритмічності поставок.

Аналіз ABC-XYZ всього асортименту слід проводити першого числа кожного місяця - аналізуючи результати збуту за минулий календарний місяць. А також, накопичувати значення рейтингу ABC-XYZ кожного товару на протязі двох років. У потоці торговельних операцій та циклів такий період аналізу забезпечує оперативну індикацію змін рейтингу кожного товару, що дає можливість прийняти оперативні управлінські рішення. Накопичення історії рейтингу ABC-XYZ надає можливість відслідкувати тенденції та є сетом даних для прогнозування.

#### 1.6.2. Побудова динамічної асортиментної матриці “Деревом рішень”

ABC-XYZ аналіз призначає порівняльний рейтинг кожній товарній позиції відносно всього асортименту та всіх груп товарів [17]. Існуюча класифікація продуктового портфеля на відповідні групи та типи не враховує рівень прибутковості, тенденції сезонності та інші фактори залежності товарних позицій.

З огляду на те, що ABC-XYZ не доцільно було застосовувати в розрізі існуючої класифікації товарних груп, то після проведення “загального” ABC-XYZ аналізу (без поділу на існуючі товарні групи) у “хвості” рейтингу можуть опинитись товарні позиції з низькими показниками відносно всього асортименту. Хоча при цьому, вони можуть мати значно кращий рейтинг при порівнянні їх у середні окремої товарної групі та потрібні у товарному портфелі організації для цілісності її ринкової пропозиції.

Проте проведення ABC-XYZ аналізу для кожної товарної групи також не доцільно, бо позбавляє можливості оцінювати та керувати повним асортиментом.

Постає потреба класифікувати асортимент та розділити його на групи, типи для того, щоб керувати асортиментом в розрізі окремих його частин. Тобто створити певну структуру асортиментної матриці. Організація неодноразово намагалась побудувати асортименту матрицю користуючись звичайною логікою. Однак, недосконалість такого методу та фактор динамічного оновлення та зміни асортимента заважають це зробити з достатньою точністю, та враховувати всі зміни та тенденції.

Задача класифікації – це задача розбиття множини об'єктів або спостережень на апріорно задані групи, названі класами, всередині кожної з яких вони вважаються схожими один на одного, та мають приблизно однакові властивості й ознаки. При цьому рішення здійснюється на основі аналізу значень атрибутів (ознак) [18].

Аналіз класифікації асортименту, що використовує організація (Таблиця 1), демонструє неструктурованість даних у базі даних та перевагу однобічності підходу класифікації, що порушує принцип ієрархії. При цьому, наявність інформації дозволяє сформулювати гіпотезу щодо ймовірного первинного атрибуту асортименту.

Таблиця 1.1

### Класифікація асортименту “як є”

| Код    | Артикул       | Номенклатура  |
|--------|---------------|---|
| 4498   |               | .Ручки DND  |
| 9747   |               | .DND РАСПРОДАЖА   |
| 9750   |               | на розочке R РАСПРОДАЖА   |
| 9141   |               | На розочке VIS РАСПРОДАЖА   |
| 9401   | 2190-FAN      | Ручка DND DANIELA для роздвижних дверей, колір античне залізо (шт.) |
| 9229   | 568/12-OGC    | Ручка DND LADY, VIS-круг, бронза (шт.)                              |
| 9741   |               | DND ЗАКАЗ   |
| 9742   |               | .DND ковпачки ЗАКАЗ   |
| 9955   | 2314/2-14-OLV | Набір плоских ковпачків DND діаметр 14мм, колір латунь (шт.)        |
| 9743   |               | .DND ручки ЗАКАЗ  |
| 9745   |               | .Накладки WC/У/Р ЗАКАЗ  |
| 9748   |               | для роздвижних дверей ЗАКАЗ   |
| 9380   |               | на планке ЗАКАЗ   |
| 9147   |               | DND кнопки ЗАКАЗ  |
| 9149   |               | DND інше ЗАКАЗ  |
| 9739   |               | DND СКЛАД   |
| 9277   |               | .DND ковпачки СКЛАД   |
| 9997   |               | .DND ручки СКЛАД  |
| 9110   |               | на розочке 55мм СКЛАД   |
| 9833   |               | віконні ручки СКЛАД   |
| 9054   |               | розетки віконні-механізми СКЛАД                                     |
| 9148   |               | .DND стопера СКЛАД  |
| 13     |               | .Ручки MANDELLI   |
| 4499   |               | .Ручки VALENTI  |
| 4934   |               | VALENTI Зразки  |
| 9998   |               | VALENTI Зразки петель   |
| 9578   |               | .Ручки Yalis  |
| 4317   |               | BONAITI   |
| 9785   |               | CEMOM   |
| 9808   |               | Сетом петли СКЛАД   |
| 9129   |               | Сетом 3D-14 СКЛАД   |
| 4450   |               | Сетом Шаблоны   |
| 9434   |               | Nekos   |
| 12     |               | OLIMPIA   |
| 9341   |               | SFS   |
| 4496   |               | Інше  |
| Всього |               |   |

### Рис.1.1 - Наявний неструктурований асортимент організації

Для проведення класифікації за допомогою математичних методів необхідно мати формальний опис об'єкта, яким можна оперувати, використовуючи математичний апарат класифікації. Таким описом найчастіше виступає база даних. Кожний запис бази даних несе інформацію про деяку властивість об'єкта.

Для побудови структури асортиментної матриці буде використовуватись класифікація на основі метода дерева рішень спираючись на результати ABC-XYZ аналізу.

Дерева рішень належать до самих популярних і потужних інструментів Data Mining, що дозволяють ефективно вирішувати задачі класифікації. В основі роботи дерев рішень є процес рекурсивної розбивки вхідної множини спостережень або об'єктів на підмножини, асоційовані із класами. У ході процесу алгоритм повинен знайти такий критерій розщеплення, іноді також називаний критерієм розбивки, щоб розбити множину на підмножини, які б асоціювалися з даним вузлом перевірки. Кожний вузол перевірки повинен бути позначений певним атрибутом. Існує правило вибору атрибута: він повинен розбивати вхідну множину даних таким чином, щоб об'єкти підмножин, одержуваних у результаті цієї розбивки, були представниками одного класу або ж були максимально наближені до такої розбивки [18].

Існують різні критерії розщеплення. Найбільш відомі - міра ентропії й індекс Gini. Якщо задана множина  $T$ , що включає приклади з  $n$  класів, індекс Gini, визначається по формулі:

$$gini(T) = 1 - \sum_{j=1}^n p_j^2, \quad p_j = \frac{N_j}{N} \text{ - частка класу } j \text{ у вузлі } T. \quad 1.3$$

де

$T$  - поточний вузол,

$p_j$  - ймовірність класу  $j$  у вузлі  $T$ ,

$n$  - кількість класів,

$N$  – кількість об'єктів у вузлі.

Міра ентропії при побудові дерев рішень – це міра різноманітності класів у вузлі. У результаті розбивки повинні утворюватися вузли з меншою різноманітністю станів вихідної змінної. Отже, ентропія падає, а кількість внутрішньої інформації у вузлі росте. Формально ентропія певного вузла  $T$  дерева рішень визначається:

$$Info(T) = -\sum_{j=1}^n p_j \cdot \log(p_j). \quad 1.4$$

Ентропія всієї розбивки – сума ентропій усіх вузлів, помножена на частку записів кожного вузла в загальному числі записів:

$$Info(S) = \frac{N_1}{N} Info(T_1) + \frac{N_2}{N} Info(T_2) + \dots + \frac{N_n}{N} Info(T_n). \quad 1.5$$

Для вибору атрибута розщеплення використовується критерій, що називається приростом інформації або зменшенням ентропії:

$$Gain(S) = Info(T) - Info_s(T). \quad 1.6$$

В якості найкращого атрибута для використання в розбивці  $S$  обирається той, який забезпечує найбільший приріст інформації  $Gain(S)$ .

Процес створення дерева відбуватиметься зверху вниз, тобто буде спадним.

Використаємо наведений вище алгоритм дерева рішень для побудови структури асортиментної матриці в наведеному прикладі.

Як первинний критерій розщеплення використаємо групи та кількість товарних позицій згідно певних груп, які отримали шляхом ABC-XYZ аналізу, а саме:

- Висока популярність: AX, AY, AZ
- Середня популярність: VX, VY, VZ

- Низька популярність: CA, CY, CZ

Перевіримо гіпотезу, яка передбачає, що для першого розщеплення в дереві рішень є такий атрибут як “Вид виробу” (ручки, замки, циліндри, петлі).

Вихідні дані:

Таблиця 1.2

**Загальний результат ABC-XYZ аналізу**

|                       |                  |                  |                  |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|
| Висока популярність:  | AX (30 позицій)  | AY (781 позицій) | AZ (880 позицій) |
| Середня популярність: | BX (342 позицій) | BY (473 позицій) | BZ (932 позицій) |
| Низька популярність:  | BX (342 позицій) | BY (473 позицій) | BZ (932 позицій) |

Таблиця 1.3

**Результат ABC-XYZ аналізу по групах товару**

|           | <i>Ручки:</i> | <i>Замки:</i> | <i>Циліндри:</i> | <i>Петлі:</i> |
|-----------|---------------|---------------|------------------|---------------|
| <b>AX</b> | 30 позицій    | 0 позицій     | 0 позицій        | 0 позицій     |
| <b>AY</b> | 340 позицій   | 431 позицій   | 5 позицій        | 5 позицій     |
| <b>AZ</b> | 450 позицій   | 347 позицій   | 75 позицій       | 8 позицій     |
| <b>BX</b> | 135 позицій   | 207 позицій   | 0 позицій        | 0 позицій     |
| <b>BY</b> | 212 позицій   | 172 позицій   | 87 позицій       | 2 позицій     |
| <b>BZ</b> | 492 позицій   | 310 позицій   | 111 позицій      | 19 позицій    |
| <b>CA</b> | 13 позицій    | 0 позицій     | 13 позицій       | 0 позицій     |
| <b>CY</b> | 401 позицій   | 291 позицій   | 0 позицій        | 0 позицій     |
| <b>CZ</b> | 332 позицій   | 287 позицій   | 136 позицій      | 17 позицій    |

1. Початкова ентропія  $\text{Info}(T)$  для всього набору даних.

Загальні суми по категоріях:

- Висока популярність: AX (30), AY (781), AZ (880) = 1691 позицій
- Середня популярність: VX (342), VY (473), VZ (932) = 1747 позицій
- Низька популярність: SA (26), SY (692), SZ (772) = 1490 позицій

Розрахунок ентропії для всього набору даних згідно формули 1.4:

$$\text{Info}(T) = - \left( \frac{1691}{4928} \cdot \log_2 \frac{1691}{4928} \right) - \left( \frac{1747}{4928} \cdot \log_2 \frac{1747}{4928} \right) - \left( \frac{1490}{4928} \cdot \log_2 \frac{1490}{4928} \right)$$

$$\text{Info}(T) = - (0.343 \cdot \log_2 0.343) - (0.354 \cdot \log_2 0.354) - (0.302 \cdot \log_2 0.302)$$

$$\text{Info}(T) = - (0.343 \cdot -1.542) - (0.354 \cdot -1.498) - (0.302 \cdot -1.738)$$

$$\text{Info}(T) = 0.529 + 0.530 + 0.525 = 1.584$$

2. Розрахунок ентропії для атрибута "Вид виробу". Розподіл популярності для кожного виду виробу:

*Ручки:*

- Висока популярність: 30 + 340 + 450 = 820 позицій
- Середня популярність: 135 + 212 + 492 = 839 позицій
- Низька популярність: 13 + 401 + 332 = 746 позицій

$$\text{Info}(\text{Ручки}) = - \left( \frac{820}{2405} \cdot \log_2 \frac{820}{2405} \right) - \left( \frac{839}{2405} \cdot \log_2 \frac{839}{2405} \right) - \left( \frac{746}{2405} \cdot \log_2 \frac{746}{2405} \right)$$

$$\text{Info}(\text{Ручки}) = - (0.341 \cdot \log_2 0.341) - (0.349 \cdot \log_2 0.349) - (0.310 \cdot \log_2 0.310)$$

$$\text{Info}(\text{Ручки}) = - (0.341 \cdot -1.554) - (0.349 \cdot -1.518) - (0.310 \cdot -1.688)$$

$$\text{Info}(\text{Ручки}) = 0.530 + 0.530 + 0.523 = 1.583$$

*Замки:*

- Висока популярність: 431 + 347 + 310 = 1088 позицій
- Середня популярність: 207 + 172 + 287 = 666 позицій
- Низька популярність: 291 позицій

$$\text{Info(Замки)} = - \left( \frac{1088}{2045} \cdot \log_2 \frac{1088}{2045} \right) - \left( \frac{666}{2045} \cdot \log_2 \frac{666}{2045} \right) - \left( \frac{291}{2045} \cdot \log_2 \frac{291}{2045} \right)$$

$$\text{Info(Замки)} = - (0.532 \cdot \log_2 0.532) - (0.326 \cdot \log_2 0.326) - (0.142 \cdot \log_2 0.142)$$

$$\text{Info(Замки)} = - (0.532 \cdot -0.912) - (0.326 \cdot -1.617) - (0.142 \cdot -2.815)$$

$$\text{Info(Замки)} = 0.485 + 0.527 + 0.399 = 1.411$$

*Циліндри:*

- Висока популярність: 75 позицій
- Середня популярність: 87 + 111 + 136 = 334 позицій
- Низька популярність: 13 позицій

$$\text{Info(Циліндри)} = - \left( \frac{75}{422} \cdot \log_2 \frac{75}{422} \right) - \left( \frac{334}{422} \cdot \log_2 \frac{334}{422} \right) - \left( \frac{13}{422} \cdot \log_2 \frac{13}{422} \right)$$

$$\text{Info(Циліндри)} = - (0.178 \cdot \log_2 0.178) - (0.791 \cdot \log_2 0.791) - (0.031 \cdot \log_2 0.031)$$

$$\text{Info(Циліндри)} = - (0.178 \cdot -2.489) - (0.791 \cdot -0.328) - (0.031 \cdot -5.058)$$

$$\text{Info(Циліндри)} = 0.443 + 0.260 + 0.157 = 0.860$$

*Петлі:*

- Середня популярність: 17 позицій
- Низька популярність: 5 + 8 + 2 + 19 = 34 позицій

$$\text{Info(Петлі)} = - \left( \frac{17}{51} \cdot \log_2 \frac{17}{51} \right) - \left( \frac{34}{51} \cdot \log_2 \frac{34}{51} \right)$$

$$\text{Info(Петлі)} = - (0.333 \cdot \log_2 0.333) - (0.667 \cdot \log_2 0.667)$$

$$\text{Info(Петлі)} = - (0.333 \cdot -1.585) - (0.667 \cdot -0.585)$$

$$\text{Info(Петлі)} = 0.528 + 0.390 = 0.918$$

3. Розрахунок приросту інформації. Gain(S) для атрибута "Вид виробу".

Обчислимо загальну ентропію для атрибута "Вид виробу" як зважену суму ентропій для кожного типу виробу з урахуванням кількості позицій у кожному типі за формулою 1.5:

$$\text{Info(Вид виробу)} = \frac{2405}{4928} \cdot \text{Info(Ручки)} + \frac{2045}{4928} \cdot \text{Info(Замки)} + \frac{422}{4928} \cdot \text{Info(Циліндри)} + \frac{51}{4928} \cdot \text{Info(Петлі)}$$

$$\text{Info(Вид виробу)} = \frac{2405}{4928} \cdot 1.583 + \frac{2045}{4928} \cdot 1.411 + \frac{422}{4928} \cdot 0.860 + \frac{51}{4928} \cdot 0.918$$

$$\text{Info(Вид виробу)} = 0.487 + 0.586 + 0.073 + 0.009 = 1.155$$

Тепер розрахуємо приріст інформації  $Gain(S)$  для атрибута "Вид виробу" за формулою 1.6:

$$Gain(\text{Вид виробу}) = Info(T) - Info(\text{Вид виробу})$$

$$Gain(\text{Вид виробу}) = 1.584 - 1.155 = 0.429$$

Приріст інформації для атрибута "Вид виробу" становить  $Gain(\text{Вид виробу})=0.429$ . Це означає, що атрибут "Вид виробу" забезпечує значний приріст інформації і може бути використаний для першого розщеплення в дереві рішень. Гіпотеза підтверджена.

Аналогічно розщеплюємо далі атрибути такі як: призначення дверей (внутрішні, зовнішні), вид монтажу виробу (накладний, врезний), механізм (ручки - поворотні, натискні; замки - циліндрові, ригельні, кодові, сувальдні, електромагнітні, циліндрові, розетки, натискні, ноби).

В результаті отримуємо наступну класифікацію (Таблиця 1.3).

Таблиця 1.4

### Класифікація асортименту (асортиментна матриця)

| Вид виробу | Призначення дверей | Вид монтажу | Механізм  |                |   |
|------------|--------------------|-------------|---|----------------|---|
| Ручки      | зовнішні           | врезний     | поворотні<br>натискні   |                |   |
|            |                    | врезний     | поворотні<br>натискні   |                |   |
|            | внутрішні          | накладний   | поворотні<br>натискні<br>стаціонарні                                  |                |   |
|            |                    | накладний   | циліндрові  |                |   |
| Замки      | внутрішні          | накладний   | циліндрові  |                |   |
|            | зовнішні           | врезний     | ригельні<br>кодові<br>сувальдні<br>електромагнітні<br>циліндрові      |                |   |
|            |                    |             | розетки<br>натискні<br>ноби   |                |   |
|            | внутрішні          | накладний   | ключ-ручка  |                |   |
| Циліндри   | зовнішні           | врезний     | ключ-ключ<br>ключ-ручка<br>півциліндр                                 |                |   |
|            | зовнішні           | накладний   | накладний   |                |   |
| Петли      | зовнішні           | накладний   | накладний<br>врезні<br>кутові<br>вкрутні<br>приховані<br>двухсторонні |                |   |
|            |                    |             | внутрішні   | роз'ємна петля | накладний<br>врезні<br>кутові<br>вкрутні<br>приховані<br>двухсторонні |
|            |                    |             |   |                | універсальна петля  |

Таким чином, маючи на вході неструктуровані дані за допомогою дерева рішень та на підставі ABC-XYZ аналізу побудована структура асортиментної матриці. Асортиментна матриця - інструмент управління асортиментом, що спираючись на перевірені методи аналізу перетворює неструктуровані дані у дата продукт з надійними та зручними для прийняття управлінських рішень даними.

Наданий розрахунок потрібно проводити двічі на рік, а також та при суттєвих змінах асортименту. Важливою рисою такої комбінації методів аналізу є можливість швидко розраховувати асортиментну матрицю на підставі реальних результатів збуту навіть в умовах високої динамічної зміни асортименту.

### 1.6.3. Розрахунок рекомендованих обсягів закупівель.

Важливим завданням для організації є ефективне використання грошових ресурсів на забезпечення складських запасів. Наявний метод планування закупівель спрямований на поповнення запасів за принципом “скільки продано, стільки і закуповується”. Однак зазначені вище фактори волатильності провокують ситуації перенасичення на складських запасах одних позицій, та нестачу інших.

Для управління ефективністю використання ресурсів приймається показник “Забезпеченість”. Забезпеченість - період, на який вистачить товару (на складі та на шляху до нього) з моменту його поставки на склад для забезпечення попиту. Мета визначення забезпеченості кожного товару - отримати чіткий розрахунковий показник для прийняття рішень щодо необхідності закупівлі асортиментної позиції. Саме на підставі забезпеченості в подальшому розраховується кількість товару для закупівлі.

Базова формула забезпеченості:

$$\text{Забезпеченість (період)} = (\text{Залишки продукції на день замовлення} + \text{Всього в дорозі}) / \text{Середній продаж в період} \quad 1.7$$

Однак, на процеси постачання організації впливають додаткові фактори, які необхідно враховувати у процесі розрахунку закупівель: термін поставки від

постачальника, коефіцієнт сезонності, час від останньої закупівлі та інші. Тож уточнена формула розрахунку забезпеченості товарів організації має такий вигляд:

$$\text{Забезпеченість (дні)} = \frac{\text{Вільні залишки продукції на день замовлення, шт} + \text{Всього в дорозі за період поставки від постачальника, шт}}{\text{Середній продаж, шт} * \text{Коефіцієнт сезонності}}, \quad 1.8$$

де

- Вільні залишки продукції на день замовлення - кількість товару на складі, що не зарезервовані для потреб окремих клієнтів чи спеціалізованих складських програм, шт;
- Всього в дорозі за період поставки від постачальника - кількість товару що відвантажена та запланована до відвантаження в бік організації, шт;
  - Період поставки від постачальника - час, через який очікується поставка товару на склад організації, дні;
- Середній продаж = кількість проданих товарів за місяць / кількість днів у місяці, шт/день;
- Коефіцієнт сезонності - коефіцієнт, що прогнозується, зазвичай, з урахуванням сезонних та інших тенденцій збуту у окремій товарній групі.

Для кожної групи товарів чи окремої асортиментної позиції встановлюється показник Оптимальної забезпеченості, бажаної.

### 1.7 Розробка концепції інформаційної систем для управління асортиментом та запасами

Виходячи з аналізу предметної області, існуючих рішень та досліджень практичних кейсів була розроблена концепція та поставлена задача на розробку інформаційної системи.

Концепція інформаційної системи полягає в створенні спеціалізованого модуля, розробленого на Low Code платформі. Її мета – динамічно оптимізувати асортимент товарів шляхом класифікації товарних позицій за допомогою ABC- та XYZ-аналізу з подальшою побудовою асортиментної матриці методом дерева

рішень. Та визначати обсяг закупівель на основі маржинального аналізу, актуального попиту. Система не покликана замінювати існуючі ERP, CRM, WMS, POS чи облікові системи, а виступає у ролі доповнювального модуля, що підключається до наявних баз даних, імпортує необхідну інформацію, аналізує її та повертає оптимізовану асортиментну матрицю, а також рекомендації щодо термінів забезпеченості та обсягів закупівель.

Головні переваги цієї концепції полягають у тому, що:

1. Динамічна оптимізація асортименту: система на основі ABC-XYZ класифікації та подальшого аналізу деревом рішень дозволяє побудувати асортиментну матрицю та допомагає визначити які товари варто залишити в асортименті а, які – вивести. У будь який момент часу та на підставі реального каталога товарів, наявних результатів збуту та в умовах невизначеності.
2. Використовуючи дані про продажі, маржинальний прибуток, сезонність та інші фактори розраховує термін забезпеченості та допомагає допомагає у планувати закупівлі таким чином, щоб мінімізувати витрати на зберігання та уникнути дефіциту.
3. Завдяки використанню Low Code платформи система швидко впроваджується, налаштовується та інтегрується з існуючими системами управління товарами, продажами та обліку, будь-якими їх комбінаціями. А також, система має притаманну Low Code рішенням невисоку вартість. Це робить систему ефективним рішенням для малого та середнього бізнесу.

Архітектура системи будується за принципом модульності та максимальної інтегрованості. Основні компоненти:

1. Шар інтеграції даних: через конектори та API Low Code платформа підключається до існуючих облікових система (ERP), систем управління складом (WMS), баз даних та маркетплейсів. Дані про історію продажів,

закупівель, залишків, ціни, маржинальність, а також прогностні показники імпортується та зберігаються у внутрішньому сховищі даних системи.

2. Шар аналітики та класифікації: отримані дані обробляються для виконання ABC- та XYZ-аналізу. ABC-аналіз класифікує товари за впливом на сумарний прибуток, а XYZ-аналіз класифікує товари за стабільністю попиту. Отримавши результати ABC-XYZ аналізу система застосовує метод інтелектуального аналізу даних Дерево рішень для формування асортиментної матриці.
3. Прогностний шар: використовує результати класифікації та аналітики для розрахунку термін забезпеченості, прогнозування попиту та визначення оптимальних обсягів закупівель товарних запасів.
4. Представлення, взаємодія з користувачем та експорт: кінцеві результати – асортиментна матриця, пропозиції щодо закупівель, формування замовлень постачальникам – візуалізуються у інтерфейсі та експортуються.

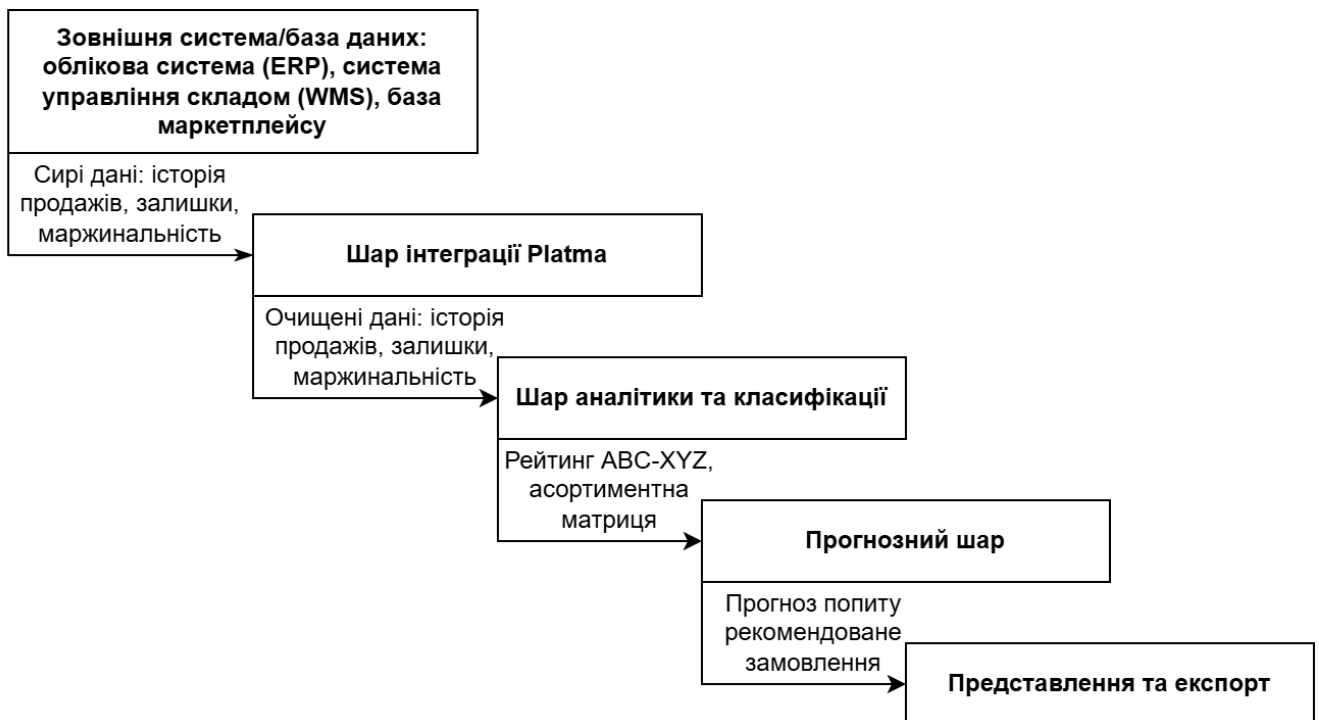


Рис. 1.1 - Концептуальна модель інформаційної системи

## 1.8. Огляд і вибір Low Code платформ.

Нижче наведено стислий огляд найпоширеніших Low Code та No Code платформ.

Популярні платформи Low Code/No Code:

- Microsoft Power Apps.
  - Плюси: Інтеграція з екосистемою Microsoft, швидкий доступ до даних з M365, SharePoint та Dynamics 365.
  - Мінуси: Обмежена гнучкість у проєктах, які виходять за межі типових сценаріїв; потреба у ліцензуваннях Microsoft.
- Appian
  - Плюси: Потужне BPM середовище, вбудовані конектори, швидка розробка бізнес-процесів.
  - Мінуси: Висока вартість, складніший старт, обмеження в налаштуванні UI/UX під специфічні потреби.
- Mendix
  - Плюси: Велика спільнота, широкий спектр шаблонів і компонентів, підтримка як локального, так і хмарного хостингу.
  - Мінуси: Складніший інтерфейс для початківців, більші витрати на розширені функціональні можливості.
- OutSystems
  - Плюси: Дуже висока швидкість розробки, продуктивні інструменти для інтеграцій та DevOps.
  - Мінуси: Висока ціна ліцензій, закритість екосистеми, крутопохила крива навчання.
- Bubble
  - Плюси: Широкі можливості для побудови веб-додатків без коду, велика база навчальних матеріалів.
  - Мінуси: Обмежена продуктивність у великих проєктах, складно реалізувати оптимізацію під дуже спеціалізовані бізнес-потреби.

- Platma

- Плюси: побудована на Open Source компонентах з великою спільнотою та бібліотекою компонентів.
- Пропонує мікс підходів Low Code та No Code, дозволяючи стартувати швидко та просто, але при цьому не обмежуючи можливості деталізованого налаштування логіки, інтерфейсу та інтеграцій.
- Інтеграція зі сторонніми системами: На відміну від більшості платформ, що змушують адаптуватися до своїх конекторів, Platma пропонує більш відкритий інтерфейс інтеграції. Це мінімізує залежність від конкретних сервісів і спрощує впровадження в існуючу IT-екосистему.
- Простота навчання та підтримка: Platma має інтуїтивний інтерфейс та розгалужену документацію, що зменшує поріг входу для розробника.
- Забезпечує всією необхідною інфраструктурою - хостинг, бази даних бібліотеки тощо, або легко інтегрується із зовнішніми ресурсами.
- Гнучка цінова політика, наявність безкоштовних пакетів.

Висновок: Серед популярних Low Code/No Code платформ для даної роботи обрана Platma завдяки оптимальному поєднанню гнучкості, простоти, інтеграційних можливостей та прогнозованих витрат. Це робить її найкращим вибором для надійного, масштабованого та економічно виправданого рішення.

#### Висновок по розділу 1

Для початку розробки проєкту інформаційної системи було проведено аналіз предметної області прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних запасів. В ньому наведено, що протягом останніх п'яти років українські МСБ зіткнулися з низкою викликів, що ускладнили прогнозування та управління асортиментом і запасами. Волатильність попиту, швидка цифровізація, нестабільність ланцюгів постачання, геополітичні ризики та підвищені очікування споживачів змусили бізнес шукати нові підходи та IT-рішення.

Аналіз наявних рішень свідчить, що МСБ в Україні поступово переходить від простих облікових систем до більш розвинених ERP-платформ та спеціалізованих інструментів управління запасами. Хоча ці рішення поки часто обмежені базовими статистичними методами та стикаються з проблемами інтеграції й аналізу великих даних, а також є складними у впровадження та мають високу ціну.

Деталізовані мета, об'єкт та предмет дослідження та розроблена концепція інформаційної системи для виконання завдання роботи.

Далі були оглянуті та проаналізовані існуючі рішення та методи управління матеріальними запасами, визначено їх переваги та недоліки. Отже, успішність МСБ України в умовах складної економічної та геополітичної ситуації залежить від здатності впроваджувати сучасні інформаційні системи, що базуються на інтелектуальному аналізі даних, гнучкій інтеграції та точному прогнозуванні. На основі цього було визначено необхідність удосконалення процесів та рішень управління асортиментом та прогнозування попиту.

Також, були проведений аналіз останніх досліджень і публікацій предметної області, який показав, що для вирішення завдань класифікації асортименту та прогнозування збуту існують окремі методи, кожен з яких фокусується на вирішенні конкретного завдання. На підставі чого було встановлено необхідність об'єднання методів у алгоритми для повноцінного вирішення задач.

На прикладі комерційної організації та даних її продажів був проаналізований алгоритм використання та поєднання методів аналізу для досягнення мети роботи. У цьому аналізі був досліджений практичний приклад вирішення задачі прогнозування структури асортименту для мінімізації витрат матеріальних запасів на прикладі торговельної організації. На прикладі цієї організації були продемонстровані основні недоліки якості вирішення задачі та складнощі, з якими стикається МСБ у процесі її вирішення. Проаналізовані слабкі сторони, недоліки наявних процесів та рішень.

## РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

### 2.1. Мета, призначення та цільова аудиторія системи

Метою розробки та впровадження інформаційної системи є створення ефективного інструменту для прогнозування структури асортименту, мінімізації витрат на утримання матеріальних запасів, а також підвищення точності та оперативності управління закупівлями товарів у малих та середніх підприємствах. Система дозволить приймати обґрунтовані рішення щодо оптимізації асортименту, обсягів закупівель, термінів забезпеченості запасів та формувати замовлення постачальникам на основі актуальних даних про попит та маржинальність.

Інформаційна система призначена для:

- Оптимізації асортименту: Виявлення найбільш прибуткових та затребуваних товарів, відсортування нерентабельних позицій, формування асортиментної матриці на основі методів ABC-XYZ аналізу та дерев рішень.
- Мінімізації витрат на запаси: Розрахунок оптимального рівня запасів для кожної товарної позиції з урахуванням маржинальності, стабільності попиту та часу постачання, що дозволить уникати дефіцитів і надлишкового складського утримання.
- Підвищення ефективності закупівель: Прогнозування потреби у товарних запасах, рекомендації щодо оптимальних обсягів закупівлі та автоматизація формування замовлень постачальникам. Це сприяє скороченню операційних витрат, посиленню контролю над ланцюгами постачання та стійкій роботі бізнесу.

Цільова аудиторія інформаційної системи:

- Малі та середні підприємства (МСБ): зокрема власники, керівники, менеджери з закупівель та логістики, а також спеціалісти з управління асортиментом. Система стане корисною для компаній, які не мають великих

аналітичних команд, суттєвих бюджетів але прагнуть приймати рішення на основі даних, підвищуючи свою конкурентоспроможність.

- Компанії роздрібної та оптової торгівлі, виробництва, дистрибуції: система допоможе бізнесам, які стикаються з нестабільним попитом, частими змінами у асортименті, необґрунтованими витратами на складські запаси, а також з потребою в швидкій реакції на ринкові зміни.
- Інтегратори та ІТ-консультанти: фахівці, які пропонують технологічні рішення для оптимізації бізнес-процесів, можуть використовувати цю систему як компонент швидкого вирішення завдань без необхідності внесення змін у більш складні складні корпоративні системи.

## 2.2 Визначення функціональних вимог до системи

Визначення функціональних вимог є важливим етапом в процесі проектування системи, зокрема системи прогнозування асортименту та попиту. Функціональні вимоги описують що саме система повинна робити, які основні функції має, які виконує основні завдання та операції.

Для визначення функціональних вимог треба визначити акторів, які присутні в системі. Актори в контексті проектування системи є користувачами або іншими системами, які взаємодіють системою що проектується.

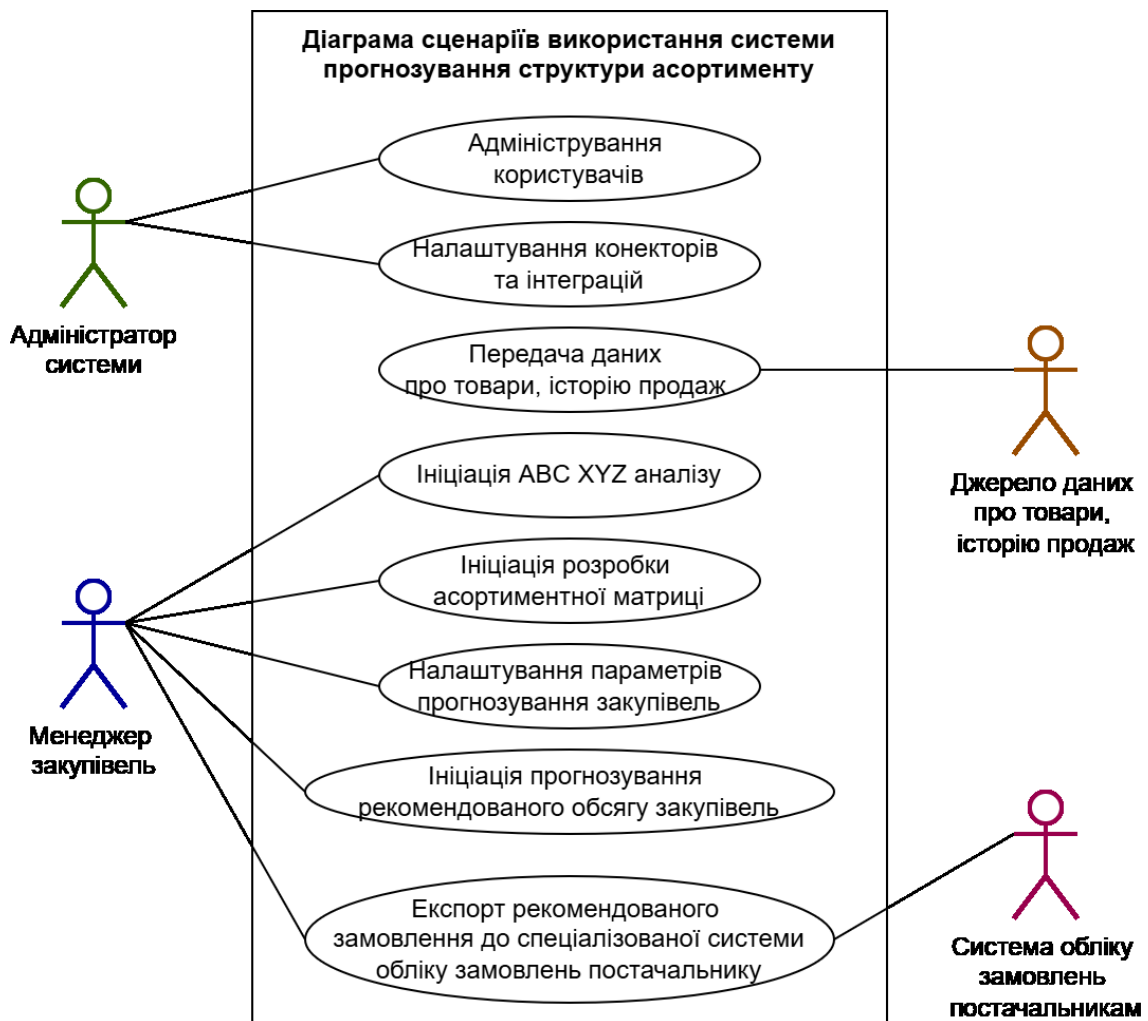


Рис. 2.1 - Діаграма сценаріїв використання

З системою прогнозування асортименту взаємодіють такі актори:

а) Адміністратор системи: ІТ-спеціаліст або системний адміністратор, який налаштовує доступи користувачів, конфігурує інтеграцію з зовнішніми системами, забезпечує технічну підтримку та оновлення.

Завдання: налаштування прав користувачів, конфігурація джерел даних, параметрів аналізу, оновлення версій системи.

б) Менеджер закупівель: представник бізнесу, відповідальний за управління асортиментом, запасами та закупівлями.

Завдання: перегляд аналітики (ABC-XYZ), оптимізація асортиментної матриці, прийняття рішень про поповнення запасів, формування замовлень постачальникам.

Нижче, у таблицях 2.1 – 2.8 представлено опис сценаріїв (прецедентів, варіантів використання) інформаційної системи.

Таблиця 2.1

**Специфікація сценарію “Адміністрування користувачів”**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Адміністрування користувачів   |
| <b>Опис</b>                        | Налаштування ролей, прав доступу та створення/видалення користувачів системи   |
| <b>Актор</b>                       | Адміністратор системи  |
| <b>Передумови</b>                  | Система інстальована та працює стабільно   |
| <b>Основний сценарій</b>           | 1. Адміністратор заходить у розділ "Управління користувачами"<br>2. Обирає дію (додати/видалити/редагувати користувача)<br>3. Зберігає зміни |
| <b>Альтернативний сценарій</b>     | Не визначений  |
| <b>Результат</b>                   | Оновлені дані про користувачів і їх ролі у системі   |

Таблиця 2.2

**Специфікація сценарію “Налаштування конекторів та інтеграцій”**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Налаштування конекторів та інтеграцій.  |
| <b>Опис</b>                        | Підключення та конфігурування конекторів до зовнішніх систем (ERP, WMS, DB, маркетплейсів)  |
| <b>Актор</b>                       | Адміністратор системи   |
| <b>Передумови</b>                  | Система встановлена, доступні облікові дані зовнішніх систем  |
| <b>Основний сценарій</b>           | 1. Адміністратор відкриває розділ "Інтеграції"<br>2. Обирає потрібний конектор (для ERP, CRM тощо)<br>3. Вводить налаштування доступу (логін, пароль, кінцеві точки API)<br>4. Матчить, співставляє атрибути даних джерела даних з атрибутами системи |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
|                                | 4. Зберігає налаштування<br>5. Тестує успішність інтеграції                        |
| <b>Альтернативний сценарій</b> | Не визначений  |
| <b>Результат</b>               | Налаштовані канали обміну даними з зовнішніми системами, дані систем співставлені. |

Таблиця 2.3

### Специфікація сценарію “Передача даних про товари, історію продаж”

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Передача даних про товари, історію продаж   |
| <b>Опис</b>                        | Надання системі актуальної інформації про товари (назви, характеристики, ціни) та історію продажів  |
| <b>Актор</b>                       | Джерело даних про товари, історію продаж  |
| <b>Передумови</b>                  | Налаштовані конектори, доступи до баз даних   |
| <b>Основний сценарій</b>           | 1. Джерело даних ініціює передачу даних або система запитує дані за розкладом<br>2. Дані про товари, історію продаж передаються до системи<br>3. Система зберігає отримані дані у сховищі |
| <b>Альтернативний сценарій</b>     | Не визначений   |
| <b>Результат</b>                   | Оновлені дані про товари та їх продажі у системі  |

Таблиця 2.4

### Специфікація сценарію “Ініціація ABC XYZ аналізу”

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Ініціація ABC XYZ аналізу   |
| <b>Опис</b>                        | Запуск обчислення ABC та XYZ категорій для товарів, визначення їх маржинального внеску та стабільності попиту |
| <b>Актор</b>                       | Менеджер закупівель   |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Передумови</b>              | Наявні актуальні дані про продажі та товари  |
| <b>Основний сценарій</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менеджер заходить у розділ "Аналітика"</li> <li>2. Обирає "Ініціювати ABC XYZ аналіз"</li> <li>3. Система виконує розрахунки (A/B/C та X/Y/Z групи).</li> <li>4. Результат відображається у вигляді звіту</li> <li>5. У проаналізованих товарів оновлюються значення атрибутів ABC та XYZ</li> </ol> |
| <b>Альтернативний сценарій</b> | Не визначений  |
| <b>Результат</b>               | Товари оновили значення свого ABC-XYZ рейтингу.<br>Сформовано звіт з класифікацією товарів за ABC та XYZ критеріями  |

Таблиця 2.5

### Специфікація сценарію "Ініціація розробки асортиментної матриці"

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Ініціація розробки асортиментної матриці  |
| <b>Опис</b>                        | Формування асортиментної матриці на основі результатів ABC XYZ аналізу та класифікаційних методів (дерева рішень)   |
| <b>Актор</b>                       | Менеджер закупівель   |
| <b>Передумови</b>                  | Проведено ABC XYZ аналіз  |
| <b>Основний сценарій</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менеджер обирає "Розробити асортиментну матрицю"</li> <li>2. Менеджер обирає один з атрибутів товару як гіпотезу первинного рівня</li> <li>3. Система застосовує алгоритми класифікації (дерева рішень) до результатів ABC XYZ</li> <li>4. Генерується оптимізована асортиментна матриця</li> </ol> |
| <b>Альтернативний сценарій</b>     | Не визначений   |
| <b>Результат</b>                   | Отримана асортиментна матриця з рекомендаціями щодо груп товарів  |

Таблиця 2.6

**Специфікація сценарію “Налаштування параметрів прогнозування закупівель”**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Налаштування параметрів прогнозування закупівель  |
| <b>Опис</b>                        | Визначення параметрів прогнозування: період прогнозу, оптимальна забезпеченість, термін поставки, коефіцієнти сезонності  |
| <b>Актор</b>                       | Менеджер закупівель   |
| <b>Передумови</b>                  | Система має доступ до історичних даних продажів та сформовану асортиментну матрицю  |
| <b>Основний сценарій</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менеджер заходить до налаштувань прогнозування</li> <li>2. Вводить або змінює параметри: період прогнозу, оптимальна забезпеченість, термін поставки, коефіцієнти сезонності</li> <li>3. Зберігає налаштування</li> </ol> |
| <b>Альтернативний сценарій</b>     | Не визначений   |
| <b>Результат</b>                   | Збережені параметри прогнозування, що впливатимуть на розрахунок рекомендованих закупівель  |

Таблиця 2.7

**Специфікація сценарію “Ініціація прогнозування рекомендованого обсягу закупівель”**

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Ініціація прогнозування рекомендованого обсягу закупівель  |
| <b>Опис</b>                        | Запуск прогнозування обсягів замовлень, враховуючи дані асортиментної матриці, термін забезпеченості товарів, історію продажів |
| <b>Актор</b>                       | Менеджер закупівель  |
| <b>Передумови</b>                  | Налаштовані параметри прогнозування, наявна асортиментна   |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
|                                | матриця  |
| <b>Основний сценарій</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менеджер обирає "Прогнозувати обсяги закупівель"</li> <li>2. Система обробляє історичні дані продажів та здійснює прогнозування обсягу замовлення товарів</li> <li>3. Видає перелік рекомендованих обсягів закупівель для кожної товарної позиції</li> <li>4. Менеджер обирає "Зберігає замовлення"</li> <li>5. Система зберігає прогноз у файлі .JSON та надає йому унікальне ім'я</li> </ol> |
| <b>Альтернативний сценарій</b> | Не визначений  |
| <b>Результат</b>               | Отримано рекомендації щодо оптимальних обсягів закупівлі, які збережені в документі  |

Таблиця 2.8

**Специфікація сценарію "Експорт рекомендованого замовлення до спеціалізованої системи обліку замовлень постачальнику"**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Назва варіанту використання</b> | Експорт рекомендованого замовлення до спеціалізованої системи обліку замовлень постачальнику  |
| <b>Опис</b>                        | Формування та передача рекомендованих замовлень постачальнику в зовнішню систему управління замовленнями  |
| <b>Актор</b>                       | Менеджер закупівель, Система обліку замовлень постачальникам  |
| <b>Передумови</b>                  | Прогнозований обсяг закупівель розраховано та збережено у документі   |
| <b>Основний сценарій</b>           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менеджер обирає "Експорт замовлення до системи обліку"</li> <li>2. Обирає один чи кілька файлів прогнозу</li> <li>3. Дані передаються до системи обліку замовлень постачальнику</li> <li>4. Система обліку отримує дані та реєструє замовлення</li> </ol> |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Альтернативний сценарій</b> | Не визначений   |
| <b>Результат</b>               | Замовлення зареєстроване у системі обліку замовлень постачальнику |

### 2.3. Побудова концептуальної моделі

Модель «сутність-зв'язок» є найбільш розповсюдженим підходом до проектування баз даних. Її застосування є стандартом при інфологічному проектуванні БД.

Поняттям “Сутність” представляється клас однотипних об'єктів. Передбачається, що існує множина екземплярів даної сутності, що представляють реальні об'єкти предметної області.

Нижче на рисунку 2.2 представлено концептуальну модель даних інформаційної системи.

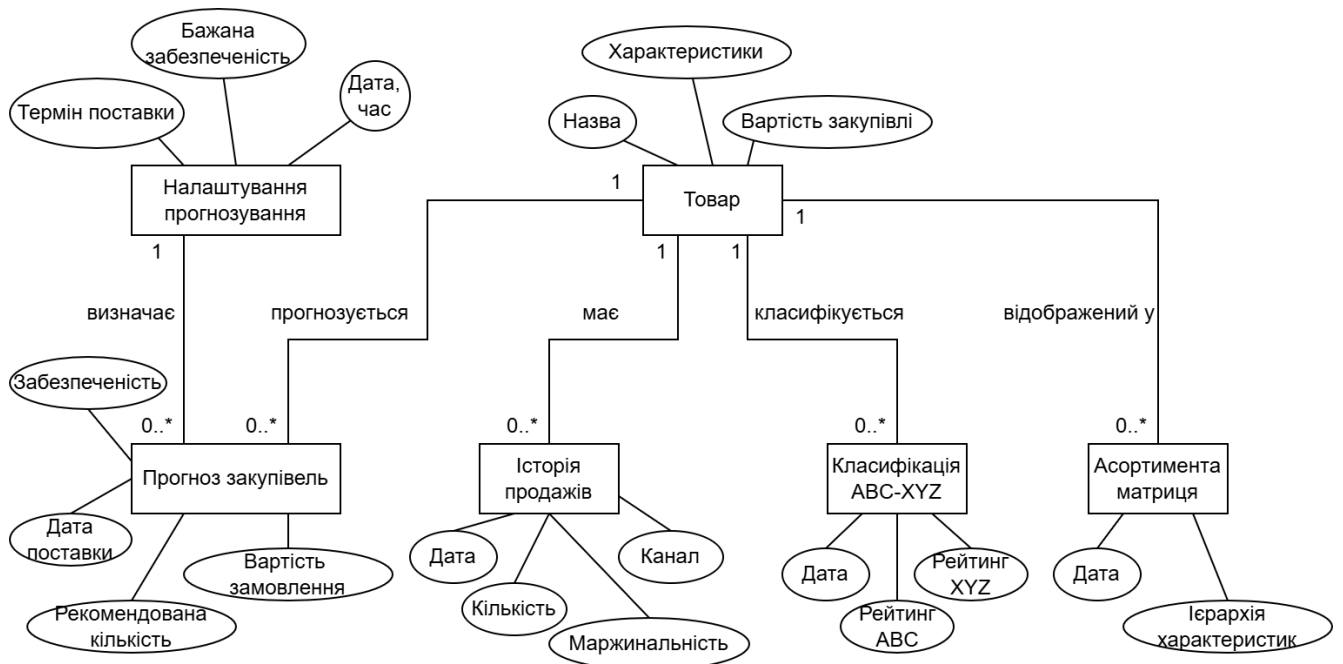


Рис. 2.2 - Концептуальна модель даних інформаційної системи прогнозування асортименту

Опис сутностей та їх атрибутів представлено у таблиці 2.9.

Таблиця сутностей та їх атрибутів

| Сутність                   | Опис   | Атрибути  |
|----------------------------|--|---|
| Товар                      | Інформація про товари, доступні для продажу та закупівлі             | Назва товару,<br>Характеристики (масив),<br>Вартість закупівлі товару.                                    |
| Налаштування прогнозування | Параметри, які задають умови прогнозування                           | Дата, час налаштування,<br>Термін поставки,<br>Бажана забезпеченість.                                     |
| Прогноз закупівлі          | Результати розрахунків рекомендованих обсягів закупівель для товарів | Забезпеченість,<br>Прогнозована дата поставки,<br>Рекомендована кількість товару,<br>Вартість замовлення. |
| Історія продажів           | Записи про минулі продажі товарів                                    | Дата продажу,<br>Кількість продажу,<br>Маржинальність продажу;<br>Канал збуту.                            |
| ABC, XYZ<br>Класифікація   | Зберігає результати ABC-XYZ аналізу товарів                          | Дата класифікації,<br>Рейтинг XYZ,<br>Рейтинг ABC.  |
| Асортиментна матриця       | Сукупність результатів класифікації та рекомендацій щодо асортименту | Дата побудови матриці,<br>Ієрархія характеристик товару   |

Опис зв'язків між сутностями БД для інформаційної системи прогнозування асортименту показано у таблиці 2.10

Таблиця 2.10

Таблиця зв'язків між сутностями

| Сутності         | Тип зв'язку | Зміст зв'язку   |
|------------------|-------------|---|
| Товар<br>Прогноз | 1:М         | По одному й тому самому товару може бути декілька прогнозів |
| Налаштування     | 1:М         | По одному й тому самому налаштуванню                        |

|                               |     |   |
|-------------------------------|-----|---|
| прогнозування<br>Пргноз       |     | може бути декілька прогнозів  |
| Товар<br>Історія продажів     | 1:M | По одному й тому самому товару може бути декілька історій продажу   |
| Товар<br>Класифікація ABC-XYZ | 1:M | По одному й тому самому товару може бути декілька класифікацій      |
| Товар<br>Асортиментна матриця | 1:M | Один і той самий товар може бути у декількох асортиментних матрицях |

## 2.4. Рішення з інформаційного забезпечення

Інформаційне забезпечення проекту включає в себе розробку бази даних, та моделей що її описують: логічної та фізичної. Окрім цього, інформаційне забезпечення включає в себе розробку діаграми класів та діаграми послідовностей створюваної інформаційної системи. У наступних підрозділах продемонстровано та детально описано створенні рішення.

### 2.4.1. Логічна модель

Для реляційної моделі даних логічне проектування полягає у створенні реляційної схеми, визначенні відношень, атрибутів та ключів. відношення логічних моделей перевіряється на відповідність правил нормалізації, які дають змогу переконатися в структурній узгодженості, логічній цілісності і не надлишковості даних.

Логічна модель даних інформаційної системи прогнозування асортименту представлена на рисунку 2.3

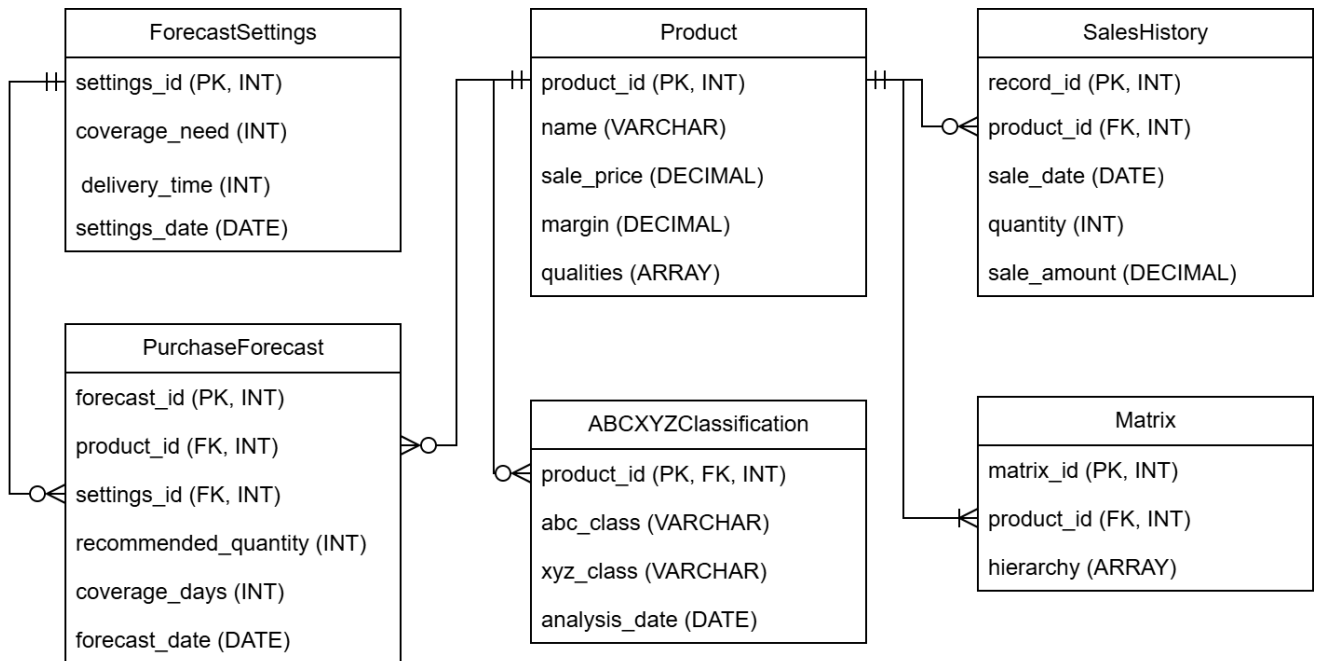


Рис. 2.3 - Логічна модель даних інформаційної системи

#### 2.4.2. Фізична модель

Завершальним кроком у проектуванні реляційної бази даних є розробка фізичної моделі.

Фізична модель даних — подання дизайну даних як реалізованого чи призначеного для реалізації у системі керування базами даних.

Нижче на рисунку 2.4 представлена фізична модель бази даних

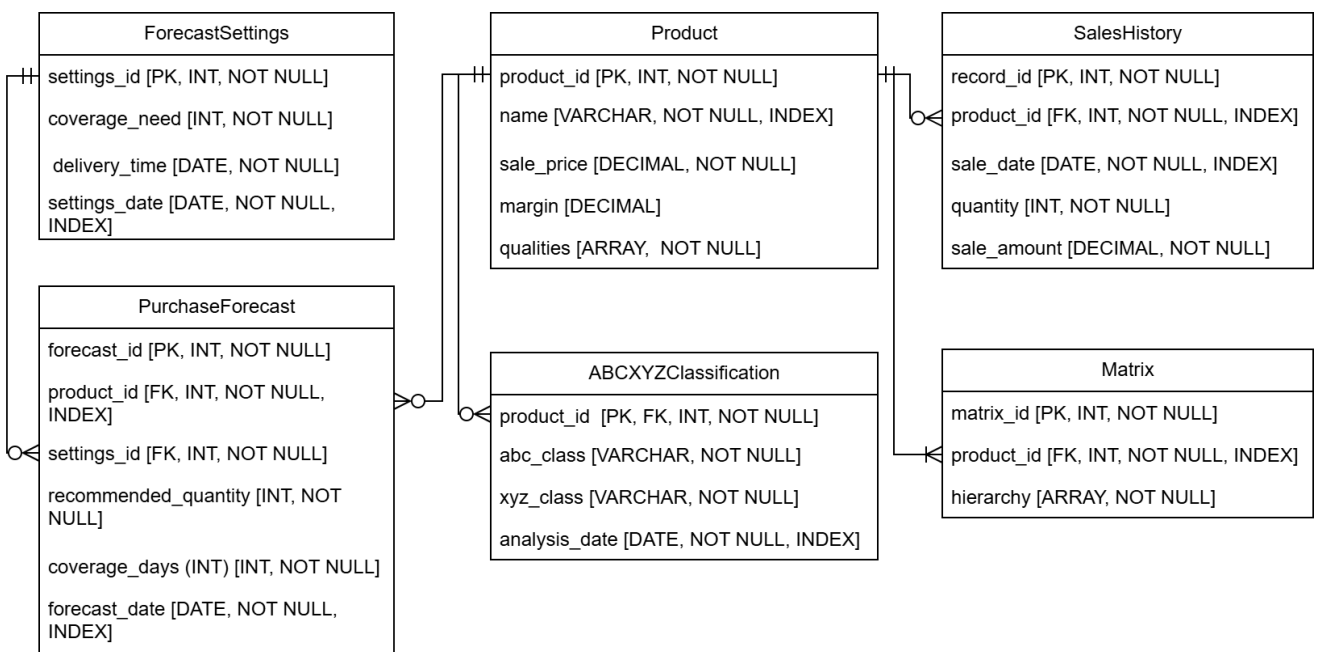


Рис. 2.4 - Фізична модель бази даних

Нижче описані структури таблиць, які відображають назву поля, тип даних та обмеження на це поле.

Таблиця 2.11

### Структура таблиці Product

| Ідентифікатор поля | Ознака ключа | Тип даних | Обмеження       |
|--------------------|--------------|-----------|-----------------|
| product_id         | PK           | INT       | NOT NULL        |
| name               | -            | VARCHAR   | NOT NULL, INDEX |
| sale_price         | -            | DECIMAL   | NOT NULL        |
| margin             | -            | DECIMAL   | NOT NULL        |
| qualities          | -            | ARRAY     | NOT NULL        |

Таблиця 2.12

### Структура таблиці SalesHistory

| Ідентифікатор поля | Ознака ключа | Тип даних | Обмеження       |
|--------------------|--------------|-----------|-----------------|
| record_id          | PK           | INT       | NOT NULL        |
| sale_date          | -            | DATE      | NOT NULL        |
| quantity           | -            | INT       | NOT NULL        |
| sale_amount        | -            | DECIMAL   | NOT NULL        |
| product_id         | FK           | INT       | NOT NULL, INDEX |

Таблиця 2.13

### Структура таблиці ABCXYZClassification

| Attribute     | Key Property | Data Type | Constraints     |
|---------------|--------------|-----------|-----------------|
| product_id    | PK, FK       | INT       | NOT NULL        |
| abc_class     | -            | VARCHAR   | NOT NULL        |
| xyz_class     | -            | VARCHAR   | NOT NULL        |
| analysis_date | -            | DATE      | NOT NULL, INDEX |

Таблиця 2.14

**Структура таблиці Matrix**

| Ідентифікатор поля | Ознака ключа | Тип даних | Обмеження       |
|--------------------|--------------|-----------|-----------------|
| matrix_id          | PK           | INT       | NOT NULL        |
| product_id         | FK           | INT       | NOT NULL, INDEX |
| hierarchy          | -            | ARRAY     | NOT NULL        |

Таблиця 2.15

**Структура таблиці ForecastSettings**

| Ідентифікатор поля | Ознака ключа | Тип даних | Обмеження |
|--------------------|--------------|-----------|-----------|
| settings_id        | PK           | INT       | NOT NULL  |
| coverage_need      | -            | INT       | NOT NULL  |
| delivery_time      | -            | DATE      | NOT NULL  |
| settings_date      | -            | DATE      | NOT NULL  |

Таблиця 2.16

**Структура таблиці PurchaseForecast**

| Ідентифікатор поля   | Ознака ключа | Тип даних | Обмеження |
|----------------------|--------------|-----------|-----------|
| forecast_id          | PK           | INT       | NOT NULL  |
| product_id           | FK           | INT       | NOT NULL  |
| recommended_quantity | -            | INT       | NOT NULL  |
| coverage_days        | -            | INT       | NOT NULL  |
| forecast_date        | -            | DATE      | NOT NULL  |

**2.5. Динамічна модель програмного забезпечення інформаційної системи.**

Динамічна модель описує поведінку системи у часі, взаємодію компонентів та зміни станів при виконанні ключових операцій. Для побудови динамічної моделі

використовуються такі нотації UML, як діаграми послідовності (Sequence diagrams), діаграми активностей (Activity diagrams) та діаграми станів (State Machine diagrams).

### 2.5.1. Діаграма послідовності

Діаграма послідовності відображає взаємодію об'єктів впорядкованих за часом, зокрема, відображає задіяні об'єкти та послідовність відправлених повідомлень. Діаграма послідовності у ключових процесах представлена на рисунку 2.5.

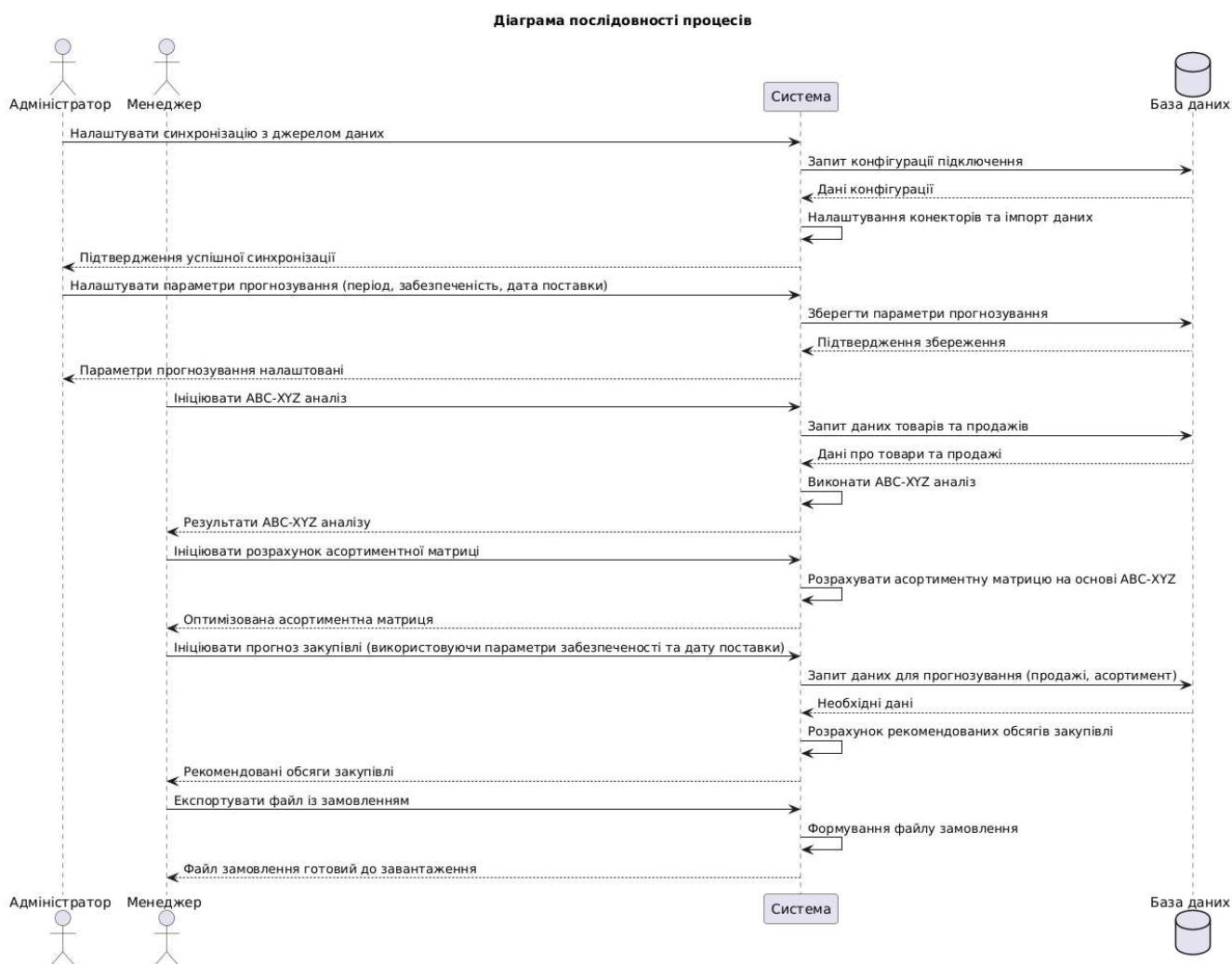


Рис. 2.5 - Діаграма послідовності системи прогнозування асортименту

### 2.5.2. Модель переходів станів

Діаграми станів найчастіше використовуються для опису поведінки окремих систем і підсистем. Вони також можуть бути застосовані для специфікації функціональності екземплярів окремих класів, тобто для моделювання всіх

можливих змін станів конкретних об'єктів. Власне кажучи діаграма станів є графом спеціального виду, що служить для подання кінцевого автомата.

Кінцевий автомат (state machine) - модель для специфікації поведінки об'єкта у формі послідовності його станів, які описують реакцію об'єкта на зовнішні події, виконання об'єктом дій, а також зміну його окремих властивостей.

У контексті мови UML поняття кінцевого автомата має додаткову семантику. Вершинами графу кінцевого автомата є стани й інші типи елементів моделі, які зображуються відповідними графічними символами. Дуги графа служать для позначення переходів зі стану в стан. Кінцевий автомат описує поведінку окремого об'єкта у формі послідовності станів, що охоплюють всі етапи його життєвого циклу, починаючи від створення об'єкта й закінчуючи його знищенням. Кожна діаграма станів являє собою кінцевий автомат.

Діаграма станів є динамічною моделлю інформаційної системи. Діаграма станів інформаційної системи представлена на рисунку 2.6.

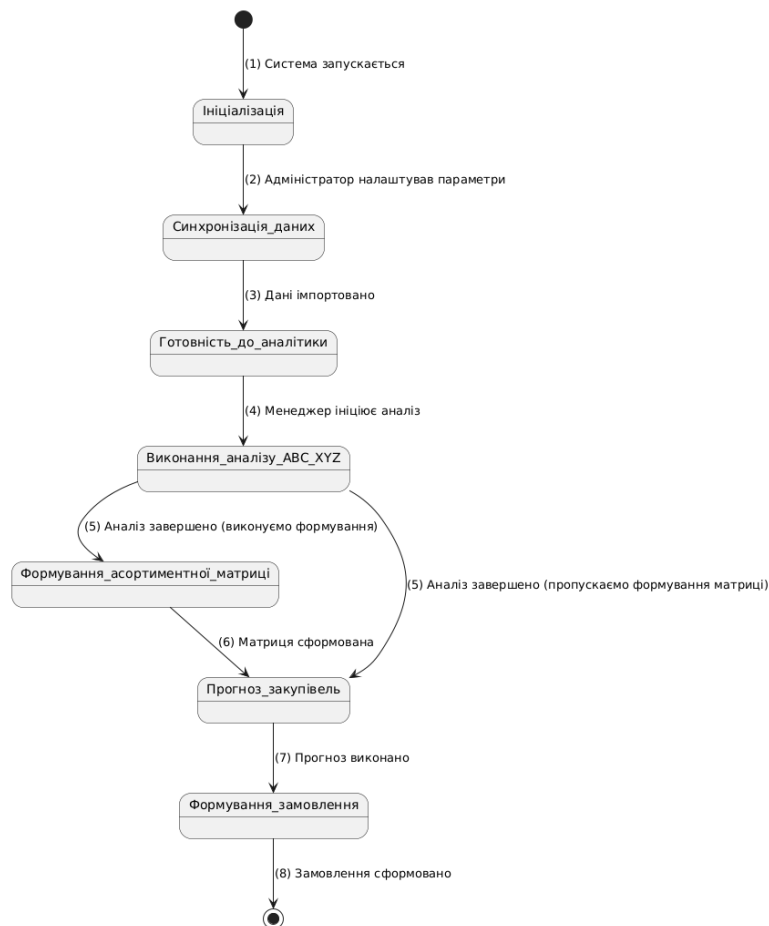


Рис. 2.6 - Діаграма станів інформаційної системи

Специфікація діаграми станів інформаційної системи представлена у таблиці 2.17

Таблиця 2.17

### Специфікація діаграми станів інформаційної системи

| № | Умова/Дія   |
|---|---|
| 1 | Система запускається (старт), перехід до стану "Ініціалізація"  |
| 2 | Адміністратор налаштував параметри та синхронізацію даних → перехід до стану "Синхронізація даних"        |
| 3 | Дані успішно імпортовано → перехід до стану "Готовність до аналітики"                                     |
| 4 | Менеджер ініціює ABC-XYZ аналіз → перехід до стану "Виконання аналізу ABC-XYZ"                            |
| 5 | Аналіз виконано → перехід до стану "Формування асортиментної матриці"                                     |
| 6 | Асортиментна матриця сформована → перехід до стану "Прогноз закупівель"                                   |
| 7 | Прогноз закупівель виконано → перехід до стану "Формування замовлення"                                    |
| 8 | Формування замовлення завершено → перехід до кінцевого стану (система готова до нового циклу або зупинки) |

## 2.6. Розробка статичної моделі програмного забезпечення інформаційної системи

Статичні моделі відображають структуру системи, її компоненти, класи, інтерфейси та залежності між ними. Для відображення статичних аспектів найчастіше використовують діаграми класів (Class Diagram) та діаграми компонентів (Component Diagram).

### 2.6.1 Діаграма компонентів

Діаграма компонентів є однією з ключових діаграм у процесі розробки інформаційних систем, зокрема, для системи прогнозування асортименту. Вона

відображає структуру системи на рівні компонентів та їх взаємозв'язків, що допомагає зрозуміти, як система побудована та як її компоненти взаємодіють між собою.

Діаграма компонентів системи прогнозування асортименту наведена на рисунку 2.7.

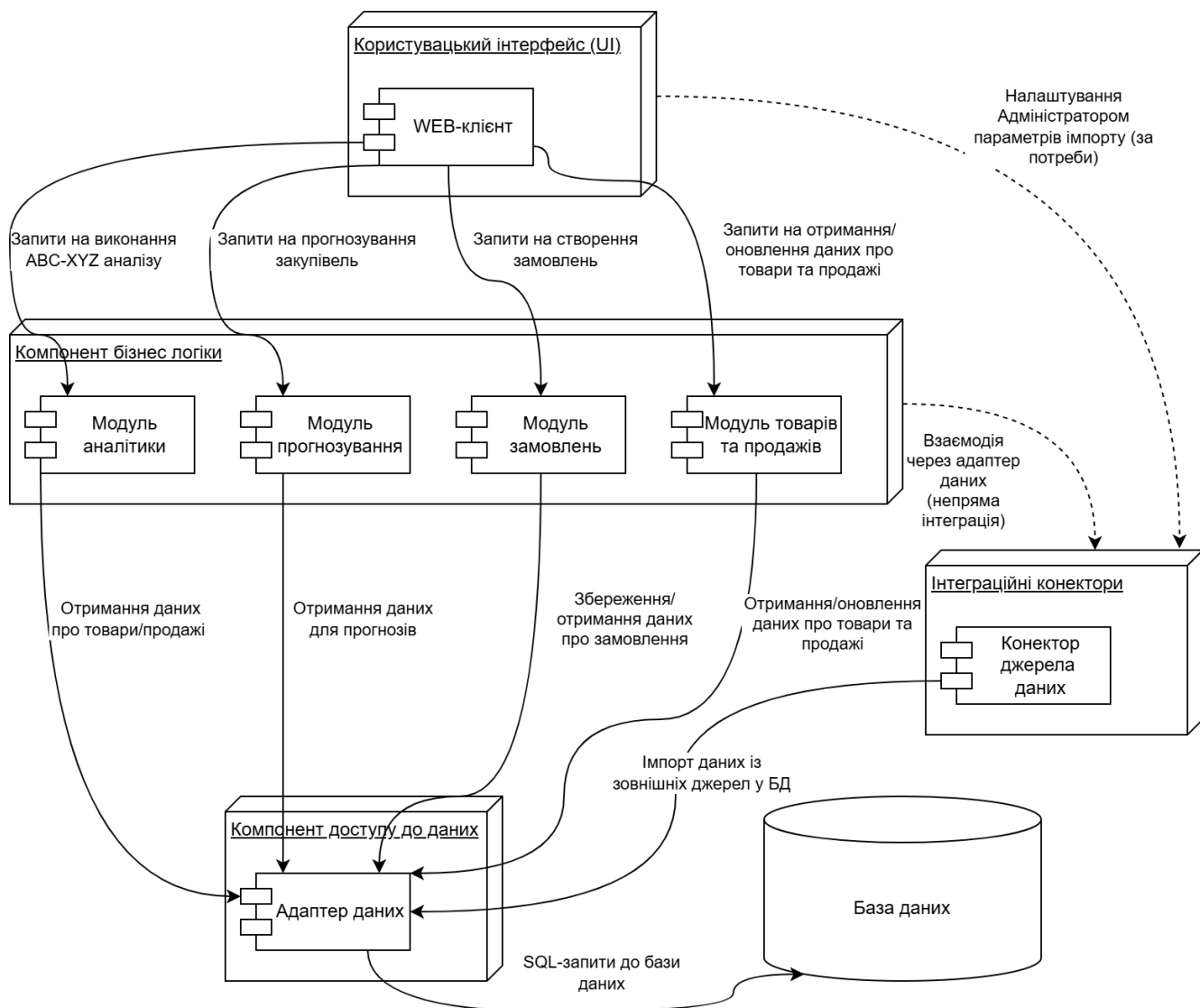


Рис. 2.7 - Діаграма компонентів системи прогнозування асортименту.

Для більш повного визначення призначення шарів системи прогнозування асортимент, надається стислий опис кожного шару системи:

- Користувацький інтерфейс (UI) — це веб-клієнт, через який Менеджер та Адміністратор працюють із системою.

- Компонент бізнес-логіки включає модулі для аналітики, прогнозування, замовлень, роботи з товарами та продажами.
- Компонент доступу до даних у вигляді Адаптера даних забезпечує взаємодію з базою даних.
- База даних зберігає всю необхідну інформацію.
- Інтеграційні конектори (Connectors) дозволяють імпортувати дані з зовнішніх джерел. Адміністратор може налаштувати параметри імпорту через UI, а VLC опосередковано використовує ці дані через адаптер даних.

Таким чином, діаграма компонентів відображає логічну архітектуру системи, взаємодію між компонентами та місце інтеграцій з базою даних і зовнішніми системами.

## 2.7. Технічне забезпечення

Технічне забезпечення інформаційної системи включає в себе опис комплексу технічних засобів, необхідних для функціонування інформаційної системи. Технічне забезпечення інформаційної системи, побудованої на платформі Platma, включає в себе необхідний апаратний та програмний комплекс для розгортання платформи, її належної експлуатації, інтеграції з іншими системами та забезпечення безперервної роботи. Основні аспекти: вибір інфраструктури, налаштування серверного та клієнтського середовища, забезпечення безпеки та масштабованості.

### 2.7.1. Інфраструктура розгортання.

Low-Code платформа Platma підтримує роботу у хмарних середовищах (AWS, Azure, GCP) або на локальних серверах. Вибір залежить від вимог до доступності, безпеки, масштабованості та внутрішніх політик компанії.

Для системи прогнозування асортименту обрана хмарна інфраструктура.

Використання PaaS (Platform as a Service) дозволяє швидко розгорнути Platma, масштабувати ресурси за потреби та використовувати вбудовані механізми резервного копіювання та відновлення.

#### 2.7.2. Деплой та оновлення.

Використовується механізми CI/CD для автоматизації розгортання та оновлень.

#### 2.7.3. Інтеграція.

У Platma передбачено використання конекторів до API, баз даних, інших зовнішніх систем. Для цього налаштовуються доступи, ключі автентифікації та SSL-сертифікати.

#### 2.7.4. Налаштування масштабованості.

Для збільшення пропускної здатності Platm передбачає можливість підняти декілька інстансів в хмарі з балансуванням навантаження (Load Balancer).

#### 2.7.5. Робочі місця користувачів.

Оскільки доступ до Platma здійснюється через веб-інтерфейс, користувачам достатньо ПК або ноутбука з актуальним браузером (Chrome, Firefox, Edge) та доступом до мережі.

Мінімальні вимоги: 2-ядерний процесор, 4 ГБ ОЗП, доступ до локальної мережі або інтернету для підключення до сервера Platma.

#### 2.7.6. Безпека та захист даних.

Для захисту переданих даних використовується HTTPS з валідним SSL-сертифікатом.

Контроль доступу, реалізований у Platma, налаштований для кожного користувача або ролі.

Можливе застосування VPN для безпечного віддаленого доступу.

#### 2.7.7. Резервне копіювання та відновлення (Backup & Recovery).

Регулярне створення резервних копій баз даних та конфігурацій Platma.

Зберігання резервних копій у захищеному сховищі (хмарному або локальному).

Періодичне тестування процесів відновлення після збоїв.

#### 2.7.8. Моніторинг та логування.

Використання вбудованих інструментів Platma та зовнішніх систем моніторингу (Prometheus, Grafana, ELK stack) для відстеження продуктивності.

Логи додатків та системи зберігати в централізованому репозиторії для швидкого аналізу проблем.

#### 2.7.9. Масштабованість та продуктивність.

За зростання кількості користувачів або збільшення даних платформа надає можливість додати додаткові обчислювальні ресурси (CPU, RAM) або розгорнути Platma у кластерній конфігурації.

Оптимізація продуктивності шляхом індексування найчастіше запитуваних атрибутів у базі даних, використання кешування та балансування навантаження.

Таким чином, рішення з технічного забезпечення для системи на базі Platma передбачає гнучку хмарну інфраструктуру, належне серверне середовище, безпечні мережеві канали, резервне копіювання та інструменти моніторингу. Це все дає змогу системі стабільно функціонувати, легко масштабуватися та відповідати вимогам користувачів і бізнес-процесів системи прогнозування асортименту.

### Висновок до розділу 2

Протягом виконаної роботи було спроектовано інформаційну систему прогнозування асортименту за допомогою послідовно сформовані комплексної документації та моделі інформаційної системи.

На початку було визначено основні ролі (акторів) системи, їх функції та випадки використання, що надало уявлення про межі та ключові сценарії роботи системи.

Далі було опрацьовано дані системи: розроблено концептуальну і логічну моделі даних, створено фізичну модель та наведено опис атрибутів з урахуванням

ключів, індексів та обмежень. Це дозволило сформувати цілісне уявлення про структуру, зв'язки та властивості інформації, з якою працюватиме система.

Після цього було підготовлено діаграми, що відображають динаміку роботи системи: діаграму послідовності (sequence diagram) для ключових процесів та діаграму станів (state diagram), яка ілюструє переходи між станами з урахуванням можливості пропуску окремих етапів. Також були відкориговані умови та дії відповідно до вимог.

Насамкінець підготовлено рішення щодо технічного забезпечення системи з урахуванням можливостей і рекомендацій платформи Platma. Це охоплює інфраструктуру розгортання, вибір СУБД, налаштування безпеки, масштабованості та резервного копіювання, а також вимоги до клієнтських робочих місць.

Таким чином, у результаті роботи над розділом було сформовано повний набір моделей, діаграм і технічних рішень, які в комплексі забезпечують проектування та глибоке розуміння системи, надають чіткі орієнтири для її розробки, впровадження та подальшої експлуатації.

### РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Розробка системі прогнозування асортименту здійснюється на Low Code платформі Platma. Для побудови процесів, розрахунків у Platma використовується Flow Builder, в якому кожен крок виконується за допомогою налаштування однієї чи групи нод, які пов'язуються у ланцюг. Також, Platma надає можливість створювати візуальні форми, інтерфейси для користувачів у UI Builder, який зв'язаний - передає та отримує дані - з Flow Builder. Тому розробка інформаційної системи у Platma полягає у підборі та налаштуванні нод, об'єднанні їх у процесі, розробці інтерфейсів та поєднанні інтерфейсів з процесами і потоками даних.

#### 3.1. Розробка модулю “Конектор джерела даних”

Модуль Конектор джерела даних забезпечує інтеграцію з зовнішніми системами та джерелами інформації (наприклад, ERP, WMS, маркетплейси або файли з продажами). Він відповідає за налаштування доступу, імпорт даних, періодичне оновлення та обробку вхідної інформації, щоб інші модулі (Модуль аналітики, Прогнозування, Замовлення, Товарів та продажів) могли працювати з актуальними, уніфікованими даними.

Розробка модулю базується на функціональних можливостях Platma, де робочі процеси налаштовуються за допомогою нод у вбудованому інтерфейсі Flow builder, а налаштуванням параметрів керує Адміністратор через UI-можливості Platma.

Процес розробки модуля "Конектор джерела даних":

##### 1. Налаштування основних параметрів підключення:

На початку в налаштуваннях модуля в Platma було створено окремий розділ для введення параметрів доступу до зовнішнього джерела даних. Адміністратор, зайшовши у конфігураційний інтерфейс, може вказати:

- URL або хост бази даних / API
- Облікові дані (логін, пароль, токен)
- Інтервал оновлення (наприклад, щоденно о 02:00)

Ці параметри зберігаються у внутрішній базі Platma та доступні для робочих процесів через змінні оточення.

## 2. Створення потоку імпорту у Flow builder Platma:

У Flow builder був налаштований потік (флоу), що запускається за розкладом або вручну. Цей флоу складається з таких нод:

- Trigger Node (Розклад / Подія):

Функція: Ініціює процес завантаження даних з урахуванням налаштованого інтервалу.

Налаштування: Вказано час запуску (наприклад, 02:00 щодня).

Взаємозв'язок: Передає керування наступній ноді після настання часу запуску.

- Data Source Node (Підключення до джерела):

Функція: Під'єднується до зовнішнього джерела (наприклад, REST API, база даних) та виконує запит для отримання актуальних даних.

Налаштування: Встановлено URL/API endpoint або SQL-запит, авторизаційні заголовки або креденшили. Параметри зчитуються з конфігурації модуля.

Взаємозв'язок: Отримує ініціацію від Trigger Node, за успішного підключення передає отримані сирі дані наступній ноді.

- Transformation Node (Обробка даних):

Функція: Приймає сирі дані та виконує первинну обробку:

- Форматування дат
- Видалення дублікатів
- Перевірка на порожні або некоректні поля

- Decision Node (Умовне розгалуження):

Функція: За потреби розділяє потік на кілька гілок залежно від умов. Наприклад, якщо у даних зустрілися помилки або немає жодного запису, Decision Node може надіслати потік у гілку логування помилок. В нормальному випадку перенаправляє потік на запис у базу.

Налаштування: Вказані логічні умови (if/else) на основі значень полів у даних.

Взаємозв'язок: Отримує оброблені дані від Transformation Node, в залежності від умови спрямовує їх або до ноди запису в БД, або до ноди логування помилок.

- Update/Insert Node (Запис у внутрішню базу):

Функція: Зберігає упорядковані дані у внутрішній таблиці Platma. Це робить дані доступними для інших модулів системи (Аналітика, Прогнозування, Асортиментна матриця тощо).

Налаштування: Вказано SQL-вставку (INSERT) або оновлення (UPDATE), відповідність між атрибутами отриманих даних і стовпцями таблиці.

Взаємозв'язок: Отримує від Decision Node підтвержені коректні дані та виконує операцію запису, після чого передає керування ноді логування.

- Log Node (Логування результатів):

Функція: Записує інформацію про операцію імпорту (дата, кількість записів, статус) у таблицю логів або виводить повідомлення в консоль Platma для моніторингу.

Налаштування: Може бути налаштований формат логу, умови запису (наприклад, логувати тільки успішні імпорти з кількістю записів > 0).

Взаємозв'язок: Отримує сигнал про завершення операції від Update/Insert Node або з гілки Decision Node у разі помилки. Після запису логу флоу завершується.

### 3. Завершення та тестування роботи модуля.

Після створення та налаштування флоу, було проведено тестовий запуск. Логування показало коректне підключення, успішний імпорт та трансформацію даних. Адміністратор перевіряв результати в базі даних Platma, переконався, що дані з'явилися належним чином.

### 4. Управління модулем та адаптація.

У конфігураційному розділі модуля Адміністратор може змінити розклад, оновити креденшили або URL джерела. Ці зміни не вимагають модифікації самого

флюу – параметри зчитуються автоматично при наступному запуску. Якщо потрібно обробити інший формат даних, достатньо внести зміни у Transformation Node, додати новий Decision Node або оновити логіку Update/Insert Node. При потребі отримувати дані з кількох джерел, то для кожного з них створюється та налаштовується конектор.

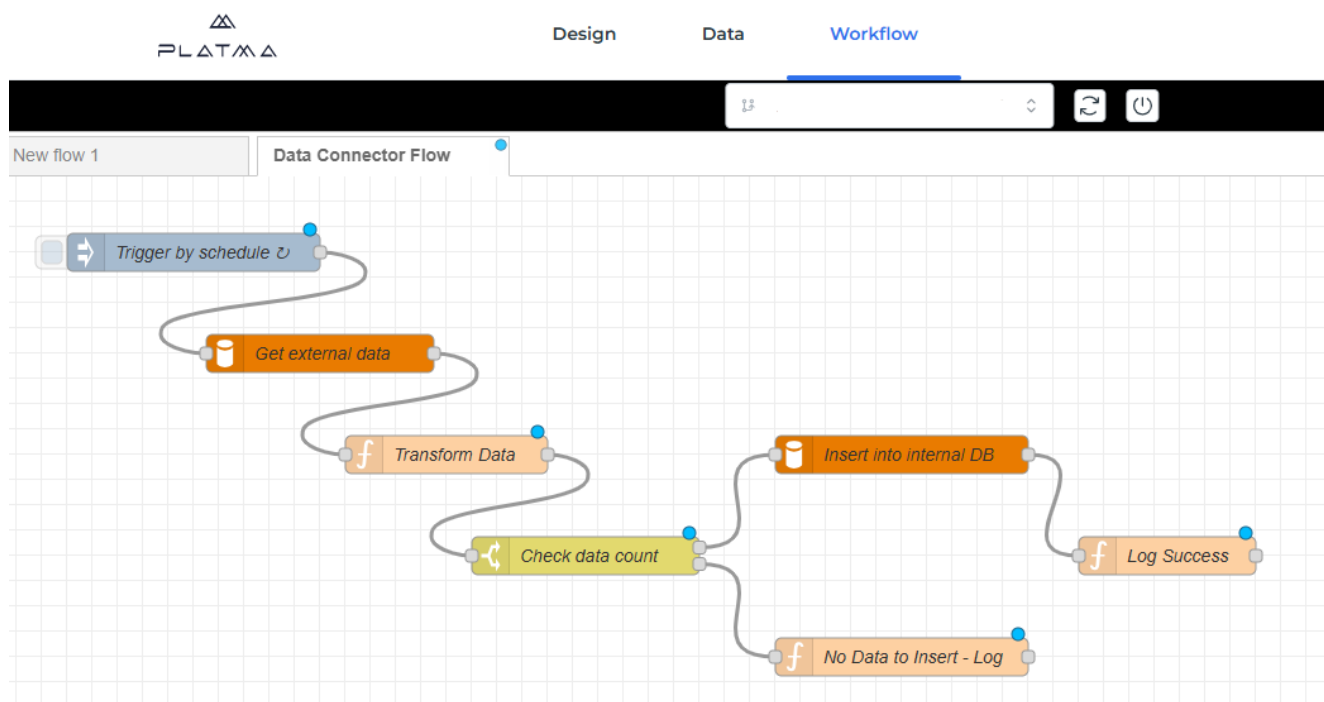


Рис. 3.1 - Модуль Конектор джерела даних

### 3.2. Розробка модулю “Аналітика”

Модуль аналітики відповідає за періодичний запуск ABC-XYZ аналізу товарів та побудову Асортиментної матриці за допомогою дерев рішень. Результати аналізу та матриця використовуються модулями прогнозування, замовлень і для управлінських рішень.

#### 3.2.1. ABC-XYZ аналіз

Аналітичний модуль виконує автоматизований ABC-XYZ аналіз асортименту та на його підставі відносить товари до певних груп (AX, BX, CX, AY, BY, CY, AZ, BZ, CZ).

Процес розробки модуля "Конектор джерела даних":

1. Обчислення індикаторів ABC-XYZ.

На основі історії продажів Аналітичний модуль розраховує сукупний внесок кожного товару в прибуток (ABC аналіз) та стабільність попиту (XYZ аналіз). Коефіцієнт варіації обчислюється за даними продажів за останній період (наприклад, минулий місяць) з використанням математичних формул. Platma дозволяє створювати користувацькі скрипти чи правила трансформації в Workflow:

- a. ABC-аналіз: Використовується Transformation Node у Workflow, в якому виконується сортування товарів за обсягом прибутку, підрахунок кумулятивного внеску та присвоєння категорій A/B/C.
  - b. XYZ-аналіз: Інший Transformation Node застосовується для розрахунку коефіцієнтів варіації. Для цього:
    - Нода може виконати SQL-запит до джерела даних, отримає часову послідовність продажів товару.
    - Використання Script Node для обчислення середнього значення, стандартного відхилення та коефіцієнта варіації.
    - На підставі коефіцієнта варіації приймається рішення (Decision Node) про присвоєння категорії X, Y або Z.
2. Присвоєння груп AX, BX, CX тощо: Після того, як товар отримав категорію A/B/C та X/Y/Z, за допомогою Decision Node визначається кінцева група. Наприклад:
- Якщо товар має категорію A та X, то він належить до групи AX.
  - Якщо A та Y – група AY.
  - Якщо C та Z – група CZ, тощо.

Ці Decision Nodes в Platma дозволяють на основі значень змінних (наприклад, abc\_class та xyz\_class) направити процес у відповідну гілку для присвоєння конкретної групи.

3. Результати аналізу та їх збереження: Після визначення груп товари заносяться в таблицю результатів. Це може бути реалізовано за допомогою ноди типу “Update/Insert Node” для бази даних, де записуються результати аналізу:

- Поля: product\_id, abc\_class, xyz\_class, група (AX, BY тощо), дата аналізу.
- Щомісяця система оновлює ці дані, а також накопичує історію рейтингів ABC-XYZ кожного товару. Це дозволяє відстежувати динаміку змін та аналізувати тенденції.

4. Налаштування Workflow у Platma: Розглянемо приклад Workflow, що виконується щомісяця (можна використати Trigger Node, який ініціює запуск кожного 1-го числа місяця):

- Trigger Node (Time-based): Запускає процес кожного 1-го числа місяця.
- DataSource Node (Import Sales Data): Завантажує з бази даних інформацію про продажі за минулий місяць.
- Transformation Node (Aggregate Sales & Profit): Обчислює сукупні показники продажів, визначає вклад кожного товару.
- Transformation Node (ABC Calculation): На основі відсортованого списку товарів за прибутком визначає ABC категорію (наприклад, 80% прибутку – А, наступні 15% – В, останні 5% – С).
- DataSource Node (Fetch Detailed Sales per Day): Отримує детальний набір даних для розрахунку коефіцієнта варіації для кожного товару.
- Script Node (Calculate Variance & Standard Deviation): Використання вбудованих Python-скриптів або інструментів Platma для обчислення середнього значення, стандартного відхилення та коефіцієнта варіації.
- Decision Node (XYZ Classification): Якщо варіація  $\leq 10\%$  -> X, 10%-25% -> Y, більше 25% -> Z.
- Decision Node (Combine ABC & XYZ): Логіка присвоєння фінальної групи (AX, AY, AZ, BX, BY, ... CZ).

- Update/Insert Node (Save Results): Збереження результатів у таблицю результатів аналізу.

Кожен крок Workflow налаштовується в графічному редакторі Platma, вказавши джерело даних, SQL-запит (для DataSource Node), логіку трансформації (Transformation Node), умови (Decision Node) та скрипти.

#### 5. Завершення та тестування роботи модуля.

Після створення та налаштування флоу, було проведено тестовий запуск. Логування показало коректний розрахунок класифікації та призначення відповідних рейтингів товарам.

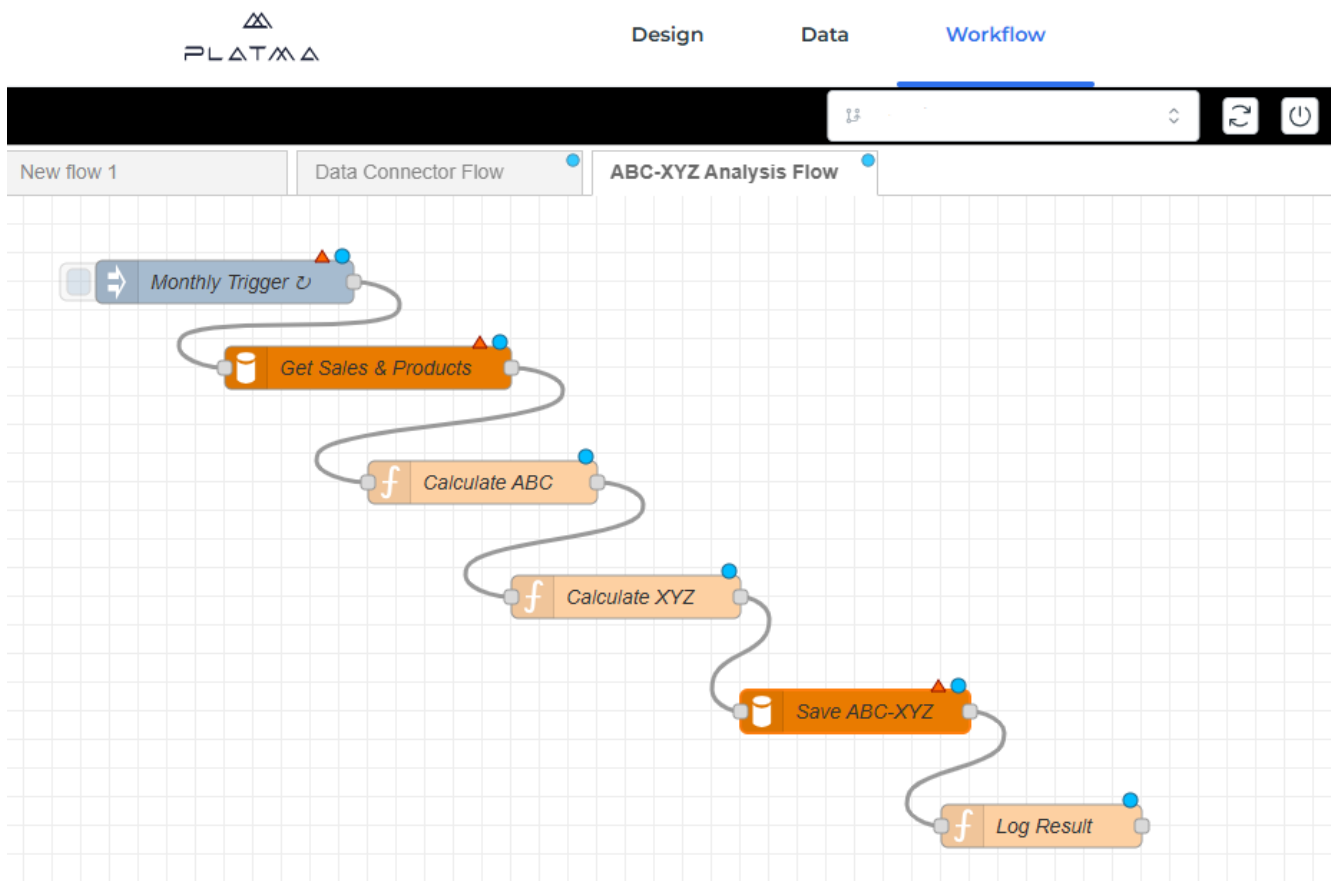


Рис. 3.2 - Аналітичний модуль: ABC-XYZ аналіз

### 3.2.2. Асортиментна матриця.

Цей елемент аналітичного модулю вибудовує асортиментну матрицю - ієрархію використання характеристик товарів за допомогою Дерева рішень. Результат роботи - призначення ієрархії кожному товару.

Процес розробки модуля Асортиментна матриця:

#### 1. Запуск побудови матриці

Trigger Node

Функція: Ініціює побудову асортиментної матриці двічі на рік або за командою.

Налаштування: Вказано crontab або ручний запуск.

Взаємозв'язок: Стартує процес після ініціації.

#### 2. Читання ABC-XYZ та атрибутів

Data Source Node

Функція: Отримує з внутрішньої БД результати ABC-XYZ аналізу, а також атрибути товарів (вид виробу, призначення тощо).

Налаштування: SQL-запит для JOIN відповідних таблиць.

Взаємозв'язок: Передає масив даних далі для обчислення дерева рішень.

#### 3. Побудова дерева рішень

Script Node

Функція: Реалізує логіку обчислення ентропії, індексу Gini, Gain інформації та вибір атрибутів для розщеплення. Покроково визначає "найкращий" атрибут, розділяє набір товарів на підмножини.

Налаштування: JavaScript-код з імплементацією формул ентропії, Gain(S).

Взаємозв'язок: Отримує дані з атрибутами та класами ABC-XYZ, визначає послідовність розщеплень та формує кінцеву категорію асортиментної матриці.

#### 4. Послідовні розгалуження

Decision Node

Функція: Фактично інтерпретує результати Script Node. Наприклад, якщо атрибут "вид\_виробу" обрано як перший вузол, Decision Node розгалужує потік на "ручки", "замки", "циліндри", "петлі". Аналогічно далі для наступних атрибутів.

Налаштування: Логічні умови, які визначають, у яку гілку потрапить набір товарів.

Взаємозв'язок: Отримує масив даних, фільтрує його за умовами, передає відповідному Script Node або Update/Insert Node.

#### 5. Збереження асортиментної матриці

Update/Insert Node

Функція: Зберігає підсумкові категорії, сформовані деревом рішень, у таблицю assortment\_matrix.

Налаштування: SQL INSERT для кожного товару з відповідною категорією.

Взаємозв'язок: Отримує кінцевий масив товарів з призначеними категоріями після завершення всіх розгалужень.

#### 6. Логування

Log Node (Логування)

Функція: Записує факт успішної побудови асортиментної матриці.

Налаштування: Формат логування, рівень повідомлень.

Взаємозв'язок: Завершує процес.

#### 7. Завершення та тестування роботи модуля.

Після створення та налаштування флоу, було проведено тестовий запуск. Логування показало коректний розрахунок обчислення ентропії, побудову матриці та призначення відповідних значень ієрархії товарам.

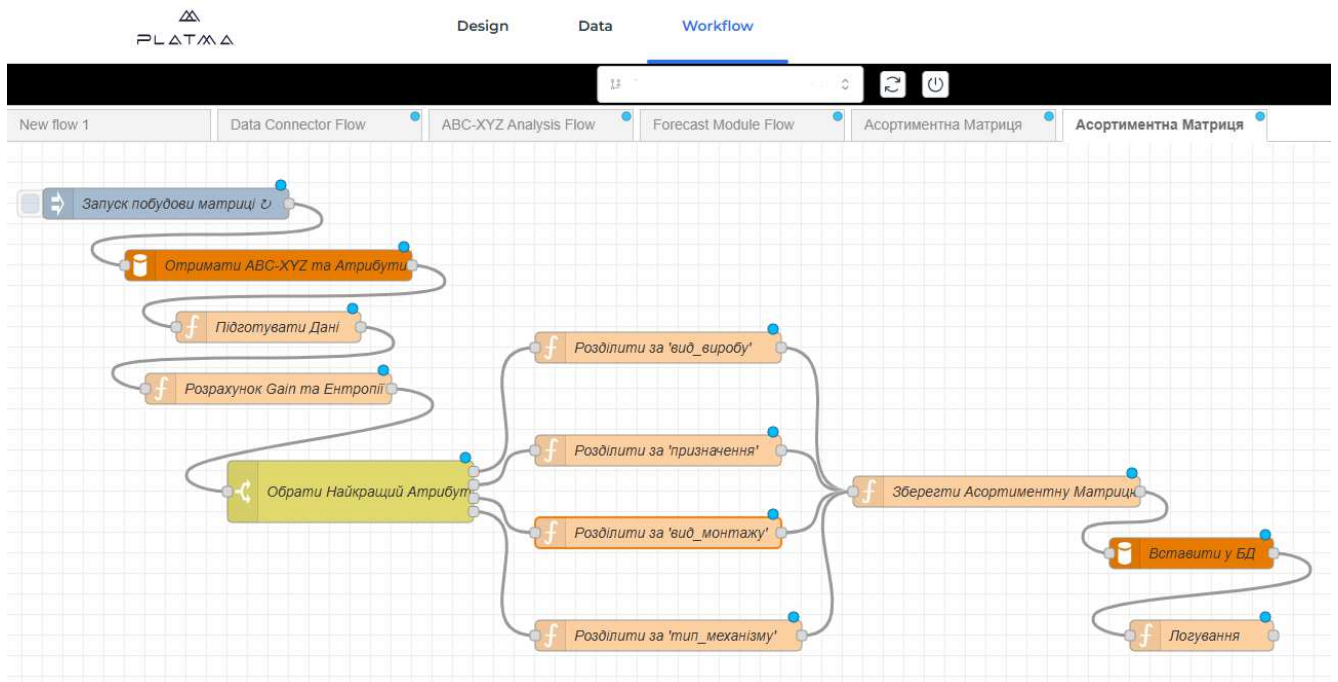


Рис. 3.3 - Аналітичний модуль: Асортиментна матриця

### 3.3. Модуль прогнозування.

На основі історичних продажів, ABC-XYZ/Асортиментної матриці, бажаного рівня забезпеченості модуль прогнозує потребу для кожного товару. А саме - кількість товару, яку необхідно замовити щоб на момент його поставки на склад значення забезпеченості відповідало бажаному.

Процес розробки модуля "Прогнозування":

#### 1. Запуск прогнозу

Trigger Node.

Функція: Запуск щотижня.

Налаштування: crontab для понеділка о 00:00, наприклад.

Взаємозв'язок: Стартує процес прогнозу.

#### 2. Отримання, завантаження налаштування, історії продажів, асортиментної матриці.

Data Source Node.

Функція: Читає останні 3 місяці продажів з sales\_data та асортиментну матрицю з assortment\_matrix.

Налаштування: SQL-запит.

Взаємозв'язок: Передає дані ноді Transformation.

### 3. Підготовка даних до прогнозу

Transformation Node.

Функція: Агрегує продажі за товаром, враховує сезонні коефіцієнти, видаляє викиди.

Налаштування: Скрипт агрегації.

Взаємозв'язок: Передає підготовлений масив у Script Node.

### 4. Розрахунок прогнозування

Script Node.

Функція: Виконує алгоритм прогнозу (середнє ковзне, експоненційне згладжування).

Налаштування: JS-код з обчисленням прогнозу для кожного товару.

Взаємозв'язок: Формує масив product\_id + recommended\_quantity.

### 5. Збереження прогнозування

Update/Insert Node.

Функція: Зберігає результати у purchase\_forecast.

Налаштування: SQL INSERT.

Взаємозв'язок: Запис результатів.

### 6. Логування

Log Node.

Функція: Фіксує успішність прогнозування.

Налаштування: Формат логів.

Взаємозв'язок: Завершує процес.

### 7. Завершення та тестування роботи модуля.

Після створення та налаштування флоу, було проведено тестовий запуск. Логування показало коректний розрахунок прогнозу рекомендованої кількості товару до закупівлі.

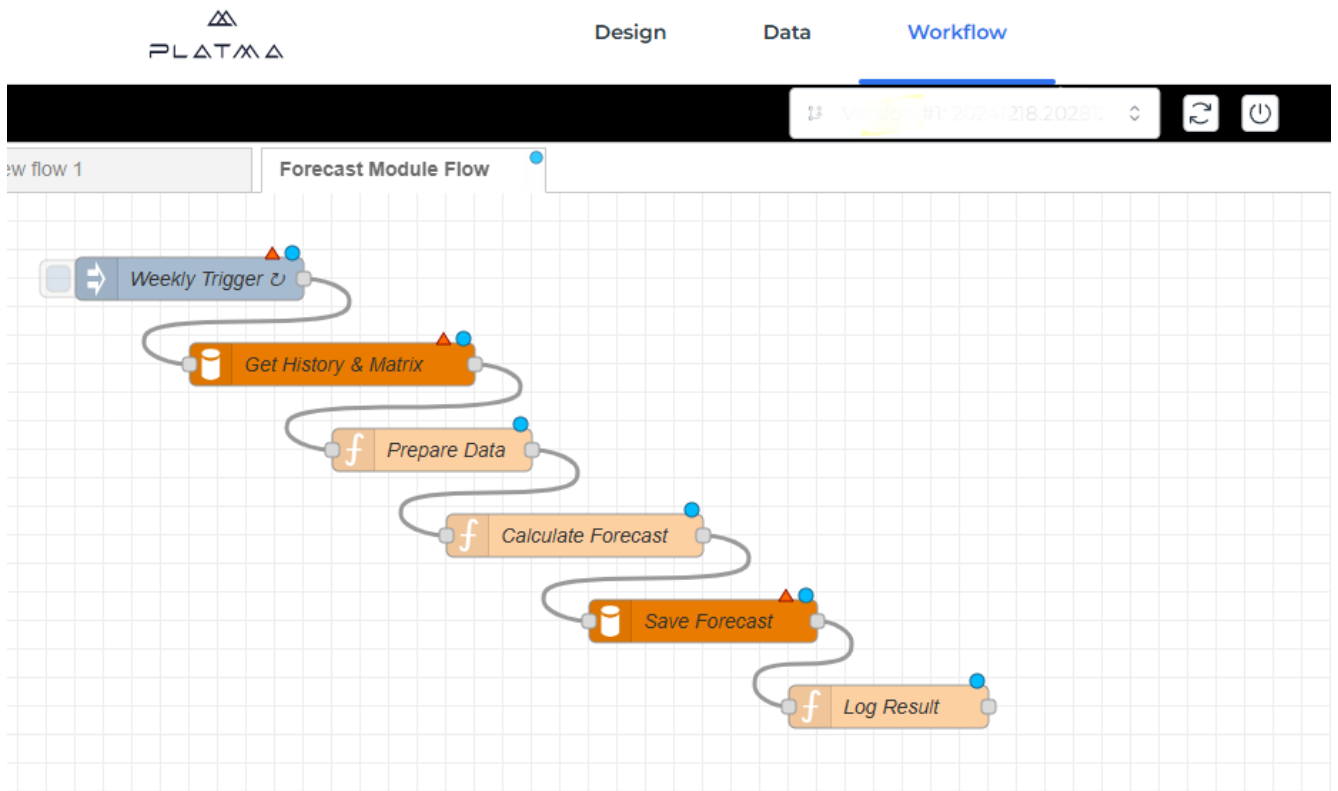


Рис. 3.4 - Модуль прогнозування

### 3.4. Модуль замовлень

На основі прогнозів та наявних залишків формує документ замовлення постачальникам по групі товарів, який підлягає експорту для подальшого використання у бізнес процесах.

Процес розробки модуля "Замовлення":

#### 1. Запуск

Trigger Node.

Функція: Запуск на вимогу або за часом

Налаштування: crontab.

Взаємозв'язок: Починає процес формування замовлень.

#### 2. Отримання прогнозу та товарів

Data Source Node.

Функція: Читає purchase\_forecast та inventory.

Налаштування: SQL SELECT.

Взаємозв'язок: Передає масив із forecast та stock ноді Розрахунок замовлення.

### 3. Розрахунок замовлення.

Function Node.

Функція: Обчислює  $order\_qty = \max(recommended\_quantity - stock, 0)$ . Може враховувати мінімальний розмір партії.

Налаштування: JS-код обчислень.

Взаємозв'язок: Повертає масив `product_id`, `order_qty` ноді Створення замовлення.

### 4. Створення замовлення

Update/Insert Node.

Функція: Спочатку створює запис у `supplier_orders` (шапка), повертає `order_id`.

Налаштування: SQL INSERT, використання `msg.payload` для отримання новоствореного `order_id` (залежно від реалізації).

Взаємозв'язок: Передає `order_id` ноді Заповнення замовлення.

### 5. Заповнення замовлення

Function Node.

Функція: Вставляє позиції замовлення у `order_positions` з використанням `order_id`.

Налаштування: JS-код для формування INSERT.

Взаємозв'язок: Отримує `order_id`, масив `order_qty`, записує позиції.

### 6. Логування

Log Node.

Функція: Логує створені замовлення.

Налаштування: `info`.

Взаємозв'язок: Завершує флоу.

### 7. Завершення та тестування роботи модуля.

Після створення та налаштування флоу, було проведено тестовий запуск. Логування показало успішне створення замовлення, додавання в нього товарів та розрахунок загальної вартості.

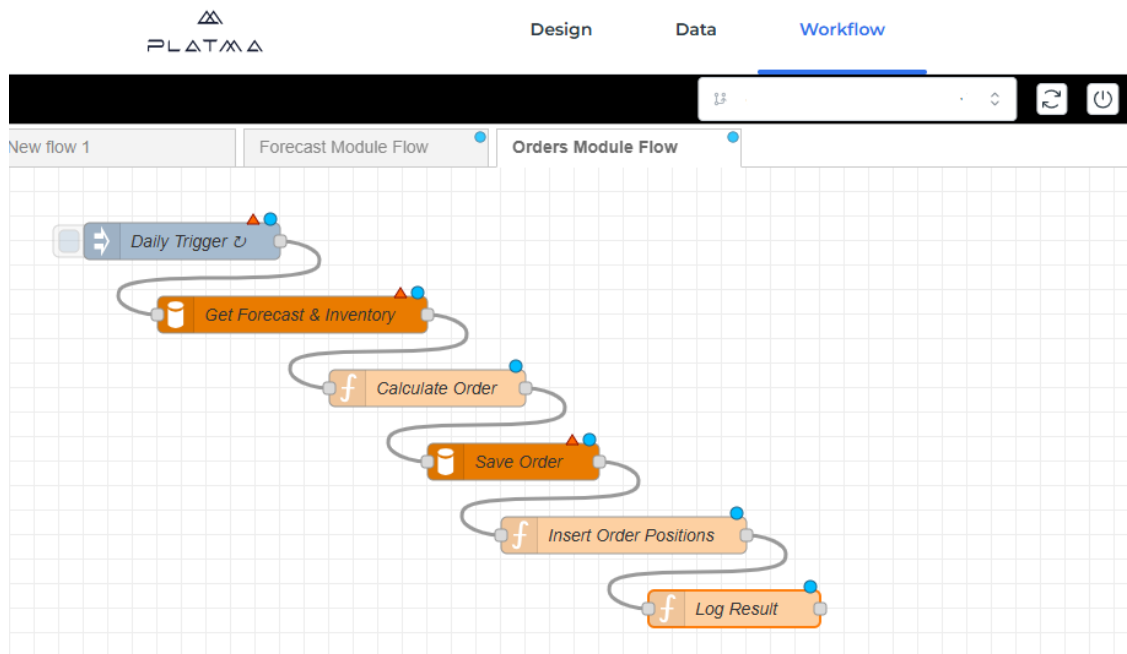


Рис 3.5 - Модуль замовлень

### 3.5. Модуль товарів та продажів

Модуль актуалізує довідник товарів і надає доступ до історії продажів для інших модулів.

Процес розробки модуля "Товари та продажі":

#### 1. Оновлення товарів

Trigger Node.

Функція: Запуск щотижня.

Налаштування: crontab.

Взаємозв'язок: Старт процесу оновлення довідника товарів.

#### 2. Отримання нового переліку товарів

Data Source Node.

Функція: Отримання нового переліку товарів із зовнішнього джерела чи проміжної таблиці.

Налаштування: SQL SELECT або HTTP GET.

Взаємозв'язок: Передає масив товарів ноді Transform Products.

#### 3. Трансформація, нормалізація товарів

Transformation Node

Функція: Нормалізує назви, категорії, ціни. Видаляє дублі.

Налаштування: JS-код, який проходить по масиву, змінює поля.

Взаємозв'язок: Передає готовий масив Update/Insert Node.

#### 4. Збереження товарів

Update/Insert Node.

Функція: Записує товари у таблицю products з оновленням існуючих записів.

Налаштування: SQL INSERT ... ON DUPLICATE KEY UPDATE.

Взаємозв'язок: Отримує нормалізований масив товарів, записує у БД.

#### 5. Логування

Log Node

Функція: Успішне оновлення продуктів.

Налаштування: Рівень info.

Взаємозв'язок: Завершує процес.

#### 6. Завершення та тестування роботи модуля.

Після створення та налаштування флоу, було проведено тестовий запуск. Логування показало успішне оновлення та збереження інформації о товарах та продажах.

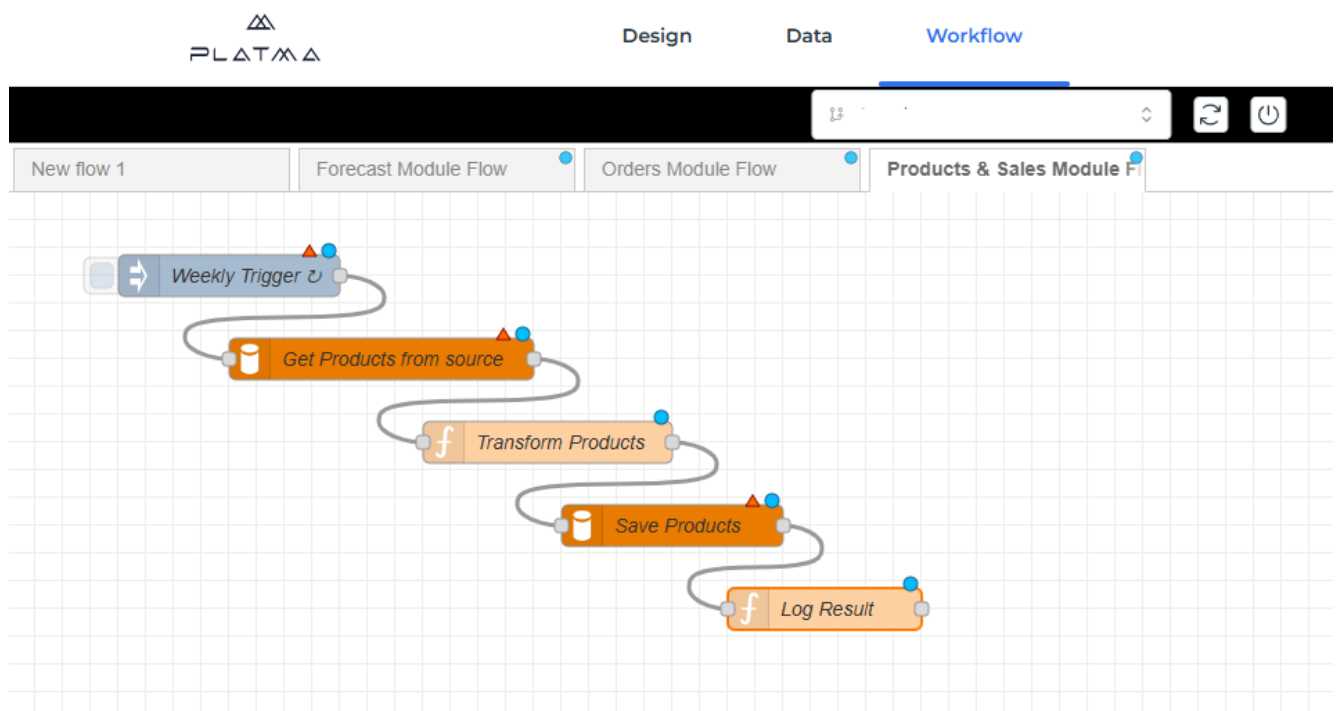


Рис. 3.6 - Модуль товарів та продажів

### Висновок до розділу 3

У цьому розділі роботи описаний процес розробки та тестування інформаційної системи прогнозування асортименту. Розробка системи полягає у налаштуванні нод та об'єднання їх у процеси та побудові візуальних форм (UI) для забезпечення взаємодії користувачів з цими процесами.

Розділ наводить детальний опис налаштувань кожної ноди при побудові модулів системи та їх взаємодію у процесі.

## РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Впровадження інформаційної системи для управління асортиментом та закупівлями дозволяє досягти значного економічного ефекту завдяки підвищенню ефективності використання обігових коштів. Нижче наведено аналіз основних напрямків генерації такого ефекту. Аналізуються ключові метрики двох місяців з різницею у півроку: до впровадження інформаційної системи та через шість місяців після.

4.1. Напрямок 1: зниження відсотку позицій товару, яких не вистачило на період продажів.

Проблема: відсутність товару на складі призводить до недоотриманого прибутку. Впровадження системи дозволяє передбачити потребу і забезпечити своєчасну наявність товару.

До впровадження:

- Середній рівень відсутніх товарів: 10% від загальної кількості товарних позицій.
- Середній місячний прибуток: 1,000,000 грн.
- Потенційний недоотриманий прибуток через відсутність товарів: 100,000 грн (10%).

Після впровадження:

- Середній рівень відсутніх товарів знизився до: 2%.
- Потенційний недоотриманий прибуток зменшився до: 20,000 грн (2%).

Ефект додатковий прибуток: 80,000 грн на місяць.

**Аналіз підвищення відсотка наявності товару**

| Показник                     | До впровадження | Після впровадження | Економічний ефект |
|------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Відсутність товару (%)       | 10%             | 2%                 | -8%               |
| Недоотриманий прибуток (грн) | 100             | 20                 | 80                |

4.2. Напрямок 2: зниження відсотку позицій товару із надмірними запасами

Проблема: надмірні запаси товарів блокують обігові кошти, які могли б бути спрямовані на інші потреби бізнесу.

До впровадження:

- Середній рівень надлишкових запасів: 15%.
- Загальна вартість запасів: 2,000,000 грн.
- Надлишкові запаси: 300,000 грн (15%).

Після впровадження:

- Середній рівень надлишкових запасів знизився до: 5%.
- Надлишкові запаси: 100,000 грн (5%).

Ефект: вивільнені обігові кошти: 200,000 грн.

**Аналіз ефекту зниження надлишкових запасів**

| Показник                 | До впровадження | Після впровадження | Економічний ефект |
|--------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Надлишкові запаси (%)    | 15%             | 5%                 | -10%              |
| Вартість надлишків (грн) | 300             | 100                | 200               |

4.3. Напрямок 3: Зниження відсотку аналогічного товару

Проблема: закупівля однотипних товарів збільшує навантаження на склад та призводить до неефективного використання коштів.

До впровадження:

- Частка аналогічних товарів у закупівлях: 20%.

- Загальна вартість закупівель: 1,500,000 грн.
- Надлишкові витрати через аналогічні товари: 300,000 грн (20%).

Після впровадження:

- Частка аналогічних товарів знизилась до: 7%.
- Надлишкові витрати: 105,000 грн (7%).

Ефект: вивільнені кошти: 195,000 грн.

Таблиця 4.3

#### Аналіз ефекту зниження відсотку аналогічних товарів

| Показник                       | До впровадження | Після впровадження | Економічний ефект |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| Частка аналогічних товарів (%) | 20%             | 7%                 | -13%              |
| Надлишкові витрати (грн)       | 300             | 105                | 195               |

#### 4.4. Витрати на впровадження

- Одноразові витрати на розробку системи – 200,000 грн.
- Щомісячні витрати на інфраструктуру та підтримку – 20,000 грн.

Річний економічний ефект

Для розрахунку річного ефекту враховано, що система генерує додатковий прибуток та вивільняє кошти, як наведено у попередніх розрахунках.

Таблиця 4.4

#### Розрахунок річного економічного ефекту

| Напрямок                     | Економічний ефект (грн/міс) | Економічний ефект (грн/рік) |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Зниження відсутності товару  | 80                          | 960                         |
| Зниження надмірних запасів   | 200                         | 2,400,000                   |
| Зниження аналогічних товарів | 195                         | 2,340,000                   |
| Загальний економічний ефект  | 475                         | 5,700,000                   |

Загальні витрати на рік:

- Одноразові витрати на розробку: 200,000 грн.
- Щомісячні витрати на інфраструктуру та підтримку: 20,000 грн × 12 місяців = 240,000 грн.
- Загальні витрати на рік: 200,000 грн (розробка) + 240,000 грн (підтримка) = 440,000 грн.

4.5. Період окупності.

Період окупності розраховується за формулою:

$T = (\text{Одноразові витрати} + \text{Річні витрати}) / \text{Економічний ефект за рік}$

$T = (240,000 + 200,00) / 5,700,000 = 0.8$  років, що при округленні можна

прийняти як один місяць.

Висновки розділу 4

У цьому розділі досліджені основні напрямки генерації економії та вартість розробки та впровадження системи прогнозування асортименту.

- Загальний річний ефект впровадження системи становить 5,700,000 грн, що значно перевищує витрати на розробку та підтримку.
- Сумарні витрати на розробку та підтримку протягом року становлять 440,000 грн.
- Строк окупності системи складає біля одного місяця при річному розрахунку.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатність людини в процесі праці. Охорона праці виявляє і вивчає можливі причини виробничих нещасливих випадків, професійних захворювань, аварій, вибухів, пожеж і розробляє систему заходів і вимог з метою усунення цих причин, і створення безпечних і сприятливих для людини умов праці.

### 5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

При організації умов праці необхідно враховувати вплив на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть привести до травми або іншого раптового різкого погіршення здоров'я та захворювання або зниження працездатності. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори (ДСТ 12.0.003-74) підрозділяються по природі дії на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні. До небезпечних фізичних факторів відносяться: машини і механізми, що рухаються; різні підйомно-транспортні пристрої і переміщувані вантажі; незахищені рухливі елементи виробничого устаткування (приводні і передавальні механізми, різальні інструменти, пристосування, що обертаються і переміщуються й ін.); відлітаючі частки оброблюваного матеріалу та інструменту, електричний струм, підвищена температура поверхонь устаткування й оброблюваних матеріалів і т.д.

#### Електромагнітне й іонізуюче випромінювання

Більшість учених вважає, що як короткочасний, так і тривалий вплив усіх видів випромінювання від екрана монітора не небезпечний для здоров'я персоналу, що обслуговує комп'ютери. Однак вичерпних даних щодо безпеки впливу випромінювання від моніторів на працюючих з комп'ютерами не існує і дослідження в цьому напрямку продовжуються. Максимальний рівень рентгеновського випромінювання на робочому місці оператора комп'ютера зазвичай не перевищує 10мкбер/год, а інтенсивність ультрафіолетового й

інфрачервоного випромінювань від екрана монітора знаходиться в межах 10...100мВт/м<sup>2</sup>.

## 5.2 Вибір системи штучного освітлення приміщення

Вибір освітленості робочого місця зводиться до вибору системи освітлення, визначення необхідного числа світильників, їхнього типу і розміщення. Зазвичай штучне освітлення виконується за допомогою електричних джерел світла. Будемо використовувати світлодіодні лампи завдяки їх ключовим властивостям:

- по спектральній сполуці світла вони близькі до денного, природного світла;
- володіють більш високим ККД;
- мають підвищену світловіддачу;
- мають тривалий термін служби.

## 5.3 Розробка заходів щодо зменшення впливу шкідливих факторів

Організація і поліпшення умов праці на робочому місці є одним з найважливіших резервів продуктивності праці й економічної ефективності виробництва, а також подальшого розвитку самої працюючої людини. У цьому головний прояв соціального й економічного значення організації і поліпшення умов праці. Нижче приведені найбільш розповсюджені організаційні заходи і технічні засоби захисту людей, які працюють з комп'ютерами, від шкідливих виробничих факторів.

### Колірне оформлення і світлове відображення

Фарбування приміщень і меблів повинні сприяти створенню сприятливих умов для здорового сприйняття, гарного настрою. Джерела світла, такі як світильники і вікна, що дають відображення від поверхні екрана, значно погіршують точність знаків і спричиняють перешкоди фізіологічного характеру, які можуть відображатись в значній напрузі, особливо при тривалій роботі. Відображення, включаючи відображення від вторинних джерел світла, повинне бути зведене до мінімуму. Для захисту від надлишкової яскравості вікон можуть бути застосовані штори й екрани.

## Шум і вібрація

Зниження шуму, створюваного на робочих місцях внутрішніми джерелами, а також шуму проникаючого ззовні, є дуже важливою задачею. Зниження шуму в джерелі надходження можна забезпечити застосуванням пружних прокладок між підставою машини, приладу й опорною поверхнею. В якості прокладки використовуються гума, повсть, пробка, різної конструкції амортизатори. Під настільні шумливі апарати можна підкладати м'які коврики із синтетичних матеріалів, а під ніжки столів, на яких вони встановлені, – прокладки з м'якої гуми, повсті, товщиною 68 мм. Кріплення прокладок можливе шляхом приклейки їх до опорних частин. Можливе також застосування звукоізолюючих кожухів, що не заважають технологічному процесу. Не менш важливим для зниження шуму в процесі експлуатації є питання правильного і своєчасного регулювання, змазування і заміни механічних вузлів шумливого устаткування. Раціональне планування приміщення і розміщення устаткування є важливим чинником, що дозволяє знизити шум при існуючому устаткуванні ЕОМ. Приміщення необхідно розташовувати в далечині від шумливого і вібруючого устаткування....

## Мікроклімат

Нормалізація мікроклімату приміщення може бути досягнута поліпшенням вентиляції приміщення за рахунок витяжних вентиляторів і нормального функціонування вбудованої вентиляції будинку.

## Висновок до розділу 5

Проведене у розділі дослідження підтвердило важливість інтеграції заходів з охорони праці для забезпечення безпеки та збереження здоров'я працівників. Основні аспекти охоплюють аналіз небезпечних і шкідливих факторів, проектування ефективного освітлення, впровадження технічних і організаційних рішень, а також забезпечення комфортного мікроклімату.

Ключові рекомендації включають Забезпечення ефективної вентиляції, зниження шуму та дотримання стандартів мікроклімату.

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У сучасному світі проблема захисту навколишнього середовища стає дедалі актуальнішою. Відсутність належної уваги до цієї теми може призвести до катастрофічних наслідків, які ставлять під загрозу не лише добробут людства, а й саме його існування. Особливу тривогу викликає той факт, що деградація природного середовища може досягти незворотних меж, за якими відновлення стане неможливим.

Охорона навколишнього середовища включає комплекс заходів, спрямованих на забезпечення збереження природних ресурсів і зниження негативного впливу людської діяльності. Це поєднання міжнародних, державних та регіональних правових норм, стандартів і рекомендацій, які встановлюють загальні екологічні вимоги до потенційних забруднювачів. Виконання цих вимог гарантується через впровадження правових, економічних та інженерних заходів.

Важливість інтегрованого підходу.

Ефективна охорона довкілля можлива лише за умови узгодження та гармонізації всіх її складових: правової, економічної та інженерної. Це дозволяє створити єдину систему захисту природного середовища, яка відповідає сучасним викликам. Відсутність такого комплексного підходу в минулому призвела до того, що сьогодні ми часто стикаємося із необхідністю не лише захищати природу від негативного впливу людської діяльності, а й забезпечувати захист людини від наслідків зміненого навколишнього середовища.

Ця подвійна мета охорони довкілля — збереження природи та забезпечення безпеки людини — знаходить своє вираження в концепції "охорона навколишнього (людини) природного середовища". Вона вимагає від суспільства переосмислення підходів до використання ресурсів, технологій та способів виробництва.

Складові охорони довкілля

1. Правова охорона. Забезпечує науково обґрунтовані екологічні принципи у вигляді юридичних законів та норм. Ці закони є обов'язковими для виконання

всіма суб'єктами господарювання і спрямовані на запобігання забрудненню навколишнього середовища.

2. Економічне стимулювання. Орієнтоване на створення матеріальної зацікавленості у підприємств до впровадження природоохоронних заходів. Воно включає податкові пільги, субсидії та інші механізми, що роблять екологічно відповідальну діяльність вигідною.
3. Інженерна охорона. Фокусується на розробці нових технологій і технічних рішень, які мінімізують вплив на довкілля, впроваджують ресурсозбереження та забезпечують ефективне використання енергії.

Виклики та перспективи.

Нині перед людством стоїть складне завдання — зупинити подальшу деградацію довкілля, адаптуватися до вже існуючих змін і запобігти екологічним катастрофам у майбутньому. Це вимагає інтеграції зусиль держав, підприємств і громадян для створення сталого середовища.

Інформаційні системи, які автоматизують управління ресурсами, зокрема система управління асортиментом, відіграють ключову роль у цій сфері. Вони не лише допомагають знижувати витрати та підвищувати ефективність бізнесу, але й мають потенціал значно зменшити екологічний вплив людської діяльності, що робить їх невід'ємною частиною сучасних природоохоронних стратегій.

Лише через комплексний підхід, впровадження інновацій та узгоджену взаємодію між усіма учасниками суспільства можна забезпечити збереження нашої планети для майбутніх поколінь.

Впровадження інформаційної системи для оптимізації асортименту та закупівель має позитивний вплив на екологію за такими напрямками:

- Скорочення енергоспоживання складських приміщень.
- Зменшення викидів CO<sub>2</sub> завдяки оптимізації транспортної логістики.
- Зниження кількості товарних відходів та навантаження на утилізацію.
- Рациональне використання сировини та ресурсів у виробництві.

- Скорочення обсягів паперового документообігу.
- Формування культури відповідального споживання серед клієнтів.

Ці фактори доводять, що сучасні інформаційні системи можуть сприяти не лише економічній ефективності, а й екологічній стійкості, що є важливим для сталого розвитку бізнесу. Далі наведений розрахунок економічного ефекту від найбільш значущих факторів.

Опис екологічного ефекту від впровадження інформаційної системи

#### 6.1. Зниження надмірних запасів товарів

Проблема: надмірні запаси товарів є поширеною проблемою для торговельних підприємств. Вони не лише блокують значний обсяг обігових коштів, але й створюють додаткове навантаження на складську інфраструктуру. Складські приміщення потребують освітлення, опалення, кондиціонування та інших енергетичних витрат, які прямо залежать від обсягу збережених товарів. Надмірні запаси також ускладнюють логістику, оскільки зайві товари займають місце, яке могло б бути використано для більш актуальних позицій.

Як працює система.

Інформаційна система дозволяє використовувати ABC-XYZ аналіз для ідентифікації надлишкових товарів, які мають низький попит або не є пріоритетними для бізнесу. Асортиментна матриця дозволяє визначити групи саме потрібних бізнесу товарів, а прогнозування попиту - визначити не оптимальну кількість товару, яка повинна зберігатися на складі, зменшуючи ймовірність надмірних залишків.

Екологічний ефект.

Скорочення надлишкових запасів має такі екологічні наслідки:

- Зниження споживання енергії на складські потреби.
- Скорочення викидів CO<sub>2</sub> через зменшення енергетичного навантаження.
- Зменшення витрат пального на транспортування надлишкових товарів між складами.

Розрахунок екологічного ефекту.

До впровадження системи:

- Загальна площа складу: 1000 м<sup>2</sup>.
- Обсяг надлишкових товарів: 15% від площі (150 м<sup>2</sup>).
- Середнє споживання енергії на освітлення: 10 кВт·год/м<sup>2</sup> на місяць.
- Середнє споживання енергії на опалення: 40 кВт·год/м<sup>2</sup> на місяць (використовується 4 місяці на рік).

Розрахунок енергоспоживання на рік:

- Освітлення:  $1000 \text{ м}^2 \times 10 \text{ кВт год/м}^2 \times 12 \text{ місяців} = 120,000 \text{ кВт}$ .
- Опалення:  $1000 \text{ м}^2 \times 40 \text{ кВт год/м}^2 \times 4 \text{ місяців} = 160,000 \text{ кВт}$ .
- Загалом:  $120,000 \text{ кВт} + 160,000 \text{ кВт} = 280,000 \text{ кВт/рік}$ .

Після впровадження системи:

- Обсяг надлишкових товарів зменшився до 5% від площі (50 м<sup>2</sup>).
- Використовувана площа: 900 м<sup>2</sup>.

Енергоспоживання на рік:

- Освітлення:  $900 \text{ м}^2 \times 10 \text{ кВт год/м}^2 \times 12 \text{ місяців} = 108,000 \text{ кВт}$ .
- Опалення:  $900 \text{ м}^2 \times 40 \text{ кВт год/м}^2 \times 4 \text{ місяці} = 144,000 \text{ кВт}$ .
- Загалом:  $108,000 \text{ кВт} + 144,000 \text{ кВт} = 252,000 \text{ кВт/рік}$ .

Екологічний ефект

- Скорочення енергоспоживання:

$$280,000 \text{ кВт/рік} - 252,000 \text{ кВт/рік} = 28,000 \text{ кВт/рік}$$

- Зменшення викидів CO<sub>2</sub>:

$$28,000 \text{ кВт/рік} \times 0.6 \text{ кг CO}_2/\text{кВт} = 16,800 \text{ кг/рік}$$

Ефект: скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 16,800 кг/рік (16.8 тонн/рік)

## 6.2. Оптимізація транспортної логістики

Проблема.

Неоптимізована транспортна логістика, пов'язана з частими поставками, зайвими рейсами та нераціональним плануванням маршрутів, призводить до

збільшення викидів шкідливих речовин у повітря. Такі викиди є одними з основних джерел забруднення довкілля, особливо у містах.

Як працює система.

Система прогнозування дозволяє більш точно визначати потребу в товарах, що дає можливість зменшити кількість рейсів для поповнення складу. Раціональне управління замовленнями також сприяє ефективнішому використанню транспорту, оскільки зменшується ймовірність перевезення напівпорожніх вантажів.

Екологічний ефект

- Зменшення кількості рейсів транспорту.
- Скорочення витрат пального.
- Зниження викидів CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> та інших шкідливих речовин.

Розрахунок екологічного ефекту

До впровадження системи:

У середньому 40 рейсів на місяць, кожен витрачає 100 літрів дизельного пального.

Річне споживання пального: 40 рейсів × 12 місяців × 100 л = 48,000 літрів.

Викиди CO<sub>2</sub>: 48,000 л × 2,68 кг CO<sub>2</sub>/л = 128,640 кг (128,64 тонн).

Після впровадження системи:

- Кількість рейсів скорочено до 25 на місяць.
- Річне споживання пального: 25 рейсів × 12 місяців × 100 л = 30,000 літрів.
- Викиди CO<sub>2</sub>: 30,000 л × 2,68 кг CO<sub>2</sub>/л = 80,400 кг (80,4 тонн).
- Ефект: скорочення викидів CO<sub>2</sub> на 48,240 кг/рік (48,24 тонн).

### 6.3. Зниження кількості аналогічного товару

Проблема

Закупівля надлишкових однотипних товарів сприяє перевиробництву та збільшенню навантаження на виробничі потужності. Це, своєю чергою, викликає надмірне використання сировини, енергії та інших ресурсів.

Як працює система

Система генерує асортиментну матрицю що чітко визначає однотипні товари та сприяє зменшенню кількості таких позицій у асортименті. Це дозволяє уникнути перевиробництва та скоротити закупівлю товарів, які дублюють функції.

- Екологічний ефект
- Зменшення виробничих витрат на однотипні товари.
- Скорочення використання природних ресурсів (сировини).
- Зниження енергоспоживання у виробничому циклі.

Розрахунок екологічного ефекту.

До впровадження системи:

- Частка однотипних товарів – 20% від загального обсягу закупівель (1,500,000 грн).
- Річні витрати:  $1,500,000 \text{ грн} \times 20\% = 300,000 \text{ грн}$ .

Після впровадження системи:

- Частка однотипних товарів зменшена до 7%.
- Річні витрати:  $1,500,000 \text{ грн} \times 7\% = 105,000 \text{ грн}$ .

Ефект: економія 195,000 грн/рік, що відповідає зменшенню виробничого навантаження.

Висновок до розділу 6

У шостому розділі наведена важливість приділяти увагу збереженню довкілля та контролювати, зменшувати шкідливий вплив на неї.

Розрахунок екологічного ефекту довів, що впровадження інформаційної системи не лише дозволяє підвищити економічну ефективність бізнесу, а й сприяє сталому розвитку, мінімізуючи негативний вплив на довкілля. Зменшення енергоспоживання, викидів CO<sub>2</sub>, транспортних витрат і товарних відходів — це кроки до екологічної відповідальності, які стають важливим елементом сучасної бізнес-стратегії.

Це доводить, що цифрові інновації можуть гармонійно поєднувати економічні та екологічні цілі, забезпечуючи сталий розвиток у довгостроковій перспективі.

### Загальний екологічний ефект

1. Зменшення викидів CO<sub>2</sub>: 65 тонн/рік
2. Економія 195,000 грн на виробництво та закупівлю однотипних товарів.

Ці показники демонструють значний позитивний вплив на екологію завдяки впровадженню системи.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі була розроблена інформаційна система прогнозування структури асортимента для мінімізації витрат.

Таким чином, мета, поставлена перед даною кваліфікаційною роботою, досягнута в повному обсязі. Для досягнення мети були вирішені наступні задачі.

В першому розділі роботи був проведений огляд задачі прогнозування асортименту і попиту та огляд методів аналізу асортименту та попиту. На підставі цього аналізу був визначений алгоритм застосування методів аналізу для досягнення мети. Для реалізації цього алгоритму була побудована концепція розробки, що у якості фреймворку розробки використовує Low Code платформу Platma.

У другому розділі роботи проведено проектування інформаційної системи. Визначені користувач системи та основні сценарії використання. Формалізовані функціональні та нефункціональні вимоги до системи. Розроблені динамічні та статистичні схеми інформаційної системи.

В третьому розділі роботи була проведена розробка інформаційної системи. Запропонований підхід полягає у побудові процесів за допомогою налаштування, об'єднання нод у процеси та синхронізація цих процесів з візуальними формами інтерфейсу (UI). Використання Low Code платформи Platma дозволило швидко розробити систему без додаткових витрат на зайві сервіси та ресурси.

В четвертому розділі наведений розрахунок економічного ефекту від впровадження системи на прикладі реальної комерційної організації. Були досліджені три основних напрямки досягнення ефекту. Проведений розрахунок окупності довів, що впровадження та обслуговування системи прогнозування асортименту має окупність біля одного місяця при річному розрахунку.

П'ятий розділ наводить аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на безпеку праці під час використання системи. Та наводить розробку

заходів щодо зменшення впливу цих шкідливих факторів і забезпечення вимоги охорони праці.

Шостий розділ наводить розрахунки екологічного ефекту, досягнутого за допомогою впровадження інформаційної системи прогнозування асортименту у реальну організацію. Екологічний ефект досягається по трьом основним напрямам і дозволяє суттєво скоротити викиди CO<sub>2</sub> та зайві виробничі витрати.

## ДОДАТОК А. ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

### 1. Призначення та цілі створення системи

#### 1.1. Призначення системи.

Система призначена для автоматизації процесів закупівель та управління асортиментом у торговельній організації ТОВ "Альфа-Юна", що спеціалізується на продажі дверної фурнітури через розгалужену мережу магазинів. Система дозволить прогнозувати потреби у товарах, визначати оптимальну структуру асортименту, знижувати витрати на утримання матеріальних запасів, а також надавати аналітичну інформацію для прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

#### 1.2. Цілі створення системи

- Автоматизація процесів закупівель та управління запасами.
- Оптимізація асортименту з урахуванням АВС-XYZ аналізу та побудови асортиментної матриці.
- Прогнозування потреби в товарах для мінімізації витрат на зберігання надлишкових запасів.
- Підвищення точності та оперативності прийняття рішень щодо асортименту, запасів та поставок.
- Створення інформаційної бази для аналізу тенденцій продажів та планування закупівель.

### 2. Характеристика об'єкта автоматизації

ТОВ "Альфа-Юна" – торговельна організація з мережею магазинів, що реалізує дверну фурнітуру (ручки, замки, циліндри, петлі та ін.). Об'єкт автоматизації – процеси керування закупівлями, запасами та асортиментом товарів.

#### 2.1. Робота зі звітами.

Система повинна формувати звіти за різними періодами та параметрами (попит, продажі, АВС-XYZ, асортиментна матриця). Звіти використовуватимуться керівництвом та менеджерами з закупівель для оперативного аналізу і прийняття рішень.

### 3. Вимоги до системи

#### 3.1. Вимоги до системи загалом

##### 3.1.1. Вимоги щодо структури системи.

Система має складатися з модулів:

- Конектор джерела даних (імпорт даних про продажі та товари)
- Модуль аналітики (ABC-XYZ аналіз, асортиментна матриця)
- Модуль прогнозування
- Модуль замовлень
- Модуль товарів та продажів (довідники, історія продажів)

##### 3.1.2. Вимоги до функціонування системи.

Система повинна:

- Працювати у реальному часі з періодичним оновленням даних (щоденно, щомісячно).
- Автоматично виконувати аналіз і прогнозування за розкладом.
- Забезпечувати швидкий доступ до результатів аналізу.

3.1.3. Вимоги до способів та засобів зв'язку для інформаційного обміну між компонентами системи.

Обмін даними між модулями – через внутрішню базу даних та API, використання безпечних протоколів (HTTPS). Компоненти повинні інтегруватися через єдиний інформаційний простір.

##### 3.1.4. Вимоги до сумісності із суміжними системами.

Система має бути сумісною з існуючою ERP або обліковою системою підприємства, CRM та іншими системами за допомогою стандартних конекторів та інтерфейсів (REST API, JDBC).

##### 3.1.5. Перспективи розвитку системи.

Передбачено розширення кількості аналізованих атрибутів, упровадження методів машинного навчання, інтеграцію з новими постачальниками.

3.1.6. Вимоги до чисельності та кваліфікації персоналу та режиму його роботи.

1-2 фахівці з управління запасами, менеджери з закупівель та аналітики. Персонал повинен володіти навичками роботи з ПК, базовими знаннями користування системами управління запасами.

#### 3.1.7. Показники призначення.

- Зниження витрат на зберігання запасів на 10-15% за перший рік.
- Підвищення точності прогнозу потреби у товарах не менше ніж до 85%.

#### 3.1.8. Вимоги щодо надійності.

Система повинна бути доступною 99% часу, мати механізми резервного копіювання та відновлення.

#### 3.1.9. Вимоги щодо ергономіки та технічної естетики.

Інтерфейс системи має бути інтуїтивно зрозумілим, зручним для користувачів.

#### 3.1.10. Вимоги щодо безпеки.

Захист даних від несанкціонованого доступу, використання SSL/TLS для передачі даних, контроль ролей та доступу.

3.1.11. Вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту та зберігання.

Можливість оперативного оновлення системи без тривалих простоїв, регулярне технічне обслуговування ІТ-відділом.

#### 3.1.12. Вимоги щодо збереження інформації.

Регулярні резервні копії, архівація історичних даних, можливість відновлення в разі збоїв.

### 3.2. Вимоги до видів забезпечення

#### 3.2.1. Загальні відомості.

Система включає програмне, технічне, організаційне, лінгвістичне забезпечення.

#### 3.2.2. Вимоги до лінгвістичного забезпечення.

Інтерфейс – українською мовою, звіти – українською або англійською за вибором.

### 3.2.3. Вимоги до технічного забезпечення.

Сервер з достатніми ресурсами (4+ ядер CPU, 16+ ГБ RAM, SSD), мережа Gigabit Ethernet, ПК користувачів з сучасним браузером.

### 3.2.4. Вимоги до програмного забезпечення.

Серверна ОС Linux або Windows Server, СУБД (MySQL/PostgreSQL), використання Platin та її вбудованих інструментів.

### 3.2.5. Вимоги до організаційного забезпечення.

Наявність регламентів з користування системою, інструкцій для персоналу, графіків оновлень.

## 4. Склад та зміст робіт зі створення системи.

- Аналіз вимог, розробка ТЗ (поточний документ).
- Розгортання інфраструктури (сервер, БД).
- Розробка модулів: Конектор даних, Аналітики (ABC-XYZ, матриця), Прогнозування, Замовлень, Товарів і Продажів.
- Тестування компонентів, інтеграційне тестування.
- Введення в експлуатацію.

## 5. Порядок контролю та приймання системи.

### 5.1. План-графік робіт.

- Аналіз і ТЗ: 1 місяць
- Розробка: 3 місяці
- Тестування: 1 місяць
- Впровадження: 2 тижні

По завершенні тестування проводиться приймання комісією з представників замовника та виконавця.

## 6. Вимоги до документування.

### 6.1. Загальні вимоги до документування.

Необхідно створити набір технічної, експлуатаційної документації.

#### 6.1.1. Таблиця: Вид робіт - Склад робіт.

- Аналіз вимог: створення ТЗ
- Розробка: модулі системи, інструкції
- Тестування: звіти про тести, виявлені помилки, їх виправлення
- Впровадження: акти прийому-передачі

#### 6.2. Перелік документів, що підлягають розробці

- Технічне завдання (цей документ)
- Керівництво користувача
- Керівництво адміністратора
- Програмна документація (опис БД, API)

#### 7. Вимоги до складу та змісту робіт з підготовки об'єкта автоматизації до введення системи в дію

- Інсталяція програмного забезпечення на сервер.
- Налаштування підключень до зовнішніх джерел даних.
- Навчання персоналу.
- Тестове наповнення довідників.

#### 8. Порядок внесення змін.

Зміни в систему вносяться за узгодженням із замовником, оформлюються додатковими угодами. Випуск нових версій супроводжується оновленням документації та повідомленням користувачів.

## ДОДАТОК Б. ІНСТРУКЦІЯ КОРИСТУВАЧА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ПРОГНОЗУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ»

Ролями користувачів інформаційної системи прогнозування асортименту є Адміністратор системи та Менеджер. Далі наведені інструкції цих користувачів.

Інструкція для Адміністратора.

Адміністратор відповідає за підтримку системи, налаштування параметрів підключень до зовнішніх джерел даних, встановлення розкладу виконання завдань (аналіз, прогнозування), а також за управління доступом користувачів.

### 1. Початкове налаштування системи:

- Зайдіть у конфігураційний інтерфейс Platma (доступний за корпоративною URL-адресою).
- У розділі "Налаштування системи" введіть параметри підключення до бази даних (хост, порт, логін, пароль), API або файлового сховища.

*Приклад:*

- Джерело даних (ERP): Введіть URL API, токен доступу, інтервал оновлення.
- Внутрішня база даних: Параметри з'єднання (user, password, db), збережіть їх.
- Переконайтеся, що з'єднання успішне (натисніть "Перевірити підключення").

### 2. Налаштування розкладу завдань:

- Перейдіть до розділу "Розклад виконання":
  - Встановіть час щомісячного запуску ABC-XYZ аналізу (наприклад, 1-го числа місяця о 00:00).
  - Визначте час щотижневого запуску прогнозування (наприклад, кожен понеділок о 00:00).

- За необхідності налаштуйте одноразові або позапланові запуски (наприклад, для формування асортиментної матриці двічі на рік).

### 3. Керування користувачами та правами доступу:

- У розділі "Користувачі" додайте облікові записи Менеджерів.
- Встановіть ролі та права доступу: Менеджер повинен мати доступ до перегляду звітів, формування замовлень, аналітики, але не до конфігураційних параметрів.
- Переконайтеся, що кожен користувач має унікальний логін та безпечний пароль.

### 4. Контроль стану системи:

- Періодично перевіряйте лог-секцію, де фіксуються результати імпорту, аналітики та прогнозування.
- Якщо з'являються помилки (недоступне джерело даних, проблеми з оновленнями), дійте за інструкціями помилок (налагодження з'єднань, перевірка актуальності токенів).

### 5. Оновлення та зміни параметрів:

- Якщо треба змінити інтервал оновлення даних, оновити пароль доступу до зовнішнього API чи підключення до БД – зробіть це в налаштуваннях модуля "Конектор даних".
- Для коригування параметрів прогнозування або аналітики (наприклад, зміна періоду аналізу) використовуйте відповідні конфігураційні поля.

## Інструкція для Менеджера.

Менеджер використовує результати аналітики, прогнозів, асортиментної матриці для прийняття управлінських рішень, формування замовлень постачальникам та оптимізації товарних запасів.

### 1. Вхід у систему:

- Зайдіть у веб-інтерфейс системи Platma за корпоративною URL-адресою.
  - Увійдіть під своїм логіном та паролем, наданим Адміністратором.
2. Перегляд аналітики (ABC-XYZ, асортиментна матриця):
- Перейдіть до розділу "Аналітика".
  - Оберіть звіт "ABC-XYZ" – ви побачите список товарів з їх категоріями A/B/C та X/Y/Z.
  - Перегляньте асортиментну матрицю: товари згруповані за логікою дерева рішень, з урахуванням виду виробу, призначення, типу монтажу.
  - Використовуйте фільтри за періодом (місяць, квартал) або за категоріями, щоб точніше аналізувати результати.
3. Робота з прогнозами:
- Відкрийте розділ "Прогнозування".
  - Ознайомтеся з рекомендованими обсягами закупівлі: список товарів з числом рекомендованих одиниць.
  - Якщо потрібен детальніший аналіз, перегляньте історичні дані продажів у розділі "Товари та продажі".
4. Формування замовлень:
- Перейдіть до розділу "Замовлення".
  - Ознайомтеся з автоматично сформованими замовленнями (якщо налаштовано щоденний сценарій).
  - За потреби внесіть коригування:
    - Відфільтруйте товари за категоріями (наприклад, товари групи AX – тримати завжди в запасі).
    - Змініть кількість у позиції замовлення, якщо результат прогнозу треба відкоригувати з урахуванням інформації про акції, сезонні піки.

- Затвердьте замовлення та сформууйте файл для постачальника (якщо це передбачено інтерфейсом).

#### 5. Робота зі звітами:

- У розділі "Звіти" можна генерувати періодичні аналітичні звіти:
  - Звіт про обсяги продажів за період
  - Звіт про ефективність прогнозів (порівняння прогнозів з фактом)
  - Звіт про стан запасів та відхилення від цільових значень
- Зберігайте звіти у форматі PDF або XLSX.

#### 6. Взаємодія з іншими модулями:

- Менеджер не змінює налаштування підключень (це робота Адміністратора), але може надсилати запит Адміністратору, якщо помічає некоректні дані або частоту оновлення.
- Використовуйте результати аналітики (ABC-XYZ) та матриці, щоб визначати пріоритети закупівель та виключати малорентабельні товари із "хвоста" асортименту.

#### 7. Безпека та управління доступом:

- Вчасно змінюйте свій пароль, дотримуйтеся внутрішніх політик безпеки.
- Не передавайте логін і пароль іншим особам.

# ДОДАТОК В. ЕКРАННІ ФОРМИ РОЗРОБКИ

## 1. Конектор джерел даних

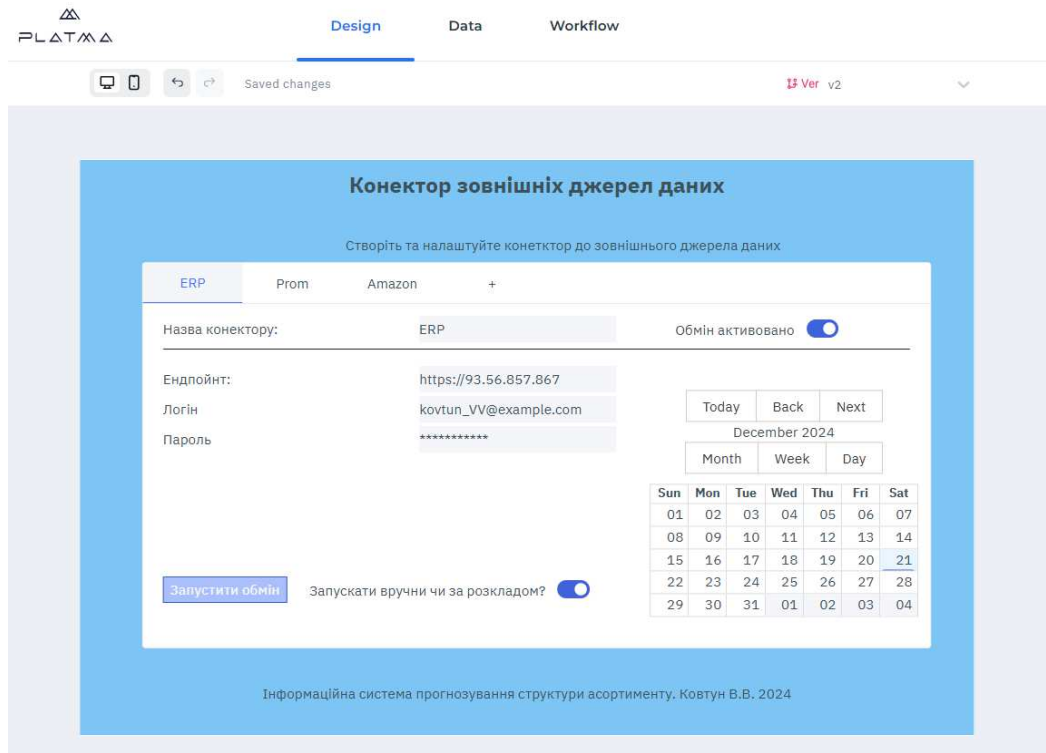


Рис. В.1 - Інтерфейс конектору джерел даних

## 2.1 Модуль аналітики: ABC-XYZ

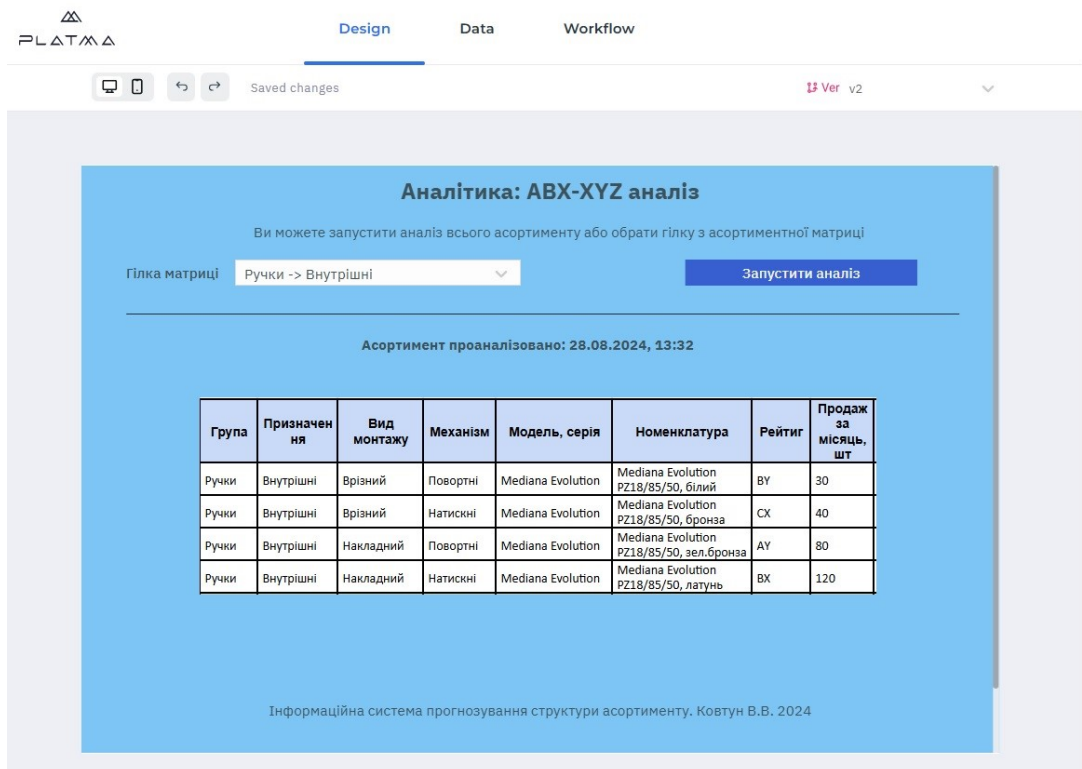


Рис. В.2 - Інтерфейс ABC-XYZ аналізу

## 2.2 Модуль аналітики: Асортимента матриця

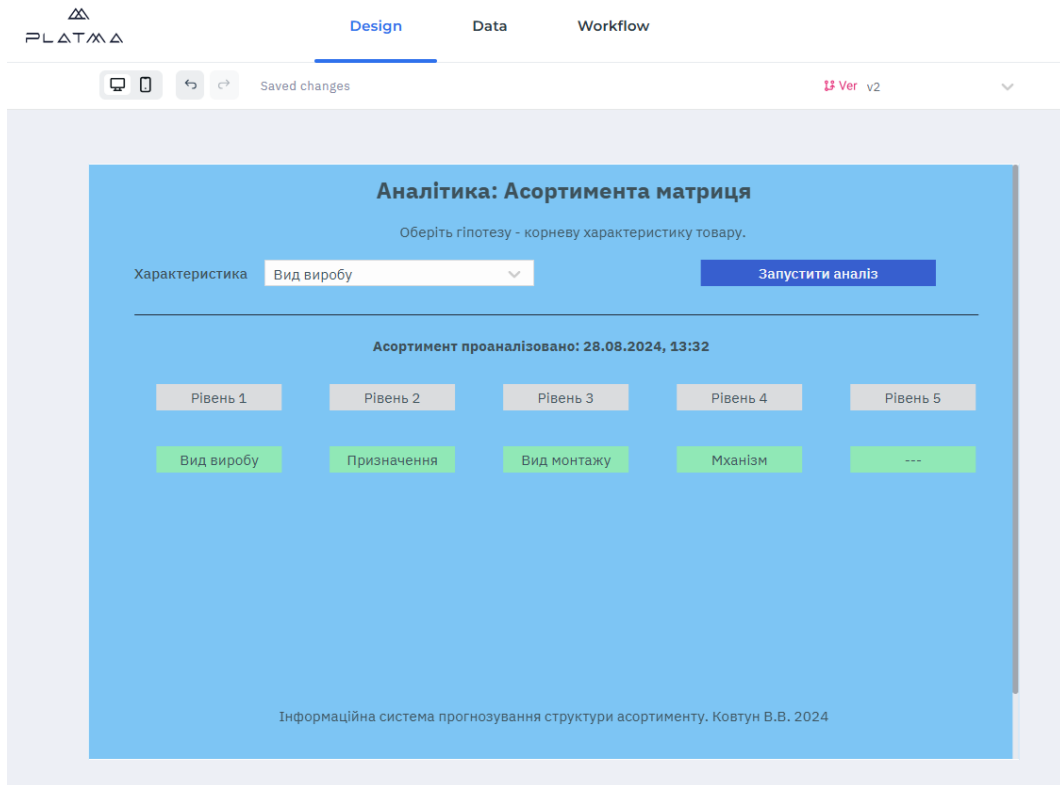


Рис. В.3 - Інтерфейс Асортиментна матриця

## 3. Модуль прогнозу

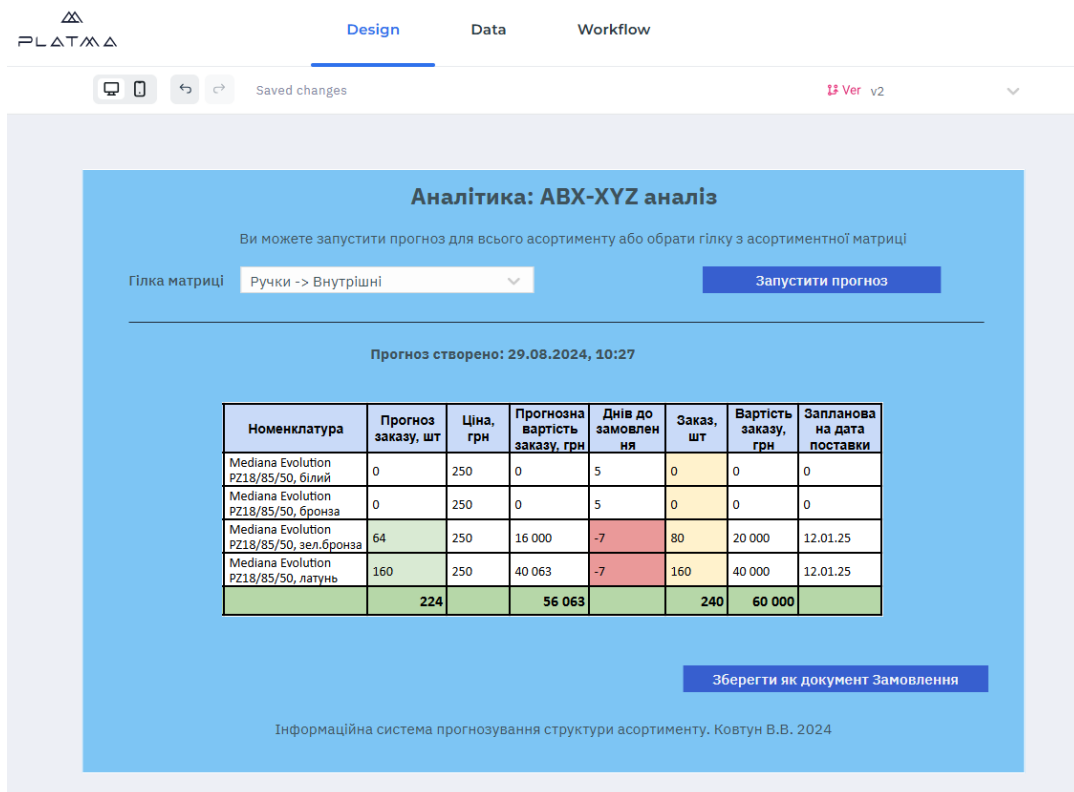


Рис. В.4 - Інтерфейс прогнозу заміну

## ДОДАТОК Г. ЛІСТИНГ КОДУ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Інформаційна система прогнозування асортименту розробляється на Low Code платформі Platma, де кожен крок забезпечується нодами, які поєднуються у процесі, що формують модулі системи. Далі наведений код модулів системи.

Модуль Конектор джерела даних

```
□[
{
  "id": "e5f13b7f6e0facc1",
  "type": "tab",
  "label": "Data Connector Flow",
  "disabled": false,
  "info": ""
},
{
  "id": "14866a5f038c2940",
  "type": "inject",
  "z": "e5f13b7f6e0facc1",
  "name": "Trigger by schedule",
  "props": [
    {
      "p": "payload"
    }
  ],
  "repeat": "",
  "crontab": "0 2 * * *",
  "once": false,
  "onceDelay": 0.1,
  "topic": "",
  "payloadType": "date",
  "x": 180,
  "y": 60,
  "wires": [
    [
      "f12f14f7e65df4ee"
    ]
  ]
},
{
  "id": "f12f14f7e65df4ee",
```

```

"type": "mysql",
"z": "e5f13b7f6e0facc1",
"mydb": "a5f0c06f.bb299",
"name": "Get external data",
"x": 210,
"y": 120,
"wires": [
  [
    "c4947b521f23c521"
  ]
],
"query": "SELECT * FROM external_source_table",
"output": "object"
},
{
  "id": "c4947b521f23c521",
  "type": "function",
  "z": "e5f13b7f6e0facc1",
  "name": "Transform Data",
  "func": "// Example:\n// msg.payload is array of records\n// Normalize fields, remove\nnulls, etc.\nlet data = msg.payload;\n// Filter out records with missing important\nfields\ndata = data.filter(d=>d.product_id && d.sale_date);\n// Example of converting\ndate format or adjusting numeric fields\ndata.forEach(r=>{\n  r.sale_date = new\nDate(r.sale_date);\n  r.quantity = parseInt(r.quantity||'0');\n});\nmsg.payload =\ndata;\nreturn msg;",
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "x": 200,
  "y": 180,
  "wires": [
    [
      "2ae4e345043362d1"
    ]
  ]
},
{
  "id": "2ae4e345043362d1",
  "type": "switch",
  "z": "e5f13b7f6e0facc1",

```

```

"name": "Check data count",
"property": "payload",
"propertyType": "msg",
"rules": [
  {
    "t": "jsonata",
    "v": "$count(payload) > 0",
    "vt": "jsonata"
  }
],
"checkall": "true",
"repair": false,
"outputs": 2,
"x": 210,
"y": 240,
"wires": [
  [
    "27e0b7b4c10fce40"
  ],
  [
    "ec672e58e740b70c"
  ]
]
},
{
  "id": "27e0b7b4c10fce40",
  "type": "mysql",
  "z": "e5f13b7f6e0facc1",
  "mydb": "a5f0c06f.bb299",
  "name": "Insert into internal DB",
  "x": 230,
  "y": 300,
  "wires": [
    [
      "a1e09ad92b1fd5a2"
    ]
  ],
  "query": "INSERT INTO sales_data (product_id, sale_date, quantity) VALUES ?",
  "output": "none"
},
{

```

```

    "id": "ec672e58e740b70c",
    "type": "function",
    "z": "e5f13b7f6e0facc1",
    "name": "No Data to Insert - Log",
    "func": "node.warn('No data received from external source');\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr":0,
    "x": 220,
    "y": 360,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "a1e09ad92b1fd5a2",
    "type": "function",
    "z": "e5f13b7f6e0facc1",
    "name": "Log Success",
    "func": "node.status({fill:'green',shape:'dot',text:'Data imported
successfully'});\nmsg.payload = {status:'OK', imported:
msg.payload.length};\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr":0,
    "x": 210,
    "y": 420,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "a5f0c06f.bb299",
    "type": "MySQLdatabase",
    "name": "MySQL Connection",
    "host": "localhost",
    "port": "3306",
    "db": "mydb",
    "tz": "",
    "charset": "UTF8"
  }
]

```



Модуль аналітики: ABC-XYZ аналіз

□[  
{

```

    "id": "abcxyz-tab",
    "type": "tab",
    "label": "ABC-XYZ Analysis Flow",
    "disabled": false,
    "info": ""
  },
  {
    "id": "abcxyz-inject",
    "type": "inject",
    "z": "abcxyz-tab",
    "name": "Monthly Trigger",
    "props": [{"p": "payload"}],
    "crontab": "0 0 1 * *",
    "payloadType": "date",
    "x": 180,
    "y": 60,
    "wires": [["abcxyz-getdata"]]
  },
  {
    "id": "abcxyz-getdata",
    "type": "mysql",
    "z": "abcxyz-tab",
    "name": "Get Sales & Products",
    "mydb": "internal-db-config",
    "query": "SELECT p.product_id, p.category, s.sale_amount, s.sale_date FROM
sales_data s JOIN products p ON s.product_id=p.product_id WHERE sale_date >=
DATE_SUB(CURDATE(),INTERVAL 1 MONTH)",
    "output": "object",
    "x": 200,
    "y": 120,
    "wires": [["abcxyz-abc"]]
  },
  {
    "id": "abcxyz-abc",
    "type": "function",
    "z": "abcxyz-tab",
    "name": "Calculate ABC",
    "func": "// Calculate total profit per product, sort and assign A/B/C",
    "outputs": 1,
    "x": 210,
    "y": 180,

```

```

    "wires":[["abcxyz-xyz"]]
  },
  {
    "id": "abcxyz-xyz",
    "type": "function",
    "z": "abcxyz-tab",
    "name": "Calculate XYZ",
    "func":"// Compute variation coefficient and assign X/Y/Z",
    "outputs":1,
    "x":220,
    "y":240,
    "wires":[["abcxyz-save"]]
  },
  {
    "id": "abcxyz-save",
    "type": "mysql",
    "z": "abcxyz-tab",
    "name":"Save ABC-XYZ",
    "mydb":"internal-db-config",
    "query":"INSERT INTO product_abcxyz_result (product_id, abc_class, xyz_class,
computed_at) VALUES ?",
    "output":"none",
    "x":230,
    "y":300,
    "wires":[["abcxyz-log"]]
  },
  {
    "id": "abcxyz-log",
    "type": "function",
    "z": "abcxyz-tab",
    "name": "Log Result",
    "func":"node.status({fill:\"green\",shape:\"dot\",text:\"ABC-XYZ done\"});return
msg;",
    "outputs":1,
    "x":210,
    "y":360,
    "wires":[]
  }
]

```

□ Модуль аналітики: Асортиментна матриця

```

□ [
  {
    "id": "assortment-matrix-tab",
    "type": "tab",
    "label": "Асортиментна Матриця",
    "disabled": false,
    "info": ""
  },
  {
    "id": "trigger-assortment",
    "type": "inject",
    "z": "assortment-matrix-tab",
    "name": "Запуск побудови матриці",
    "props": [
      {
        "p": "payload"
      }
    ],
    "repeat": "",
    "crontab": "0 0 1 1,7 *", // Запуск 1-го січня та 1-го липня кожного року
    "once": false,
    "onceDelay": 0.1,
    "topic": "",
    "payloadType": "date",
    "x": 180,
    "y": 60,
    "wires": [
      [
        "get-abcdefghijklmnopqrstuvwxyz-and-attributes"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "get-abcdefghijklmnopqrstuvwxyz-and-attributes",
    "type": "mysql",
    "z": "assortment-matrix-tab",
    "name": "Отримати АВС-XYZ та Атрибути",
    "mydb": "internal-db-config",
    "x": 400,
    "y": 60,
    "wires": [

```

```

    [
      "transform-assortment-data"
    ]
  ],
  "query": "SELECT a.product_id, a.abc_class, a.xyz_class, p.вид_виробу,
p.призначення, p.вид_монтажу, p.тип_механізму FROM product_abcxyz_result a
JOIN product_attributes p ON a.product_id = p.product_id"
},
{
  "id": "transform-assortment-data",
  "type": "function",
  "z": "assortment-matrix-tab",
  "name": "Підготувати Дані",
  "func": "// Перевірка та підготовка даних перед побудовою матриці\nlet data =
msg.payload;\n// Можна додати додаткову обробку або фільтрацію\nmsg.payload =
data;\nreturn msg;",
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "x": 400,
  "y": 120,
  "wires": [
    [
      "calculate-gain-entropy"
    ]
  ]
},
{
  "id": "calculate-gain-entropy",
  "type": "function",
  "z": "assortment-matrix-tab",
  "name": "Розрахунок Gain та Ентропії",
  "func": "// Приклад розрахунку Gain та ентропії для атрибута 'вид_виробу'\n//
Цей код є спрощеним прикладом і потребує адаптації до реальних даних\nlet data
= msg.payload;\n\n// Функція для обчислення ентропії\nfunction entropy(items) {\n
let counts = {};\n  items.forEach(item => {\n    counts[item.group] =
(counts[item.group] || 0) + 1;\n  });\n  let ent = 0;\n  let total = items.length;\n  for
(let group in counts) {\n    let p = counts[group] / total;\n    ent -= p *
Math.log2(p);\n  }\n  return ent;\n}\n\n// Функція для обчислення Gain для
атрибута\nfunction calculateGain(data, attribute) {\n  let totalEntropy =

```

```

entropy(data);\n  let groups = {};\n  data.forEach(item => {\n    let key =
item[attribute];\n    if (!groups[key]) groups[key] = [];\n
groups[key].push(item);\n  });\n  let weightedEntropy = 0;\n  for (let key in groups)
{\n    weightedEntropy += (groups[key].length / data.length) *
entropy(groups[key]);\n  }\n  return totalEntropy - weightedEntropy;\n}\n\n//
Перелік атрибутів для розщеплення\nlet attributes = ['вид_виробу', 'призначення',
'вид_монтажу', 'тип_механізму'];\nlet gainValues = {};\n\nattributes.forEach(attr =>
{\n  gainValues[attr] = calculateGain(data, attr);\n});\n\n// Визначення найкращого
атрибута\nlet bestAttribute = null;\nlet maxGain = -Infinity;\nfor (let attr in
gainValues) {\n  if (gainValues[attr] > maxGain) {\n    maxGain =
gainValues[attr];\n    bestAttribute = attr;\n  }\n}\n\nmsg.bestAttribute =
bestAttribute;\nmsg.gain = maxGain;\nmsg.attributes = attributes;\n\nreturn msg;",
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "x": 400,
  "y": 180,
  "wires": [
    [
      "decision-best-attribute"
    ]
  ]
},
{
  "id": "decision-best-attribute",
  "type": "switch",
  "z": "assortment-matrix-tab",
  "name": "Обрати Найкращий Атрибут",
  "property": "bestAttribute",
  "propertyType": "msg",
  "rules": [
    {
      "t": "eq",
      "v": "вид_виробу",
      "vt": "str"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "призначення",
      "vt": "str"
    }
  ]
}

```

```

    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "ВИД_МОНТАЖУ",
      "vt": "str"
    },
    {
      "t": "eq",
      "v": "ТИП_МЕХАНІЗМУ",
      "vt": "str"
    }
  ],
  "checkall": "true",
  "repair": false,
  "outputs": 4,
  "x": 400,
  "y": 240,
  "wires": [
    [
      "split-by-вид_виробу"
    ],
    [
      "split-by-призначення"
    ],
    [
      "split-by-вид_монтажу"
    ],
    [
      "split-by-тип_механізму"
    ]
  ]
},
{
  "id": "split-by-вид_виробу",
  "type": "function",
  "z": "assortment-matrix-tab",
  "name": "Розділити за 'вид_виробу'",
  "func": "// Розділення даних за видом виробу\nlet data = msg.payload;\nlet
attribute = 'вид_виробу';\nlet groups = {};\ndata.forEach(item => {\n  let key =
item[attribute];\n  if (!groups[key]) groups[key] = [];\n  groups[key].push(item);\n});\n\nlet flows = [];\nfor (let key in groups) {\n

```

```

flows.push({\n  group: key,\n  items: groups[key]\n });\n}\n\nreturn [\n  {\n    payload: flows }\n];",
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "x": 600,
  "y": 200,
  "wires": [
    [
      "save-assortment-matrix"
    ]
  ]
},
{
  "id": "split-by-призначення",
  "type": "function",
  "z": "assortment-matrix-tab",
  "name": "Розділити за 'призначення'",
  "func": "// Розділення даних за призначенням\nlet data = msg.payload;\nlet\nattribute = 'призначення';\nlet groups = {};\nndata.forEach(item => {\n  let key =\nitem[attribute];\n  if (!groups[key]) groups[key] = [];\n  groups[key].push(item);\n});\n\nlet flows = [];\nfor (let key in groups) {\nflows.push({\n  group: key,\n  items: groups[key]\n });\n}\n\nreturn [\n  {\n    payload: flows }\n];",
  "outputs": 1,
  "noerr": 0,
  "initialize": "",
  "finalize": "",
  "x": 600,
  "y": 260,
  "wires": [
    [
      "save-assortment-matrix"
    ]
  ]
},
{
  "id": "split-by-вид_монтажу",
  "type": "function",
  "z": "assortment-matrix-tab",

```

```

    "name": "Розділити за 'вид_монтажу'",
    "func": "// Розділення даних за видом монтажу\nlet data = msg.payload;\nlet
attribute = 'вид_монтажу';\nlet groups = {};\ndata.forEach(item => {\n  let key =
item[attribute];\n  if (!groups[key]) groups[key] = [];\n
groups[key].push(item);\n});\n\nlet flows = [];\nfor (let key in groups) {\n
flows.push({\n  group: key,\n  items: groups[key]\n  });\n}\n\nreturn [\n  {
payload: flows }\n];",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "x": 600,
    "y": 320,
    "wires": [
      [
        "save-assortment-matrix"
      ]
    ]
  },
  {
    "id": "split-by-тип_механізму",
    "type": "function",
    "z": "assortment-matrix-tab",
    "name": "Розділити за 'тип_механізму'",
    "func": "// Розділення даних за типом механізму\nlet data = msg.payload;\nlet
attribute = 'тип_механізму';\nlet groups = {};\ndata.forEach(item => {\n  let key =
item[attribute];\n  if (!groups[key]) groups[key] = [];\n
groups[key].push(item);\n});\n\nlet flows = [];\nfor (let key in groups) {\n
flows.push({\n  group: key,\n  items: groups[key]\n  });\n}\n\nreturn [\n  {
payload: flows }\n];",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "x": 600,
    "y": 380,
    "wires": [
      [
        "save-assortment-matrix"
      ]
    ]
  }
]

```

```

    },
    {
      "id": "save-assortment-matrix",
      "type": "function",
      "z": "assortment-matrix-tab",
      "name": "Зберегти Асортиментну Матрицю",
      "func": "// Формування масиву для вставки у БД\nlet flows = msg.payload;\nlet
insertData = [];\nflows.forEach(flow => {\n  flow.items.forEach(item => {\n
insertData.push([item.product_id, flow.group, new Date()]);\n
});\n});\n\nmsg.payload = insertData;\nreturn msg;",
      "outputs": 1,
      "noerr": 0,
      "initialize": "",
      "finalize": "",
      "x": 600,
      "y": 440,
      "wires": [
        [
          "insert-assortment-matrix"
        ]
      ]
    },
    {
      "id": "insert-assortment-matrix",
      "type": "mysql",
      "z": "assortment-matrix-tab",
      "name": "Вставити у БД",
      "mydb": "internal-db-config",
      "x": 800,
      "y": 440,
      "wires": [
        [
          "log-assortment-matrix"
        ]
      ],
      "query": "INSERT INTO assortment_matrix (product_id, category, calculated_at)
VALUES ? ON DUPLICATE KEY UPDATE category=VALUES(category),
calculated_at=VALUES(calculated_at)"
    },
    {
      "id": "log-assortment-matrix",

```

```

    "type": "function",
    "z": "assortment-matrix-tab",
    "name": "Логування",
    "func": "node.status({fill:\\"green\\",shape:\\"dot\\",text:\\"Асортиментна матриця побудована успішно\\"});\nnode.warn('Асортиментна матриця побудована');\nreturn msg;",
    "outputs": 1,
    "noerr": 0,
    "initialize": "",
    "finalize": "",
    "x": 800,
    "y": 500,
    "wires": []
  },
  {
    "id": "internal-db-config",
    "type": "MySQLdatabase",
    "name": "Internal DB Connection",
    "host": "localhost",
    "port": "3306",
    "db": "mydb",
    "tz": "",
    "charset": "UTF8"
  }
]

```



### Модуль прогнозування

```

□[
  {
    "id": "forecast-tab",
    "type": "tab",
    "label": "Forecast Module Flow",
    "disabled": false
  },
  {
    "id": "forecast-inject",
    "type": "inject",

```

```

    "z":"forecast-tab",
    "name":"Weekly Trigger",
    "props":[{"p":"payload"}],
    "crontab":"0 0 * * 1",
    "payloadType":"date",
    "x":180,
    "y":60,
    "wires":[["forecast-getdata"]]
  },
  {
    "id":"forecast-getdata",
    "type":"mysql",
    "z":"forecast-tab",
    "mydb":"internal-db-config",
    "name":"Get History & Matrix",
    "query":"SELECT s.product_id,s.sale_date,s.quantity,m.final_category FROM
sales_data s JOIN assortment_matrix m ON s.product_id=m.product_id WHERE
s.sale_date >= DATE_SUB(CURDATE(),INTERVAL 3 MONTH)",
    "output":"object",
    "x":200,
    "y":120,
    "wires":[["forecast-transform"]]
  },
  {
    "id":"forecast-transform",
    "type":"function",
    "z":"forecast-tab",
    "name":"Prepare Data",
    "func":"// Group sales by product, handle seasonality if needed",
    "outputs":1,
    "x":210,
    "y":180,
    "wires":[["forecast-script"]]
  },
  {
    "id":"forecast-script",
    "type":"function",
    "z":"forecast-tab",
    "name":"Calculate Forecast",
    "func":"// For each product, compute recommended order quantity based on avg sales
or a chosen model",

```

```

    "outputs":1,
    "x":220,
    "y":240,
    "wires":[["forecast-save"]]
  },
  {
    "id":"forecast-save",
    "type":"mysql",
    "z":"forecast-tab",
    "mydb":"internal-db-config",
    "name":"Save Forecast",
    "query":"INSERT INTO purchase_forecast (product_id, recommended_quantity,
forecast_date) VALUES ?",
    "output":"none",
    "x":230,
    "y":300,
    "wires":[["forecast-log"]]
  },
  {
    "id":"forecast-log",
    "type":"function",
    "z":"forecast-tab",
    "name":"Log Result",
    "func":"node.status({fill:\"green\",shape:\"dot\",text:\"Forecast done\"});return msg;",
    "x":210,
    "y":360,
    "wires":[]
  }
]

```

□ Модуль заомвлень

```

□[
  {
    "id":"orders-tab",
    "type":"tab",
    "label":"Orders Module Flow",
    "disabled":false
  },
  {
    "id":"orders-inject",
    "type":"inject",

```

```

    "z":"orders-tab",
    "name":"Daily Trigger",
    "props":[{"p":"payload"}],
    "crontab":"0 3 * * *",
    "payloadType":"date",
    "x":180,
    "y":60,
    "wires":[["orders-getdata"]]
  },
  {
    "id":"orders-getdata",
    "type":"mysql",
    "z":"orders-tab",
    "mydb":"internal-db-config",
    "name":"Get Forecast & Inventory",
    "query":"SELECT f.product_id,f.recommended_quantity,i.stock FROM
purchase_forecast f JOIN inventory i ON f.product_id=i.product_id WHERE
f.forecast_date=CURDATE()",
    "output":"object",
    "x":200,
    "y":120,
    "wires":[["orders-calc"]]
  },
  {
    "id":"orders-calc",
    "type":"function",
    "z":"orders-tab",
    "name":"Calculate Order",
    "func":"// For each product: order = max(recommended - stock,0)\n// Also consider
minimal lots if needed",
    "outputs":1,
    "x":210,
    "y":180,
    "wires":[["orders-save"]]
  },
  {
    "id":"orders-save",
    "type":"mysql",
    "z":"orders-tab",
    "mydb":"internal-db-config",
    "name":"Save Order",

```

```

"query":"INSERT INTO supplier_orders(order_date) VALUES (NOW())",
"output":"object",
"x":220,
"y":240,
"wires":[["orders-pos"]]
},
{
  "id":"orders-pos",
  "type":"function",
  "z":"orders-tab",
  "name":"Insert Order Positions",
  "func":"// Using the newly created order_id from supplier_orders, insert order items",
  "outputs":1,
  "x":230,
  "y":300,
  "wires":[["orders-log"]]
},
{
  "id":"orders-log",
  "type":"function",
  "z":"orders-tab",
  "name":"Log Result",
  "func":"node.status({fill:\'green\',shape:\'dot\',text:\'Orders created\'});return
msg;",
  "x":210,
  "y":360,
  "wires":[]
}
]

```

□Модуль товарів та продажів

```

□[
{
  "id":"productstab",
  "type":"tab",
  "label":"Products & Sales Module Flow",
  "disabled":false
},
{

```

```

    "id":"products-inject",
    "type":"inject",
    "z":"productstab",
    "name":"Weekly Trigger",
    "props":[{"p":"payload"}],
    "crontab":"0 1 * * 1",
    "payloadType":"date",
    "x":180,
    "y":60,
    "wires":[["products-get"]]
  },
  {
    "id":"products-get",
    "type":"mysql",
    "z":"productstab",
    "mydb":"internal-db-config",
    "name":"Get Products from source",
    "query":"SELECT * FROM ext_products",
    "output":"object",
    "x":200,
    "y":120,
    "wires":[["products-trans"]]
  },
  {
    "id":"products-trans",
    "type":"function",
    "z":"productstab",
    "name":"Transform Products",
    "func":"// Normalize product data: ensure names, categories are strings, etc.",

```

```

    "outputs":1,
    "x":210,
    "y":180,
    "wires":[["products-save"]]
  },
  {
    "id":"products-save",
    "type":"mysql",
    "z":"productstab",
    "mydb":"internal-db-config",
    "name":"Save Products",
    "query":"INSERT INTO products (product_id,name,category,price) VALUES ? ON
DUPLICATE KEY UPDATE name=VALUES(name), category=VALUES(category),
price=VALUES(price)",
    "output":"none",
    "x":220,
    "y":240,
    "wires":[["products-log"]]
  },
  {
    "id":"products-log",
    "type":"function",
    "z":"productstab",
    "name":"Log Result",
    "func":"node.status({fill:\"green\",shape:\"dot\",text:\"Products updated\"});return
msg;",
    "x":210,
    "y":300,
    "wires":[ ]
  }
]

```

## ЛІТЕРАТУРА

1. Stock J. R., Lambert D. M. Strategic Logistics Management. McGraw-Hill Education, 2019. 896 с.
2. Rushton A., Croucher P., Baker P. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page Publishers, 2020. 912 с.
3. Чорний І. Г., Чорний М. Г. Основи логістики. Київ: КНЕУ, 2019. 256 с.
4. Савіна Г. І. Логістика в умовах глобалізації. Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2017. 304 с.
5. Ковальчук Ю. В., Ковальчук І. О. Інформаційні технології в логістиці. Одеса: Одеський національний університет, 2020. 272 с.
6. Шляховий О., Гончарук О. А. Особливості формування системи логістичного обслуговування операційної діяльності підприємств. *Сучасні тренди, реалії і перспективи розвитку туризму та готельно-ресторанної справи: міжнар. наук.-практ. конф., м.Хмельницький, 23-24 травня 2024 р. Хмельницький, 2024. С.85-91.*
7. Разумова К. М., Темченко О. А., Шевчук Н. А., Максимова О. С. Обґрунтування логістичних систем управління підприємством на основі авт та хуз-аналізу. *Наукоємні технології*. 2021. Т3. №51. С. 281-291. DOI:10.18372/2310-5461.51.15999 - [https://jrnл.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/15999/23288](https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/SBT/article/view/15999/23288)
8. Santos T. F., Gonçalves A. T. P., Leite M. S. A. Logistics cost management: insights on tools and operations. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 2016. Т23. №2. С. 171–188. DOI: 10.1504/IJLSM.2016.073967
9. Cherchata A., Popovychenko I., Andrusiv U., Gryn V., Shevchenko N., Shkuropatskyi O. Innovations in Logistics Management as a Direction for Improving the Logistics Activities of Enterprises. *Management Systems in Production Engineering*. 2022. Т.30. № 1. С. 9–17. DOI: 10.2478/mspe-2022-0002
10. Bezchasnyi O., Khobta V., Pushak Ya., Kotkalova-Litvin I., Dorovska I. Modeling of control stability of communication channels in development management conditions. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії і практики*. 2018. № 27. С. 282–295. DOI: 10.18371/fcaptp.v4i27.154116.
11. Hong J., Zhang Y., Ding M. Sustainable supply chain management practices, supply chain dynamic capabilities, and enterprise performance. *Journal of cleaner production*. 2018. Т. 172. С. 3508–3519. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.06.093
12. Malin Song, Sai Yuan, Hongguang Bo. Robust optimization model of anti-epidemic supply chain under technological innovation: learning from COVID-19.

- Annals of Operations Research*. 2022. №. 335. С. 1332–1360. DOI: 10.1007/s10479-022-04855-5
13. Olson D. L., Wu D. Enterprise Risk Management in Supply Chains. In: Enterprise Risk Management Models. Springer Texts in Business and Economics. *Springer, Berlin, Heidelberg*. 2023. С. 1–14. DOI: 10.1007/978-3-662-68038-4\_1
  14. Мартинець В. Б., Кабан О. В., Полянська А. С. Оптимізація ланцюга постачання на підприємстві в умовах кризових явищ. *Актуальні проблеми розвитку економіки регіону*. 2022. № 18. С. 112–125. DOI: 10.15330/apred.2.18.112-127
  15. Lytvynenko D., Malyeyeva O. Risk management in projects of restoration the regional transport structure on the basis of participants' communication. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2022. № 2. С. 44-51. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2022.20.044>
  16. Ю. Полупан, О. Малеева Системна модель ризиків та дерева альтернативних рішень з удосконалення логістичного ланцюга виробничого підприємства. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2024. Т.2. №28. С.133-142. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2024.2.133>
  17. В. В. Ковтун, М. В. Ворона, І. Л. Михелев, Є. Ю. Беркунський, А. Ю. Павленко. Алгоритм управління асортиментом та прогнозування рівня товарних запасів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2024. №4. С. 75-91. DOI: <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.4.74>
  18. Ситник В.Ф. Інтелектуальний аналіз даних. К.: КНЕУ, 2007. 376 с.