

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій  
(факультет)  
Кафедра системного аналізу та управління  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Молчанова Івана Володимировича

академічної групи 124М-23-1

спеціальності 124 «Системний аналіз»

за освітньо-професійною програмою Системний аналіз

на тему Дослідження моделей логістичних операцій та застосування інформаційних технологій для їх оптимізації в умовах підприємства роздрібної торгівлі

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
Кваліфікаційної роботи	Желдак Т.А.			
розділів:				
Інформаційно-аналітичний	Желдак Т.А.			
Спеціальний	Желдак Т.А.			
Рецензент	Алексєєв М.О.			
Нормоконтролер	Хом'як Т.В.			

Дніпро  
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Системного аналізу та управління  
(повна назва)\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Желдак Т.А.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 року

**ЗАВДАННЯ**на кваліфікаційну роботу ступеня магістрастуденту Молчанову І.В. академічної групи 124м- 23-1спеціальності: 124 Системний аналізна тему «Дослідження моделей логістичних операцій та застосування інформаційних технологій для їх оптимізації в умовах підприємства роздрібно-торгівлі»затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» №1388-с від 16.10.2024 р.

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	<i>Вивчити діяльність підприємства ТОВ «Товари-К», ознайомитись з технологією наповнення складів. Проаналізувати відомі методи прогнозування в стратегічному аналізі. Вибрати підхід до розв'язання поставленої проблеми</i>	10.10.2024
2. Спеціальний розділ	<i>Побудувати моделі статистичного прогнозування з використанням моделі експоненційного згладжування. Побудувати багатопродуктову математичну модель з обмеженнями на ресурс на основі попередніх прогнозів. Перевірити застосовність побудованих моделей та проаналізувати результати. Розрахувати економічну ефективність впровадження ПО.</i>	01.12.2024

Завдання видано

\_\_\_\_\_ (підпис)

к.т.н., доц. Т.А. Желдак  
(прізвище, ініціали)Дата видачі завдання: «06» вересня 2024 р.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ (підпис)

І.В. Молчанов  
(прізвище, ініціали)

Термін подання кваліфікаційної роботи до ДЕК \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 26 рис., 3 табл., 5 додатків, 16 джерел.

**Об'єкт дослідження:** логістичні операції підприємства оптово-роздрібною торгівлі компанії ТОВ «Товари-К».

**Предмет дослідження:** моделі й методи оптимізації логістичних процесів керування запасами та продажами компанії.

**Мета роботи:** розробка моделі наповнення складу з обмеженням на ресурс.

Головна *ідея роботи* полягає в тому, що для досягнення поставленої мети використовуються моделі, засновані на відмінних – аналітичних та статистичних – принципах.

В *інформаційно-аналітичному розділі* розглянуто базове підприємство, об'єкт дослідження, освітлені сучасні методи прогнозування в стратегічному аналізі, методи інтелектуального аналізу даних та обумовлена доречність їх застосування до визначеної проблеми.

У *спеціальному розділі* наведено детальний опис усіх етапів проведених досліджень, розглянута технологія відновлення бази знань за наявними даними, методика формування рішень на основі добутих знань та побудована багатопродуктова модель для задачі оптимізації логістичних процесів с обмеженим ресурсом.

*Практична цінність роботи* полягає у побудові статистичної та математичної моделей, призначених для прогнозування попиту на товари продуктів харчування, а також моделі підтримки прийняття рішень, що дає можливість розширити мережу оптово-роздрібного продажу та оптимізувати процес наповнення складів.

СКЛАД, ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ, КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ,  
ПРОГНОЗУВАННЯ, МОДЕЛЬ ЕКСПОНЕНЦІЙНОГО ЗГЛАДЖУВАННЯ,  
БАГАТОПРОДУКТОВА МОДЕЛЬ

## THE ABSTRACT

Explanatory note: 68 pages, 3 appendices, 12 sources, 9 tables, 17 figures.

The object of research is the logistics operations of wholesale and retail trading for the "Tovary-K" LLC company.

Subject of research: models and optimization methods of inventory management and company sales logistic processes.

Objective: Develop a filling model of the warehouse with resource limitations.

The main idea of the thesis is to achieve this goal using models based on different - and statistical analysis – principles.

The information-analytical sections cover the primary object of research, describe modern forecasting methods in strategic analysis and data mining techniques, and prove their application due to the relevance of the identified problems.

A special section provides a detailed description of all stages of the research, shows restoration technology of the knowledge database by available data, methods of making decisions based on extracted knowledge, and builds a multifood model for the logistic processes optimization problem with limited resources.

The practical value of the work is to build statistical and mathematical models designed to predict the demand for food, build a decision support model that allows the extension of the network of wholesale and retail sales, and optimize the warehouse filling process.

WAREHOUSE, LOGISTIC PROCESSES, INVENTORY MANAGEMENT,  
FORECASTING, EXPONENTIAL SMOOTHING MODEL, MULTIFOOD MODEL

## ЗМІСТ

	Стор.
Перелік умовних скорочень .....	6
ВСТУП .....	7
<b>1. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>10</b>
1.1 Загальний аналіз діяльності підприємства ТОВ «Товари-К» .....	10
1.2 СРГ компанії та їх проблематика .....	20
1.3 Прогнозування потреб у товарах по групах користувачів .....	22
1.4 Статистична обробка даних про продажі .....	27
1.5 Детерміновані моделі управління запасами .....	28
1.6 Методи побудови інтелектуальних інформаційних систем .....	31
1.7 Висновки до розділу. Постановка задачі дослідження .....	36
<b>2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>38</b>
2.1 Обробка початкових даних .....	38
2.2 Прогнозування продажів за марками товарів .....	40
2.3 Система керування запасами з обмеженням на склад .....	46
2.4 Інтелектуальна система вибору вмісту торговельного автомату .....	49
2.5 Економічна ефективність запропонованих рішень .....	52
2.5.1 Визначення трудомісткості розробки програмного забезпечення ..	52
2.5.2. Розрахунок витрат на створення програмного забезпечення .....	55
2.6 Висновки до розділу .....	62
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>65</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>68</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>71</b>
Додаток А.....	71
Додаток Б .....	72

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

CPG - Consumer Packaged Goods , товари повсякденного попиту

ШІ – Штучний інтелект

КТГ - Керівник торгової групи засобів)

ОРТ - Оптимізація розкладу транспорту

ПС – інтелектуальна інформаційна система

## ВСТУП

На сьогоднішній день український ринок наповнений різноманітними продуктами харчування, особливо так званою снековою продукцією. Кожен день пересічний українець вживає безліч різноманітної їжі, серед якої дуже часто трапляються чіпси, печиво, звичайно ж шоколад, та інші ласощі. Всі ці товари відносяться до товарів з швидкою оборотністю, бо вживаються кожен день.

Дуже рідко трапляються ситуації, коли виробники самотужки реалізують власну продукцію. Як правило, кожна компанія - виробник має одного або декілька компаній - дистрибуторів, які беруть всю відповідальність за доставку товарів до кінцевого споживача на себе. У сучасній торгівлі дистрибуція є важливим поняттям, де розглядаються проблеми забезпечення оптимального руху товару каналом розподілу до кінцевого споживача, а у сучасному бізнесі дистрибуція – одна з найприбутковіших галузей.

Дистрибуція — це поняття у логістиці, іноді позначається, яке означає комплекс взаємопов'язаних функцій, які реалізуються в процесі розподілення матеріального потоку між різними, як правило, гуртовими покупцями. Система дистрибуції - складна економічна система, яка об'єднує в своєму складі виробника готової продукції та різноманітних посередників, які на договірних засадах (на основі дистриб'юторського договору) спільно здійснюють маркетингову, комерційну, логістичну діяльність з переміщення продукції до кінцевого споживача і її продажу відповідно до стратегії суб'єкта господарювання – організатора такої системи з дотриманням встановлених ним умов продажу, цін продажу, стандартів обслуговування і під його контролем. Система дистрибуції оснований на поєднанні в процесах збуту готової продукції таких основних складових, як:



- стратегія поведінки підприємства (організатора системи дистрибуції) на ринку, зокрема – стратегія маркетингового розподілу, концепція організації системи дистрибуції тощо;

- партнерство з комерційними посередниками, які на договірній основі об'єднуються в канали розподілу;

- ціноутворення, яке має ґрунтуватися на єдиних для всіх учасників каналів розподілу продукції підходах і передбачати справедливе і прозоре встановлення не лише роздрібної ціни, але й цін перепродажу у всьому каналі збуту;

- логістика, яка має бути ефективною для забезпечення фізичного руху товару (обслуговування замовлень, транспортування, утримування складів, утримування запасів і забезпечення наявності всього заявленого асортименту товарів);

- аналіз і контроль, насамперед – контроль за роздрібними цінами, контроль наявності товарів у місцях продажу, контроль якості подання товару в кожному пункті продажу, контроль і аналіз діяльності партнерів виробничого підприємства з погляду дотримання домовленостей, стандартів обслуговування, недопущення внутрішньосистемної конкуренції, демпінгування, завдання шкоди іміджу товаровиробника тощо, а також аналіз дій конкурентів.

*Об'єктом дослідження* даної дипломної роботи є логістичні процеси підприємства оптово-роздрібною торгівлі компанії ТОВ «Товари-К».

*Предмет дослідження:* моделі й методи оптимізації логістичних процесів керування запасами .

Виходячи з обраних об'єкту та предмету дослідження *метою роботи* є розробка моделі наповнення складу з обмеженням на ресурс.

Для досягнення поставленої мети в дипломній роботі поставлені наступні задачі:

- вивчення діяльності підприємства ТОВ «Товари-К», ознайомлення з технологією наповнення складів;

- аналіз відомих методів прогнозування в стратегічному аналізі;
- побудова моделі статистичного прогнозування з використанням моделі експоненційного згладжування;
- побудова багатопродуктової математичної моделі з обмеженнями на ресурс на основі попередніх прогнозів;
- перевірка застосовності побудованих моделей та аналіз результатів;
- визначення трудомісткості розробки програмного забезпечення;
- розрахунок економічної ефективності розробки системи оптимального вибору набору товарів.

Для розв'язання поставлених задач у роботі застосовуються наступні методи дослідження:

- метод експоненційного згладжування для прогнозування попиту на товар у майбутніх періодах;
- багатопродуктова статична модель з обмеженням на ресурс для оптимального наповнення складу;
- система моделей з різною точністю оцінки для розрахунку трудомісткості розробки ПЗ.

*Практична цінність роботи* полягає у побудові статистичної та математичної моделей, призначених для прогнозування попиту на товари продуктів харчування, а також моделі підтримки прийняття рішень, що дає можливість розширити мережу оптово-роздрібного продажу та оптимізувати процес наповнення складів.

*Економічний ефект* від впровадження розробки очікується позитивним, оскільки з'явиться аналітичний інструмент для оптимального формування замовлень для складу. Це, в свою чергу, позбавить компанію від надлишкових трат, пов'язаних з оформленням замовлення; від можливої шкоди від добігання до кінця терміну придатності; заощадить час формування заявок; сформує цикл оформлення замовлень.

*Соціальний ефект* від впровадження розробки очікується позитивним через значне полегшення та оптимізацію роботи працівників служби постачання, а також через збільшення упевненості логістів у правильності оформленого замовлення, а саме його обсягу та вартості.

## 1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Загальний аналіз діяльності підприємства ТОВ «Товари-К»

Підприємство ТОВ «Товари-К» існує в Україні з 1996 року. До 2000 року компанія мала назву «Корона-Трейд». З самого початку і по сьогодні Товари-К займається дистрибуцією продуктів харчування. У 2000 році її дистрибуторський портфель поповнив контракт з відомою на весь світ Компанією «Крафт Фудз Україна» (КФУ).

«Крафт Фудз Україна» – українське підприємство, що входить до групи компаній Mondelez International, найбільшого у світі виробника шоколадної продукції, печива та цукерок, а також другого найбільшого у світі виробника жувальної гумки. «Крафт Фудз Україна» – це 13 потужних брендів («Dorol», «Milka», «Belvita», «Tuc», «Oreo», «Jacobs», «Picnic», «Halls», «Tassimo», «Carte Noire», «Барні», «Люкс», «Корона»), 5 продуктових категорій (кава, печиво, жувальна гумка, шоколад та батончики) 4 виробництва, близько 1800 постійних працівників. Саме висока популярність брендів та якість продукції забезпечує компаніям Товари-К та КФУ стабільний дохід та довіру клієнтів. Якщо деякі бренди, як, наприклад, «Oreo» мають столітню історію та дуже популярні за кордоном, то такі бренди, як «Корона» та «Люкс» є вітчизняними. Їх виробництво розташовано в Україні, у Київській області. КФУ працює в Україні з 1995 року. Із 2003-го КФУ керує розвитком бізнесу на ринку Молдови, з 2005 року - на ринках Білорусі, Грузії, Вірменії та Азербайджану, а з 2008 року – також на ринках Казахстану, Узбекистану, Киргизстану, Таджикистану, Туркменістану та Монголії. Більше 200 мільйонів доларів США становить сума інвестицій «Крафт Фудз Україна» у розбудову бізнесу та економіки України. Ця компанія має найкращі показники зростання та прибутковості в регіоні Центральна та Східна

Європа, Близький Схід та Африка. КФУ на даний момент єдиний і протягом 13 років незмінний партнер компанії Товари-К.

У ході свого динамічного розвитку Компанія Товари-К не тільки перейняла передовий досвід ведення бізнесу, сформувала систему навчання своїх фахівців, розширила свою представницьку мережу до 11-ти філій, а також отримала визнання серед кращих дистриб'юторів України:

«Підприємство року 2010»,

«Підприємство року 2014».

Філіальна мережа компанії охоплює східну частину України, а саме філії розташовані у наступних містах: Дніпро, Запоріжжя, Кіровоград, Олександрія, Дніпродзержинськ, Бердянськ, Нікополь, Павлоград, Мелітополь, Дніпрорудне, Кривий Ріг. Кожна філія має свій власний склад, де зберігається у належних умовах необхідна для певного регіону кількість продукції. Крім філій компанія має ще 2 представництва: перше - у Кривому Розі – центральний офіс, та друге – у Дніпрі – комерційний відділ.

Головними конкурентоспроможними перевагами Компанії «Товари-К» є наявність більш ніж 15 000 торгових точок, присутність різних каналів збуту, таких як опт, роздріб, кіоски, нестандартні канали збуту (до них відносяться аеропорти, вокзали, університети та інші навчальні заклади, тощо), робота з великими супермаркетами («АТБ», «Varus», «Spar») і дрібними торговими точками.

Налагоджена система логістики допомагає забезпечити повну наявність товару в будь-якому регіоні Компанії, а розробка і проведення акцій сприяє плідній співпраці з клієнтами.

Основою Компанії є високі стандарти якості, передовий підхід до бізнесу, розвиток взаємовигідних відносин з торговими партнерами та клієнтами, а також здатність оцінити значущість кожного співробітника.

Уся продукція компанії «Товари-К» є швидко оборотною, та реалізується на так званому ринку CPG.

CPG (Consumer Packaged Goods) – це товари повсякденного попиту: продукти харчування, побутова хімія, пиво і сигарети. Одним словом, ширвжиток. Професіонали люблять називати такі товари «фастмувери». Насправді CPG – це всього лише товари з високою оборотністю. Вони недорогі, і люди змушені купувати їх кожен день. CPG продаються в супермаркетах і використовуються в повсякденному житті.

Сьогодні можна спостерігати декілька явних тенденцій на ринку CPG:

- уповільнення темпів зростання галузі;
- інтенсивна боротьба за частку ринку між виробниками;
- зміна форматів роздрібної торгівлі (збільшення частки мережевого роздробу);
- прискорення темпів зростання впровадження новинок при скороченні життєвого циклу товарів.

Компанія «Товари-К» функціонує на ринку CPG України протягом 13 років. Отже, задачею та основною функцією компанії є дистрибуція, або розповсюдження продуктів харчування на ввіреній їй території. Розповсюдження йде пліч о пліч з логістикою, тому опис структури функціонування почнемо з комерційного відділу компанії, який знаходиться у Дніпропетровську.

Для початку розглянемо загальну структуру компанії в розрізі її відділів:

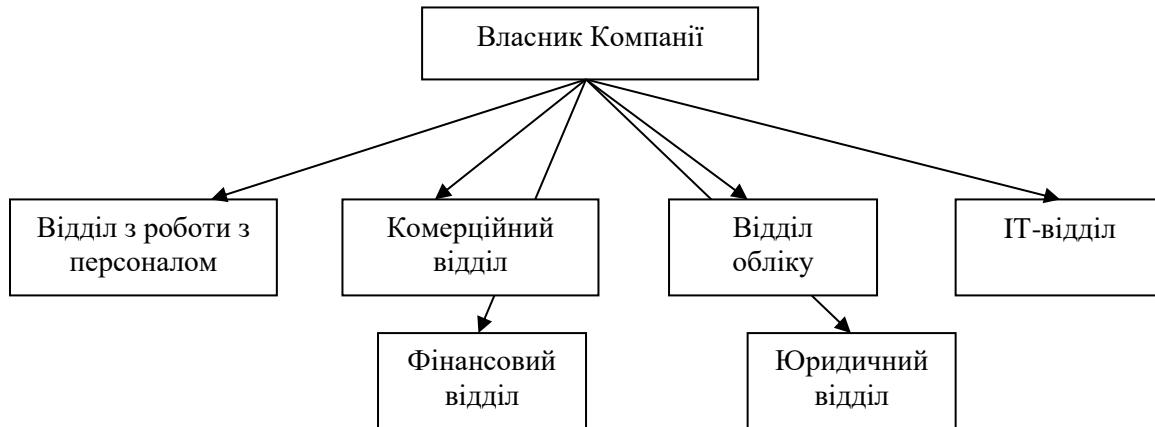


Рис. 1.1 Загальна структура компанії Товари-К

Структура комерційного відділу має вигляд:

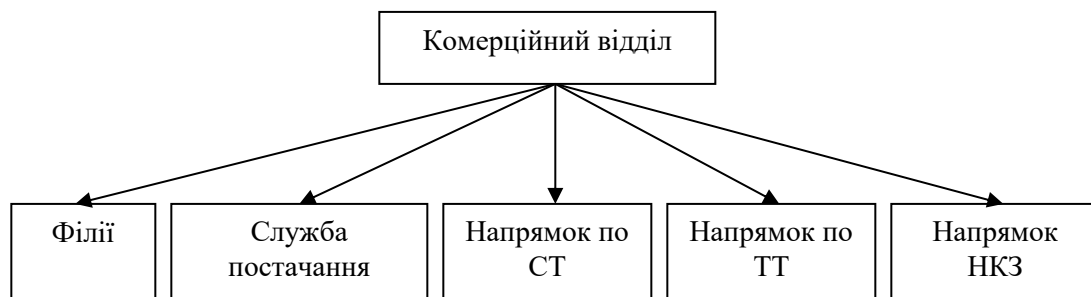


Рис. 1.2 Структура комерційного відділу компанії Товари-К

Основні функції, які виконуються у комерційному відділі – це робота з ключовими клієнтами – найбільші клієнти, які приносять найбільше прибутку, а саме: «АТБ», «Varus», «Spar» - напрямок по сучасній торгівлі (або канал СТ), напрямок по традиційній торгівлі, а саме роздрібні магазини (або канал ТТ), напрямок по нетрадиційним каналам збуту – навчальні заклади, аеропорти, вокзали (напрямок НКЗ).

Своєчасне забезпечення складів усією продукцією виконує служба постачання. У дистрибуції логістика є одною з найважливіших задач. Фахівці з логістики слідкують за наявністю продукції на кожному складі, формують заявки

на продукцію. Задача не з легких, тому що необхідно, щоб товару було завжди достатньо, але, в той же час, його не повинно бути багато, щоб уникнути добігання до кінця терміну придатності, потайки. У цьому фахівцям допомагає програма «1С», де відображаються залишки на складах, а також замовлення клієнтів у кожному місті. Після формування замовлення відправляється на обробку до КФУ у Київ, де завантажуються фури та доставляють продукти до необхідних складів.

Якщо у комерційному відділі виконується керування запасами на відстані, то пряма взаємодія з товаром виконується на філіях. Як було сказано раніше, компанія має 11 філій у Дніпропетровській, Кіровоградській та Запорізькій областях. Розглянемо детальніше структуру філії на прикладі Дніпропетровської.

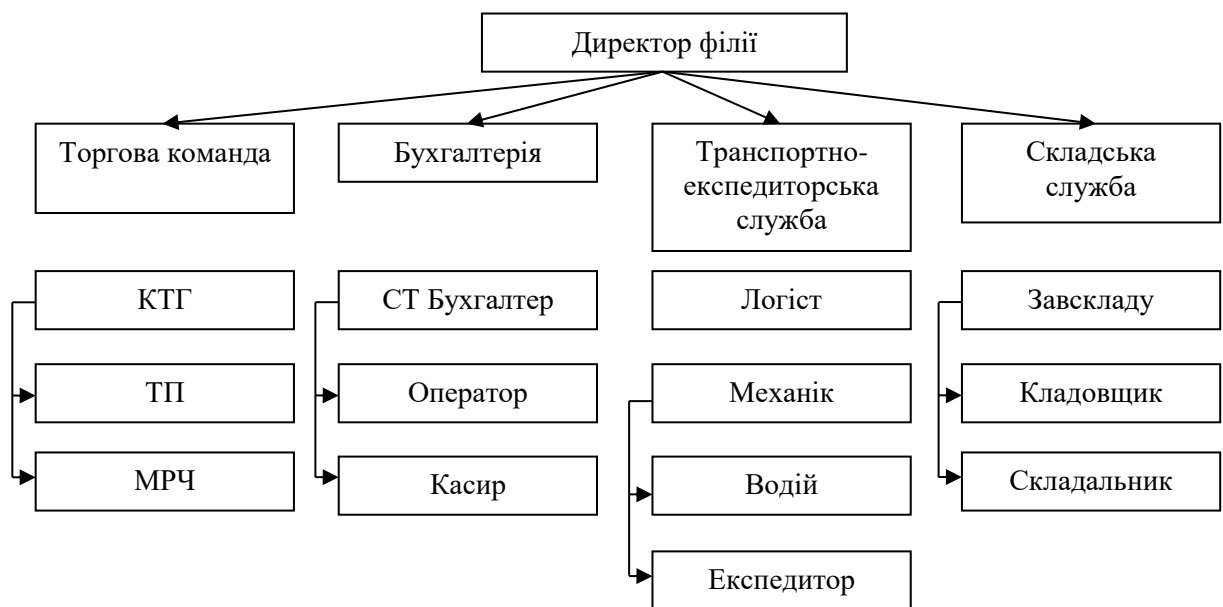


Рис. 1.3 Структура Дніпропетровської філії компанії Товари-К

Директор філії в першу чергу контролює процес продажів та роботу усіх служб. Торгова команда складається з КТГ – керівника торгової групи, ТП – торговельних представників, та МРЧ – мерчендайзерів. Торговельні представники та мерчендайзери співпрацюють напряму з торговими точками. До їх обов’язків



входить збір заявок за допомогою КПК, продаж продукції, встановлення «хот-зон». У кожного торговельного представника є план продажу на місяць, який формується згідно з плану продажу компанії за рік.

Керівник торгової групи (КТГ) слідкує за роботою торговельних представників, керує процесами продажів у своїй торговельній групі. Бухгалтерія займається оформленням замовлень клієнта та занесенням їх у базу. Ці функції виконують оператори та касири. Старший бухгалтер філії контролює роботу відділу та веде облік торгово-матеріальних цінностей. Наступна не менш важлива служба – це транспорто-експедиторська. Вона складається з логіста, який контролює постачання, декількох водіїв, які доставляють замовлення клієнтам, експедиторів та механіків.

Складська служба виконує зберігаючі функції, здійснює прийом, видачу та збірку товару, складається з завскладу, комірників та складальників. Ще один офіс, центральний, компанія має у Кривому Розі.

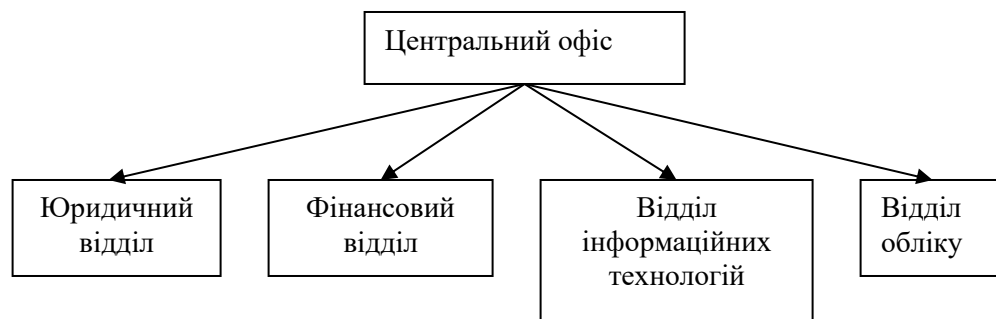


Рис. 1.4 Структура центрального офісу компанії Товари-К

Відділ інформаційних технологій займається підтримкою та вдосконаленням різноманітних баз компанії, 1С, розробкою сайту, усуненням неполадок, обслуговуванням КПК торговельних представників.

Відділ обліку веде облік товарно-матеріальних цінностей на всьому підприємстві.

Фінансовий відділ, окрім прямих фінансових операцій, займається заведенням акцій у «ІС».

Юридичний відділ складається з двох працівників: юриста та його молодшого помічника. Вони виконують всі операції, зв'язані з юридичною діяльністю підприємства.

Як вже було сказано раніше, найважливіші стратегічні рішення приймає власник компанії разом з працівниками комерційного відділу, а саме менеджерами з ключових клієнтів, менеджером з традиційної торгівлі та нетрадиційних каналів збуту. Власник компанії вирішує глобальні питання, пов'язані з планом продажів, а також делегує свої повноваження менеджерам та контролює їх роботу.

План продажів на рік, надходить від компанії KFU. У цьому документі свідчить про те, який обсяг товару кожної категорії необхідно продати на ввіреній території. Згідно з цим документом в залежності від пори року та опираючись на досвід, план розбивають на 12 місяців та 11 філій.

В залежності від того, як добре чи погано продається певний товар, у комерційному відділі приймаються рішення щодо введення акцій та строку їх дій.

Окремим дуже важливим нюансом є слідкування за дебіторською заборгованістю. Майже завжди товар відгружається певному клієнтові в борг. По мірі продажу товару, клієнт зобов'язаний виплачувати гроші. Але існують ситуації, коли товар не продається у повному обсягу або клієнт не виплачує необхідну суму. У цьому випадку виникає дебіторська заборгованість. Відповідальність за неї повністю лягає на директора філії.

В загальному вигляді структура управління та прийняття рішень має наступний вигляд:

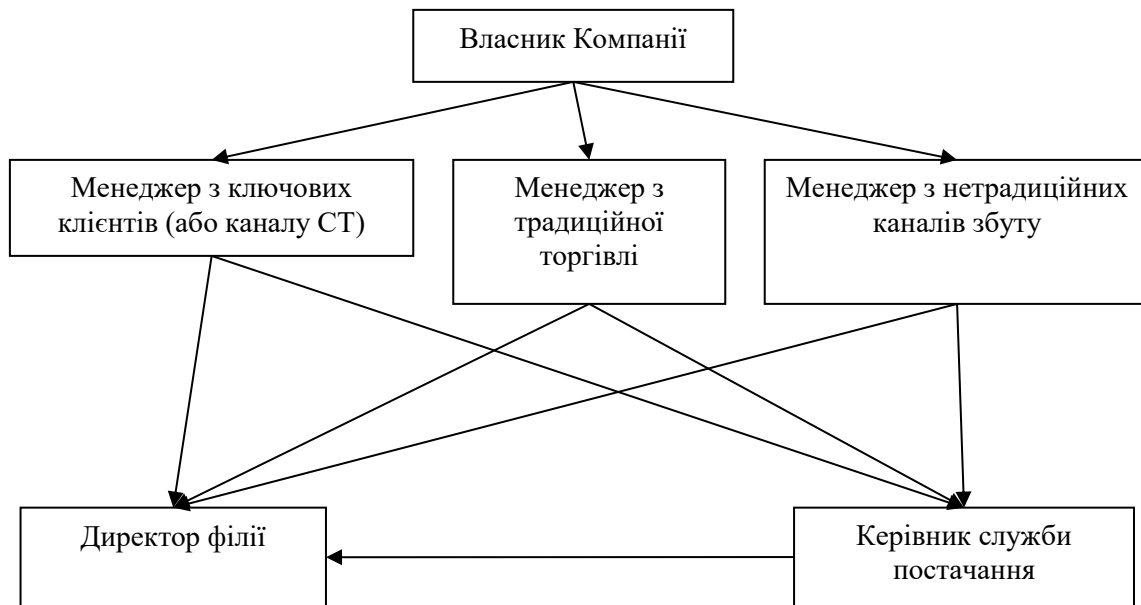


Рис. 1.5 Структура управління та прийняття рішень

Щодо продажів - все достатньо прозоро. Компанія має план та вона повинна його виконати, а краще перевиконати. Щодо прийняття рішень стосовно забезпечення продукцією складів – тут виникають певні питання та складності.

Кожна з 11-ти філій має у своєму розпорядженні склад, де у відповідних умовах зберігається товар. Задача наповнення складів вирішується у відділі постачання. Керування запасами для усіх складів здійснюють 2 логіста та їх керівник. У базі «1С» містяться дані про замовлення усіх клієнтів. Згідно з цим логісти, оцінюючи залишки на складах та реальну потребу у товарі, формують замовлення до KFU.

Замовлення товару на склади робиться з періодичністю у кожен тиждень по окремій філії.

Контроль запасів можна охарактеризувати як безперервний, тому що ведеться облік простроченого товару.

Управління запасами можна охарактеризувати як групове. Це пояснює той факт, що машина з замовленнями послідовно розвозить товар по всім потребуючим того філіям, а не є індивідуальною для кожного міста.

Замовлення ключових та великих клієнтів («АТБ», «Varus», «Spar» та ін..) доставляються на власних машинах компанії (ГАЗ 3301). Щодо доставки товару у роздрібні невеликі магазини та кіоски, то вона здійснюється самими торговельними представниками на їх власних авто.

Опираючись на те, що компанія нараховує 11 філій, 14 офісів, більш ніж 600 працівників та 15 000 торгових точок, можна тільки уявити, скільки складних задач доводиться вирішувати усім працівникам кожен день.

Окремою областю задач є процес формування продажів. Оскільки план продажів надходить від виробників – КФУ, то для компанії Товари-К стоїть нелегка задача оптимального розподілення обсягу товару, якого необхідно продати у певний місяць. Ця задача є достатньо проблемною, тому що продажі у окремому місяці залежать від багатьох факторів, таких як

- ціна конкурентів;
- власна ціна;
- пора року;
- престиж бренду та ін.

Отже є сенс вирішувати цю задачу як задачу багатокритеріальної оптимізації.

Другою проблемою є обмежений розмір вантажівки, яка доставляє товар до клієнтів. Часто виникають ситуації, коли вантажівки їздять наполовину порожні, що веде за собою додаткові витрати на паливо, втрату часу. Оскільки замовлення бувають достатньо великими, то є сенс вирішувати задачу багатономенклатурного керування запасами з обмеженням на розмір вантажівки.

Третьою проблемою, а точніше класом проблем, є задачі керування логістичними операціями. Саме ці питання й будуть вирішуватися у даній роботі.

## 1.2 CPG компанії та їх проблематика

CPG компанії, що займаються виробництвом та продажем товарів повсякденного попиту, таких як продукти харчування, напої, побутова хімія тощо, стикаються з рядом проблем у галузі логістики. Приведемо приклад таких проблем.

1. Проблеми в управлінні запасами. Компанії CPG мають справу з великою кількістю артикулів (одиниць зберігання запасів), що дуже ускладнює управління запасами. Необхідно точно знати, скільки продуктів знаходиться на складі, в дорозі і на полицях магазинів. Неправильний облік товарів може привести до недостач або надлишків товарів, що може знизити ефективність роботи компанії і привести до фінансових втрат.

Одним із способів управління товарними запасами є використання спеціалізованих систем управління складом, які дозволяють відстежувати рух товарів на складі, контролювати рівень запасів і прогнозувати попит. Це дозволяє CPG-компаніям більш точно планувати виробництво і управляти запасами, щоб мінімізувати надлишки товарів і знизити витрати.

Існують також інноваційні технології, такі як мітки RFID і безпілотні транспортні засоби, які можуть допомогти в управлінні запасами. RFID-мітки дозволяють швидко і точно знаходити товари на складі, а безпілотні транспортні засоби можуть забезпечити автоматичне і точне транспортування товарів між різними складами і пунктами призначення.

2. Оптимізація маршрутів доставки. Доставка товарів споживачам є однією з ключових задач CPG компаній. Однак оптимізація маршрутів доставки, щоб зменшити витрати на транспортування та збільшити швидкість доставки, може бути складною задачею.

Для оптимізації маршрутів доставки можуть бути використані спеціалізовані системи управління транспортом, які можуть розраховувати оптимальні маршрути доставки з урахуванням різних факторів, таких як відстань, кількість замовлень, наявність заторів тощо. Це дозволяє скоротити час доставки та витрати на транспортування товарів.

Також СРГ компанії можуть використовувати маршрутні листи та GPS-навігацію, щоб оптимізувати маршрути.

Інший спосіб оптимізації маршрутів доставки - використання аналітики та машинного навчання. Аналітика може допомогти визначити найчастіше замовляні товари та найпопулярніші місця доставки, що дозволить оптимізувати маршрути доставки та скоротити час на доставку товарів. Машинне навчання може допомогти компаніям прогнозувати попит на продукти, що дозволить більш точно планувати маршрути доставки та скоротити кількість неуспішних спроб доставки.

3. Конкуренція на ринку та необхідність. СРГ компанії повинні дотримуватись суворих вимог якості та безпеки продуктів, що встановлюються законодавством та ринком. Це вимагає дотримання різних стандартів та сертифікацій, що може бути складним та витратним процесом.

Щоб дотримуватись вимог якості та безпеки, СРГ компанії можуть використовувати системи управління якістю, які дозволяють відстежувати виробничі процеси, контролювати якість та безпеку продуктів, а також взаємодіяти з контролюючими органами.

Також СРГ компанії можуть використовувати інноваційні технології, такі як датчики та системи відеоспостереження, для контролю якості та безпеки продуктів. Датчики можуть допомогти відстежувати температуру та вологість у сховищах та транспорті, що може знизити ризик порушення продуктів. Системи відеоспостереження можуть забезпечити контроль за виробничими процесами та забезпечити швидку реакцію на будь-які проблеми, пов'язані з якістю та безпекою продуктів.

4.Складнощі у забезпеченні стійкості та екологічної відповідальності. СРГ компанії повинні забезпечувати стійкість та екологічну відповідальність у своїй діяльності. Це означає, що компанії повинні вживати заходів щодо зниження екологічного впливу та використання стійких матеріалів та виробничих процесів.

Для забезпечення стійкості та екологічної відповідальністю СРГ компанії можуть використовувати нові технології, такі як сенсори та системи моніторингу енергоспоживання, визначення точок споживання енергії та ідентифікації можливостей для підвищення ефективності. Також компанії можуть використовувати пакувальні матеріали, які можна переробляти або використати повторно.

Деякі компанії СРГ також можуть використовувати так званий "зелений маркетинг", який орієнтований на екологічну відповідальність і стійкість. Це може включати просування екологічно чистих продуктів, упаковок, які можна переробляти, та інших інновацій у сфері стійкості та екологічної відповідальності.

5. Зростання конкуренції та необхідність інновацій. СРГ компанії стикаються зі зростанням конкуренції на ринку, що вимагає від них розробки та впровадження інноваційних рішень, щоб залишатися конкурентоспроможними. Це може включати використання нових матеріалів, поліпшення якості продуктів, розробку нових продуктів і упаковок, а також використання нових технологій у виробничих процесах.

Для вирішення цих проблем СРГ компанії можуть використовувати інноваційні підходи до виробництва та дистрибуції продуктів, такі як 3D-друк, автоматизація виробництва, дроніві доставки та інші. Також компанії можуть зміцнити своє дослідження та розробку, щоб створювати нові продукти та упаковки, які відповідають очікуванням споживачів.

В цілому, СРГ компанії стикаються з безліччю складнощів у галузі логістики, таких як управління запасами, оптимізація маршрутів доставки,

дотримання вимог якості та безпеки, забезпечення стійкості та екологічної відповідальності, а також зростання конкуренції та необхідність інновацій.

Однак, з використанням інноваційних підходів та технологій, CPG компанії можуть подолати ці проблеми та забезпечити ефективну логістику, яка відповідає потребам споживачів та підвищує їхню задоволеність. Наприклад, використання систем управління запасами та маршрутизації доставки може допомогти компаніям оптимізувати свої процеси та знизити витрати, а використання нових технологій, таких як дрони доставки та 3D-друк, може надати нові можливості для прискорення виробництва та доставки продуктів.

Крім того, важливо, щоб CPG компанії прагнули сталого розвитку та екологічної відповідальності, впроваджуючи інноваційні рішення в галузі стійкості та екологічної відповідальності. Це може покращити імідж компанії в очах споживачів та підвищити задоволеність та лояльність клієнтів.

Зрештою, зростання конкуренції на ринку вимагає від CPG компаній постійного інноваційного розвитку та пошуку нових можливостей для покращення якості продуктів та послуг. Інноваційні рішення, такі як дослідження та розробка нових продуктів, упаковок та технологій, можуть допомогти компаніям залишатися конкурентоспроможними на ринку та залучати нових клієнтів.

В цілому, CPG компанії стикаються з низкою складнощів у галузі логістики, але за допомогою інноваційних рішень та підходів вони можуть подолати ці проблеми та забезпечити більш ефективну логістику, яка відповідає потребам споживачів та підвищує їхню задоволеність.

### 1.3 Прогнозування потреб у товарах по групах користувачів

На кожному підприємстві і у кожній компанії, особливо дистрибуторській,



гостро виникає питання щодо продажів на майбутні періоди, попит та загальну ситуацію. Дуже важливим інструментом у цьому випадку є прогнозування.

Прогнози, програми і плани, що розробляються, є найважливішими інструментами реалізації політики відповідних суб'єктів управління. Саме вони дозволяють організувати чітку, продуману, всесторонньо обґрунтовану роботу щодо просування визначеної стратегії діяльності.

У практичній діяльності розрізняють поняття “прогноз” та “прогнозування”. Прогноз – це оцінка майбутньої діяльності, а прогнозування – це вид передбачення.

З метою оцінки можливих дій агентів і конкурентів на зовнішньому і внутрішньому ринках та недопущення помилок і прорахунків у власній діяльності підприємства, застосовують стратегічне прогнозування, яке виступає необхідним елементом формування ринкової стратегії на будь-якому рівні господарювання (від індивідуального виробництва, комерційних структур та їх асоціацій до суспільства в цілому). Суть стратегічного прогнозування полягає в розробці довготермінових та середньотермінових прогнозів щодо економіки підприємства в цілому та його структурних підрозділів.

Під стратегічним прогнозом необхідно розуміти емпіричне або науково обґрунтоване судження про можливий стан об'єкта прогнозування в майбутньому, альтернативні шляхи і терміни його досягнення [1].

Стратегічне прогнозування виступає важливою ланкою взаємозв'язку між теорією і практикою регулювання діяльності підприємства. Воно виконує дві основні функції:

- передбачення (опис);
- розпоряджувальну, яка сприяє оформленню прогнозу у вигляді плану діяльності.

Функція передбачення полягає у описі можливих або бажаних перспектив об'єкта прогнозування у майбутньому.

Розпоряджувальна функція передбачає підготовку проектів рішень щодо різних проблем планування, використання інформації про майбутнє в цілеспрямованій діяльності різних суб'єктів управління.

Вказані функції тісно взаємопов'язані між собою: без опису можливих перспектив розвитку об'єкта прогнозування в майбутньому, неможливо здійснити підготовку проектів рішень щодо таких об'єктів.

Процес і результати прогнозної діяльності можуть використовуватися в двох напрямках: теоретично-пізнавальному і управлінському. Теоретико-пізнавальне призначення стратегічного прогнозування передбачає вивчення та удосконалення методології і методики робіт із складання прогнозів, виявлення тенденцій, характерних для розвитку економіки і соціальних відносин, факторів, що сприяють виникненню та здійсненню можливих змін цих чинників, а також самих тенденцій. Управлінський аспект стратегічного прогнозування – це використання прогнозів економічного і соціального розвитку підприємства для створення необхідних умов, що забезпечують підвищення наукового рівня відповідних управлінських рішень.

Для передбачення майбутнього підприємства використовують певні типи прогнозування:

1. Прогнозування, що ґрунтується на творчому баченні майбутнього та суб'єктивних знаннях прогнозиста, його інтуїції. Часто такі прогнози мають вигляд літературного опису уявного майбутнього і є непоганим доповненням до виважених, обґрунтованих кількісних прогнозів.

2. Пошукове прогнозування — спосіб наукового прогнозування від теперішнього до майбутнього. Прогнозування розпочинають, спираючись на наявну нинішню інформацію, поступово проникаючи у майбутнє. Існують два підходи до пошукового прогнозування: екстраполяційний (прогноз як проекція минулого у майбутнє) та альтернативний (складають кілька варіантів прогнозів з урахуванням можливих змін зовнішнього середовища; кожний з варіантів

покладено в основу побудови сценарію майбутнього).

3. Нормативне прогнозування передбачає визначення узагальнених цілей та стратегічних орієнтирів на майбутнє з подальшим оцінюванням розвитку підприємства виходячи з цих цілей.

Складання прогнозу має свої особливості. У зв'язку з цим виникає потреба у їх класифікації. Вона може будуватися залежно від різних критеріїв та ознак, цілей, завдань, об'єктів прогнозування та методів його організації. Найважливішими з них є: масштаби прогнозування, термін, на який здійснюється прогноз, специфічні особливості об'єкта, призначення прогнозу, можливий вплив підприємства на майбутнє, ступінь ймовірності настання подій, спосіб надання результатів прогнозів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

### Класифікація та види прогнозів

<b>ВИДИ ПРОГНОЗІВ</b>	За часовою ознакою (за терміном і характером розв'язуваних проблем)	стратегічні (мають на меті передбачення найважливіших параметрів формування керованих об'єктів у середньостроковій та довгостроковій перспективах)
		довгострокові (більше трьох років)
		середньострокові (від одного до трьох років)
		короткострокові (на один рік)
	За типами прогнозування (за функціональною ознакою)	оперативні (передбачені для виявлення можливостей щодо вирішення конкретних аспектів стратегічних прогнозів, короткострокових перспектив і поточної діяльності)
		пошукові (базуються на умовному продовженні в майбутньому тенденцій розвитку підприємства, виходячи з оцінки його діяльності в минулому і на нинішньому етапі, і не враховує чинники, які можуть змінити ці тенденції)
		нормативні (розробляються на підставі раніше визначених цілей, їх завданням є розробка шляхів та термінів досягнення можливих станів об'єкта прогнозування у майбутньому)
	За можливим впливом підприємства на майбутнє	ті, що ґрунтуються на творчому баченні перспектив розвитку
		активні (активні дії з проектування майбутнього, реальний вплив на зовнішнє середовище)
	За масштабом прогнозування	пасивні (підприємство не намагається впливати на середовище свого функціонування)
		макроекономічні та структурні
		розвитку окремих комплексів економіки
		галузеві та регіональні
		діяльності суб'єктів господарювання (підприємств, їх асоціацій)
		діяльності окремих виробництв і продуктів

	За ступенем імовірності настання подій	інваріантні (підприємство розраховує на високий ступінь визначеності майбутнього середовища і відповідно прогноз містить лише один варіант розвитку подій)
		варіантні (ґрунтуються на припущенні про певну невизначеність майбутнього середовища і відповідно розробляють декілька варіантів розвитку подій зовнішнього середовища)
	За способом надання результатів прогнозів	точковий (варіант прогнозу містить лише одне значення показника, що прогнозується)
		інтервальний (передбачення майбутнього з певними інтервалами, діапазонами значень показника, що прогнозується)

Прогнозуванням на підприємстві повинні займатися працівники, які пройшли спеціальну підготовку. Для прогнозування створюються робочі групи, які у своїй роботі використовують різноманітні методи стратегічного прогнозування, залежно від поставленої мети дослідження.

З метою прогнозування параметрів зовнішнього та внутрішнього середовища підприємства у стратегічному аналізі досить широко застосовуються різноманітні методи прогнозування. Загальні методи прогнозування можна розділити на дві групи: експертні методи прогнозування (якісні) та кількісні методи прогнозування (статистичні) (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

### Методи прогнозування у стратегічному аналізі

Експертні методи прогнозування	Індивідуальні експертні оцінки	Метод складання сценаріїв
		Метод інтерв'ю
		Метод імітаційного моделювання
		Метод доповідних записок
	Коллективні експертні оцінки	Метод "комісій"
		Метод мозкової атаки
		Метод Дельфі
		Огляди і опитування
		Оцінки покупців (клієнтів)
		Опитування продавців
	Жюрі експертів-виконавців	
Кількісні методи прогнозування	Аналіз часових рядів	
	Методи екстраполяції	
	Методи моделювання	
	Метод рухомого середнього	
	Експоненційне згладжування	
	Регресійний аналіз	
	Економетричне моделювання	

	Спеціальні застереження
	Метод найменших квадратів
	Інформаційний метод

Експертні методи прийняття рішень у стратегічному аналізі передбачають урахування суб'єктивних думок експертів про майбутній стан підприємства в разі реалізації обраної стратегії. Для експертних методів оцінок характерним є передбачення майбутнього на основі раціональних аргументів та інтуїції. Методи експертних оцінок, як правило, мають якісний характер і ґрунтуються на думках та припущеннях експертів та спеціалістів.

Кількісні методи базуються на аналізі даних і використанні статистично-математичних методів.

#### 1.4 Статистична обробка даних про продажі

Методи простої екстраполяції динамічних рядів і методи, що використовують рівняння часового тренду, базуються на припущенні зберігання тенденцій, що склалися в "передісторії" (ретроспектива) і в прогнозованому періоді. Якби середні коефіцієнта росту і параметри рівняння тренду залишились незмінними для різних відрізків часу, взятих з одного і того ж періоду, то названі методи прогнозування в зв'язку з нескладністю їх використання були б бездоганні.

Однак, як показує досвід, а це підтверджується різними результатами прогнозу споживання кондитерських виробів в залежності від величини ретроспективного періоду, значення параметрів рівняння визначаються кількістю періодів "передісторії". Та якщо споживання кондитерських виробів має більш стабільний ріст, то для багатьох економічних процесів характерні як стабільні, так і стрибкоподібні зміни, що істотним чином відбивається на величині параметрів рівняння, розрахованих для різних періодів, а звідси впливає, що і на

результати прогнозу.

Крім того, при використанні в прогнозуванні рівняння тренду всі рівні ряду в однаковій мірі впливають на параметри рівняння і, таким чином, в однаковій мірі визначають і рівень прогнозованих показників.

Вказані недоліки привели до необхідності вдосконалення методів прогнозування, що базуються на використанні одного часового ряду, в результаті чого були розроблені, так звані, адаптивні методи прогнозування. Сутність цих методів полягає в тому, що здійснюється постійна адаптація результатів прогнозів до нової інформації, тобто прогнози стають більш чутливі до нових даних. Це, природно, значною мірою збільшує точність прогнозів.

Одночасно адаптивні методи прогнозування передбачають різну цінність рівнів динамічного ряду, що є основою для побудови прогнозу.

По мірі віддалення від кінця динамічного ряду рівні ряду динаміки чинять все менший вплив на результати прогнозу. Звідси, результати прогнозу головним чином залежать від рівней ряду, які ближче всього знаходяться до початку прогнозного періоду, тобто більш пізні і віддалені у часі спостереження.

Метод експоненційного згладжування складніший порівняно з методом рухомої середньої. Він забезпечує швидке реагування прогнозу на всі події, що охоплюються часовим рядом. Основна ідея даного методу полягає в тому, що кожен новий прогноз отримується шляхом зсування попереднього прогнозу у напрямку, який би давав кращі результати порівняно із старим прогнозом. Базове рівняння має такий вигляд:

$$F(t + 1) = \alpha \cdot D(t) + (1 - \alpha) \cdot F(t), \quad (1.1)$$

де  $F(t + 1)$  – прогноз для часового періоду  $t + 1$ ;  $D(t)$  – фактичне значення показника у момент часу  $t$ ;  $F(t)$  – прогноз, зроблений у момент часу  $t$ ;  $\alpha$  – константа згладжування ( $0 < \alpha < 1$ ).

Константа згладжування є самокорегованою величиною.

### 1.5 Детерміновані моделі управління запасами.

Для забезпечення безперервності виробництва, бізнесу, торгівлі та послуг необхідно підтримувати розумний розмір обсягу матеріальних ресурсів та комплектуючих. Традиційно, запас розглядається як неминучі витрати, оскільки гроші, вкладені в ресурси, як би заморожуються. Однак, занадто низький або відсутній рівень запасу призводить до зупинок діяльності підприємства. Завдання управління оптимальним обсягом запасів ресурсів може бути детермінованим або ймовірністним.

У детермінованому завданню розміри споживання ресурсу в одиницю часу, величини знижок, терміни поставки, витрати на оформлення та доставку замовлення, час доставки і втрати від дефіциту товару заздалегідь відомі і виражені числом.

Завдання управління запасами виробляє стратегію, що включає відповіді на 2 питання:

- Яку кількість збереженого запасу слід замовити?
- Через які проміжки часу поповнювати запас?

Фактично завдання зводиться до мінімізації функції витрат:

$$F_{\Sigma} = C_k + K + h + D_o \quad (1.2)$$

де  $C_k$  - витрати на придбання, що визначаються вартість одиниці придбаної продукції, можуть бути постійними або залежати від обсягу придбання (знижки);  $K$  - витрати на оформлення замовлення, не залежать від його обсягу і пов'язані з оформленням, доставкою та розміщенням на власному складі;  $h$  - витрати на зберігання запасу - відсоток на інвестований капітал плюс щоденні витрати на зберігання, утримання та догляд;  $D_o$  - витрати від дефіциту товару - витрати,

зумовлені відсутністю запасу продукції, від втрати прибутку і втрати довіри клієнтів.

Відповідь на питання "коли замовляти?" залежить від типу системи управління запасом. Якщо має місце періодичний контроль запасів (щотижня, щомісяця), то момент формування нового замовлення збігається з початком нового періоду. Якщо ж у системі передбачений безперервний контроль, то замовлення формується в той момент, коли запас на складі знижується до рівня точки відновлення запасу.

Особливість багатопродуктової моделі з обмеженням на склад в тому, що необхідно зберігати різні товари на складі при обмежених ресурсах. Попит на всі види ресурсів постійний, дефіцит не допускається [2]. Для кожного такого товару введемо позначення:

$D_i$  - інтенсивність попиту;

$K_i$  - вартість розміщення замовлення

$h_i$  - вартість зберігання одиниці товару

$y_i$  - об'єм замовлення;

$a_i$  - необхідний простір для зберігання одиниці товару;

$A$  - максимальний складський простір для зберігання всіх товарів.

За відсутності дефіциту необхідно мінімізувати функцію

$$TCU(y_1, y_2, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^n \left( \frac{K_i D_i}{y_i} + \frac{h_i y_i}{2} \right) \quad (1.3)$$

при обмеженнях:  $\sum_{i=1}^n a_i y_i \leq A$  та  $y_i > 0$  для будь-якого  $i$  від 1 до  $n$ .

Рішення такого завдання ведеться ітераційно за наступним алгоритмом:

Крок 1. Визначаються оптимальні обсяги замовлень без врахування обмежень для всіх видів продукції:

$$y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i}} \quad (1.4)$$



Крок 2. Перевіряють, чи задовольняє знайдене значення обмеженню на місткість складу. Якщо так, то розрахунок припиняють, якщо ні, то переходять до кроку 3.

Крок 3. Обмеження на місткість складу приймається у формі рівності, а величини  $y_i^*$  знаходяться з урахуванням множників Лагранжа  $y_i^* = \sqrt{\frac{2K_i D_i}{h_i - 2\lambda^* a_i}}$ , де початкове наближення множника Лагранжа  $\lambda^*$  може бути знайдено через середні величини попиту, витрат на зберігання і простору

$$\lambda^* = \frac{\bar{h}}{2\bar{a}} - \frac{n^2 \bar{a} \overline{KD}}{A^2} \quad (1.5)$$

де  $\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$ ,  $\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$  та  $\overline{KD} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i D_i}{n}$ .

Точне значення  $\lambda$  знаходиться вище або нижче  $\lambda^*$ . Напрямок послідовних наближень можна вибрати з логіки того, що при  $\lambda=0$  ми отримуємо рішення задачі без обмежень на розмір складу.

Крок 4. Перевірка виконання умови обмеження на склад, якщо виконується - відповідь, якщо ні - повторення кроку 3 із зменшеним значенням. Особливість - при виконанні рівності обмеження значення можуть виходити речовими числами, не пов'язаними з розміром упаковки, формою і т.д. тому отримані значення зменшують до найближчого цілого або нормованого числа (упаковок, тонн тощо).

## 1.6 Методи побудови інтелектуальних інформаційних систем

Інтелектуальна інформаційна система (ІС) — це один з видів автоматизованих інформаційних систем, інколи ІС називають системою, засновану на знаннях. ІС є комплексом програмних, лінгвістичних і логіко-математичних засобів для реалізації основного завдання: здійснення підтримки

діяльності людини і пошуку інформації в режимі розширеного діалогу на природній мові [12].

Класифікація ІС:

1. Експертні системи:
  - власне експертні системи (ЕС);
  - інтерактивні банери (web + ЕС).
2. Запитально-відповідальні система (в деяких джерелах «системи спілкування»):
  - інтелектуальні пошукові системи (наприклад, система Старт);
  - віртуальні співбесідники.

ІС можуть розміщуватися на якому-небудь сайті, де користувач ставить системі питання на природній мові (якщо це запитально-відповідальна система) або, відповідаючи на питання системи, знаходить необхідну інформацію (якщо це експертна система). Але, як правило, ЕС в інтернеті виконують рекламно-інформаційні функції (інтерактивні банери), а серйозні системи (такі, як, наприклад, ЕС діагностику устаткування) використовуються локально, оскільки виконують конкретні специфічні завдання.

Інтелектуальні пошукові системи відрізняються від віртуальних співбесідників тим, що вони досить безликі і у відповідь на питання видають деякий витяг з джерел знань (інколи досить великого обсягу), а співбесідники володіють «характером», особливою манерою спілкування (можуть використовувати сленг, ненормативну лексику), і їхні відповіді мають бути гранично лаконічними (інколи навіть просто у формі смайликів, якщо це відповідає контексту :-)).

Для розробки ІС раніше використовувалися логічні мови (Prolog, Lisp т. д.), а зараз використовуються різні процедурні мови. Логіко-математичне забезпечення розробляється як для самих модулів систем, так і для стикування цих модулів. Проте на сьогоднішній день не існує універсальної логіко-математичної

системи, яка могла б задовольнити потреби будь-якого розробника ПС, тому доводиться або комбінувати накопичений досвід, або розробляти логіку системи самостійно. В області лінгвістики теж існує безліч проблем, наприклад, для забезпечення роботи системи в режимі діалогу з користувачем на природній мові необхідно закласти в систему алгоритми формалізації природної мови, а це завдання виявилось куди складнішим, ніж передбачалося на світанку розвитку інтелектуальних систем. Ще одна проблема – постійна мінливість мови, яка обов'язково має бути відбита в системах штучного інтелекту.

Класифікація завдань, вирішуваних ПС:

– інтерпретація даних. Це одне з традиційних завдань для експертних систем. Під інтерпретацією розуміється процес визначення змісту даних, результати якого мають бути погодженими і коректними. Зазвичай передбачається багатоваріантний аналіз даних.

– діагностика. Під діагностикою розуміється процес співвідношення об'єкта з деяким класом об'єктів і виявлення несправності в деякій системі. Несправність — це відхилення від норми. Таке трактування дозволяє з єдиних теоретичних позицій розглядати і несправність устаткування в технічних системах, і захворювання живих організмів, і всілякі природні аномалії. Важливою специфікою є тут необхідність розуміння функціональної структури («анатомії») діагностуючої системи.

– моніторинг. Основне завдання моніторингу — безперервна інтерпретація даних у реальному масштабі часу і сигналізація про вихід тих або інших параметрів за допустимі межі. Головні проблеми — «пропуск» тривожної ситуації і інверсне завдання «помилкового» спрацьовування. Складність цих проблем в розмитості симптомів тривожних ситуацій і необхідність обліку тимчасового контексту.

– проектування. Проектування полягає в підготовці специфікацій на створення «об'єктів» із заздалегідь визначеними властивостями. Під

специфікацією розуміється весь набір необхідних документів — креслення, записка пояснення і так далі Основні проблеми тут — здобуття чіткого структурного опису знань про об'єкт і проблема «сліду». Для організації ефективного проектування і в ще більшій мірі того, що перепроєктувало необхідно формувати не лише самі проектні рішення, але й мотиви їхнього прийняття. Таким чином, в завданнях проектування тісно зв'язуються два основні процеси, виконуваних в рамках відповідної ЕС: процес виведення рішення і процес пояснення.

– прогнозування. Прогнозування дозволяє передбачати наслідки деяких подій або явищ на підставі аналізу наявних даних. Прогнозуючі системи логічно виводять ймовірні наслідки із заданих ситуацій. У прогнозуючій системі зазвичай використовується параметрична динамічна модель, в якій значення параметрів «підганяються» під задану ситуацію. Висновки, що виводяться з цієї моделі, складають основу для прогнозів з ймовірними оцінками.

– планування. Під плануванням розуміється знаходження планів дій, що відносяться до об'єктів, здатних виконувати деякі функції. У таких ЕС використовуються моделі поведінки реальних об'єктів з тим, аби логічно вивести наслідки планованої діяльності.

– навчання. Під навчанням розуміється використання комп'ютера для навчання деякої дисципліни або предмету. Системи навчання діагностують помилки при вивченні якої-небудь дисципліни за допомогою ЕОМ і підказують правильні рішення. Вони акумулюють знання про гіпотетичного «учня» і його характерні помилки, потім у роботі вони здатні діагностувати слабкості в знаннях учнів і знаходити відповідні засоби для їхньої ліквідації. Крім того, вони планують акт спілкування з учнем залежно від успіхів учня з метою передачі знань.

– керування. Під керуванням розуміється функція організованої системи, що підтримує певний режим діяльності. Такого роду ЕС здійснюють управління поведінкою складних систем відповідно до заданих специфікацій.

– підтримка прийняття рішень. Підтримка прийняття рішень — це сукупність процедур, що забезпечує особу, що приймає рішення, необхідною інформацією і рекомендаціями, що полегшують процес ухвалення рішення. Ці ЕС допомагають фахівцям вибрати і сформуванати потрібну альтернативу серед безлічі виборів при ухваленні відповідальних рішень.

У загальному випадку всі системи, засновані на знаннях, можна підрозділити на системи, що вирішують завдання аналізу, і на системи, які вирішують завдання синтезу. Основна відмінність завдань аналізу від завдань синтезу полягає в тому, що якщо в завданнях аналізу безліч рішень може бути перераховане і включене в систему, то в завданнях синтезу безліч рішень потенційно не обмежена і будується з вирішень компонент або проблем. Завданнями аналізу є: інтерпретація даних, діагностика, підтримка ухвалення рішення; до завдань синтезу відносяться проектування, планування, управління. Комбіновані: вчення, моніторинг, прогнозування.

Функціонування інтелектуальної системи можна описати як постійне прийняття рішень на основі аналізу поточних ситуацій для досягнення певної мети. Природно виділити окремі етапи, які утворюють типову схему функціонування інтелектуальної системи:

– Безпосереднє сприйняття зовнішньої ситуації; результатом є формування первинного опису ситуації.

– Зіставлення первинного опису зі знаннями системи і поповнення цього опису; результатом є формування вторинного опису ситуації в термінах знань системи. Цей процес можна розглядати як процес розуміння ситуації, або як процес перекладу первинного опису на внутрішню мову системи. При цьому можуть змінюватися внутрішній стан системи та її знання. Вторинний опис може бути не єдиним, і система може вибирати між різними вторинними описами. Крім того, система в процесі роботи може переходити від одного вторинного опису до іншого. Якщо ми можемо формально задати форми внутрішнього представлення

описів ситуацій та операції над ними, ми можемо сподіватися на певний автоматизований аналіз цих описів.

– Планування цілеспрямованих дій та прийняття рішень, тобто аналіз можливих дій та їхніх наслідків і вибір тієї дії, яка найкраще узгоджується з метою системи. Це рішення, взагалі кажучи, формулюється деякою внутрішньою мовою (свідомо або підсвідомо).

– Зворотна інтерпретація прийнятого рішення, тобто формування робочого алгоритму для здійснення реакції системи.

– Реалізація реакції системи; наслідком є зміна зовнішньої ситуації і внутрішнього стану системи, і т. д.

Дуже важливим є таке міркування. Не слід вважати, що вказані етапи є повністю розділеними у тому розумінні, що наступний етап починається тільки після того, як повністю закінчиться попередній. Навпаки, для функціонування інтелектуальної системи характерним є взаємне проникнення цих етапів. Наприклад, ті чи інші рішення можуть прийматися уже на етапі безпосереднього сприйняття ситуації. Насамперед, це рішення про те, на які зовнішні подразники слід звертати увагу, а на яке не обов'язково. Зовнішніх подразників так багато, що їхнє сприйняття повинно бути вибіркоким.

### 1.7 Висновки до розділу. Постановка задачі дослідження

У сучасному бізнесі на ринку CPG дуже важливо підтримувати розумний розмір обсягу матеріальних ресурсів. Коли йдеться про запас товару, для безперервного та прибуткового функціонування підприємства необхідно застосовувати прогнозування та моделювання.

В роботі вирішена *актуальна науково-практична проблема* побудови моделей і систем підтримки прийняття рішень у процесах керування запасами з

обмеженим ресурсом і розширення мережі роздрібної торгівлі за рахунок нового виду роздрібного продажу.

Враховуючи вищезгадане, *об'єктом дослідження* в даній дипломній роботі є логістичні процеси підприємства оптово-роздрібної торгівлі компанії ТОВ «Товари-К».

Перспективним є створення і застосування ПС, яка дозволяє, використовуючи особливості товарів, збільшити продажі та розширити клієнтську базу компанії.

Відповідно, сформулюємо *предмет дослідження*: моделі й методи оптимізації логістичних процесів керування запасами та продажами компанії ТОВ «Товари-К».

Враховуючи викладене, актуальною вбачається наступна *мета наукового дослідження*: розробка методики прогнозування логістичних операцій та продажів за попитом товару.

Для прогнозування попиту на різні види товарів використовується один з кількісних методів, а саме метод експоненційного згладжування. Цей метод заснований на тому, що кожен новий прогноз отримується шляхом зсування попереднього прогнозу у напрямку, який би давав кращі результати порівняно із старим прогнозом.

Отже, в ході дослідження для досягнення його мети, необхідно вирішити наступні задачі:

- формалізація даних шляхом вилучення шумових значень;
- побудова моделі статистичного прогнозування з використанням моделі експоненційного згладжування;
- побудова багатопродуктової математичної моделі з обмеженнями на ресурс на основі попередніх прогнозів;
- перевірка застосовності побудованих моделей та аналіз результатів;
- аналіз впливу шкідливих факторів на робочих місцях;
- розрахунок штучного освітлення у відділенні аналітики.



## 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Обробка початкових даних

Компанія «Товари-К» є офіційним дистрибутором компанії Крафт Фудз Україна та єдиним у Дніпропетровській області постачальником товарів наступних торговельних марок: «Dirol», «Milka», «Belvita», «Tuc», «Oreo», «Jacobs», «Picnic», «Halls», «Tassimo», «Carte Noire», «Барні», «Люкс», «Корона».

У якості початкових даних виступають замовлення мережі торговельних супермаркетів «Vagus» за 2023 рік. Так як замовлення формуються щотижнево, дані у першому стовбці відповідають номеру тижня. Дані у послідуючих стовпцях відповідають розмірам замовлень за певний тиждень у одиницях продукції. Всього представлено найбільш вживаних 8 товарів, а саме:

- Бісквіт Барні з молочною начинкою 150г;
- Кава розчинна Jacobs Monarch 100г;
- Крекер солоний Tuc з сиром 100г;
- Печиво Belvita з медом та горіхами 50 г;
- Печиво Oreo 66г;
- Чіпси Люкс з беконом 80г;
- Молочний шоколад Корона без додатків 100г;
- Молочний шоколад Milka без додатків 95г;

В якості вхідних даних були обрані саме ці товари тому, що вони є найбільш розповсюдженими у своїй групі. Мається на увазі, що з усієї продукції ТМ «Корона» найуживанішим є молочний шоколад без додатків. На основі цього ж принципу були відібрані продукти інших ТМ.

Успішне розв'язання задач ідентифікації, прогнозування та діагностики неможливе без попередньої формалізації задачі та попередньої підготовки даних.

Обрані для обробки вхідні дані мають єдину розмірність – штуки або одиниці товару, тому немає потреби приводити їх до безрозмірного вигляду. Однак, слід врахувати вплив шумових ефектів на вхідні фактори. Одиничні дуже великі або дуже маленькі значення всередині вибірки спотворюють значення результируючих характеристик. Тому було вилучено найбільш зашумлені фактори без зниження загальної інформативності та визначена і зменшена шумова присутність. Так, наприклад, до обробки, стандартне відхилення по бісквіту Барні дорівнювало 17 145. Вилучивши одне значення відхилення даних становило 8 704.

Наступним кроком є побудова кореляційної таблиці. У результаті розрахунків була виявлена висока ступінь взаємозв'язку між печивом Belvita та Oreo - коефіцієнт кореляції 0,56, та шоколадом Корона та Milka - коефіцієнт кореляції 0,61. Це пояснює їх належність до однакових груп товарів – печиво та шоколад відповідно.

Таблиця 2.1

### Коефіцієнти кореляції для товарів

Товар	Барні	Jacobs	Tuc	Belvita	Oreo	Люкс	Корона	Milka
Барні	1	0,42	0,44	0,43	0,36	0,19	0,29	0,04
Jacobs	0,42	1	0,37	0,27	0,39	0,19	0,40	0,53
Tuc	0,44	0,37	1	0,31	0,45	0,45	0,11	0,14
Belvita	0,43	0,27	0,31	1	0,56	0,01	0,26	0,11
Oreo	0,36	0,39	0,45	0,56	1	0,23	0,30	0,03
Люкс	0,19	0,19	0,45	0,01	0,23	1	0,06	0,30
Корона	0,29	0,40	0,11	0,26	0,30	0,06	1	0,61
Milka	0,04	0,53	0,14	0,11	0,03	0,30	0,61	1

Ступінь корельованості інших даних не перевищує 0,42, що дає змогу прийняти гіпотезу про їх незалежність.

## 2.2 Прогнозування продажів за марками товарів

Для вирішення задачі керування логістичними операціями в першу чергу потрібно мати уявлення про обсяг товару, який повинен вміщувати склад протягом певного проміжку часу. Для цього необхідно виконати прогнозування на основі статистичних даних. У якості цих даних маємо таблицю розподілів замовлень торговельної мережі «Varus» за перші 40 тижнів 2023 року.

Для виконання прогнозу на послідувачі 10 тижнів були використані моделі експоненційного згладжування 1-го та 2-го порядків для кожного товару з урахуванням попередніх замовлень.

Основна ідея методу експоненційного згладжування полягає в тому, що кожен новий прогноз отримується шляхом зсування попереднього прогнозу у напрямку, який би давав кращі результати порівняно із старим прогнозом [1].

Введемо позначення:

$t$  – часовий період – тиждень,

$F(t+1)$  – прогноз для часового періоду  $t+1$  – наступний тиждень,

$D(t)$  – фактичне значення показника у тиждень  $t$ ,

$F(t)$  – прогноз, зроблений у тиждень  $t$ ,

$\alpha$  – константа згладжування ( $0 < \alpha < 1$ )

За формулою (1.1) побудуємо модель експоненційного згладжування 1-го порядку.

До рівняння 2-го порядку додаються вагові коефіцієнти ретроспективної прогнозуючої моделі  $a_1$  та  $a_2$ , які регулюють ступінь впливу попередніх даних на прогнозуючі.

Таким чином, рівняння 2-го порядку має вигляд:

$$F(t + 1) = \alpha(a_1D(t) + a_2D(t - 1)) + (1 - \alpha)(a_1F(t) + a_2F(t - 1)), \quad (2.1)$$

Константа згладжування  $\alpha$  та коефіцієнти  $a_1$  та  $a_2$  є самокорегованими величинами. Їх оптимальні значення були підбрані за допомогою функції «Пошук рішення» MS Office Excel з використанням методу сполучених градієнтів. Основною перевагою методу є те, що він вирішує квадратичну задачу оптимізації за кінцеве число кроків.

Після виконання прогнозу замовлень по кожному товару на 10 тижнів, починаючи з 41-го тижня 2024 року, були розраховані середні квадратичні відхилення даних, отриманих в результаті прогнозу, від реальних даних навчальної вибірки (табл. 2.2). Значення похибок прогнозуючої моделі 2-го порядку після навчання значно менші, ніж у моделі 1-го порядку. Тому можна зробити висновок про більшу точність моделі прогнозування 2-го порядку.

Таблиця 2.2

**Середні квадратичні відхилення по результатом 1-ї та 2-ї прогнозуючої моделей**

Модель		Товар							
		Барні	Jacobs	Tuc	Belvita	Oreo	Люкс	Корона	Milka
1й порядок	Навч.	0,19	0,33	0,47	0,34	0,23	0,29	0,49	0,58
	Перев.	0,18	0,32	0,31	0,26	0,13	0,20	0,44	0,52
2й порядок	Навч.	0,19	0,38	0,29	0,36	0,23	0,36	0,49	0,52
	Перев.	0,09	0,29	0,26	0,12	0,06	0,10	0,22	0,28

Отже, для товару Belvita зобразимо графічно експоненційні криві моделей першого та другого порядків, відображаючи на цьому ж графіку фактичні значення замовлень протягом 10-ти тижнів (рис. 2.1).

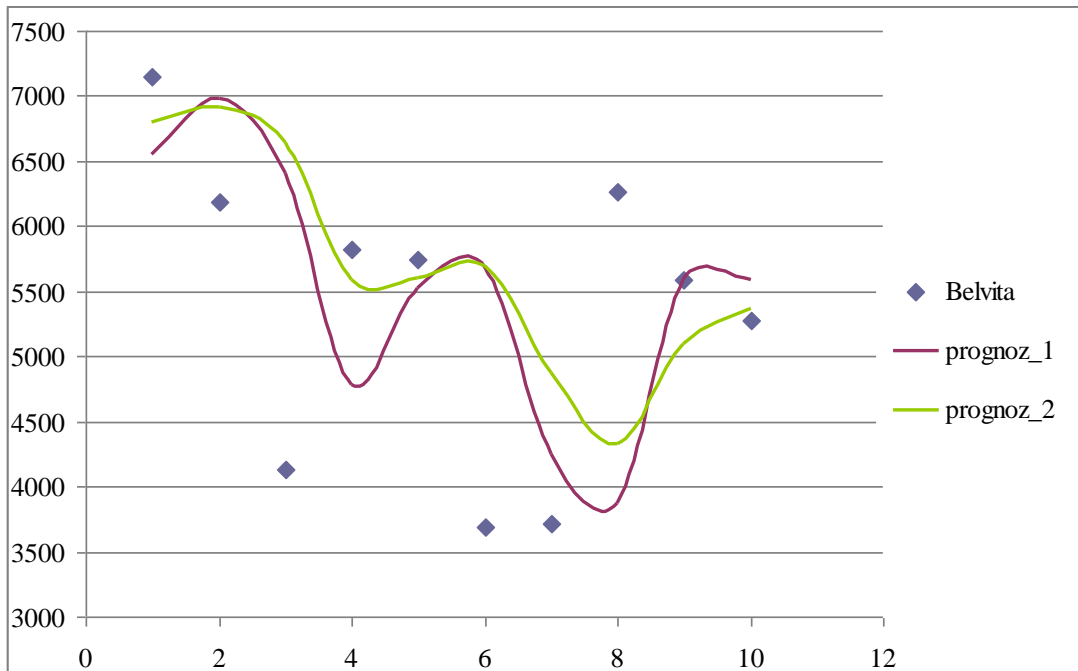


Рис.2.1. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукту Belvita

Аналогічно розглянемо графіки прогнозуючих моделей інших товарів (рис. 2.2 - 2.7):

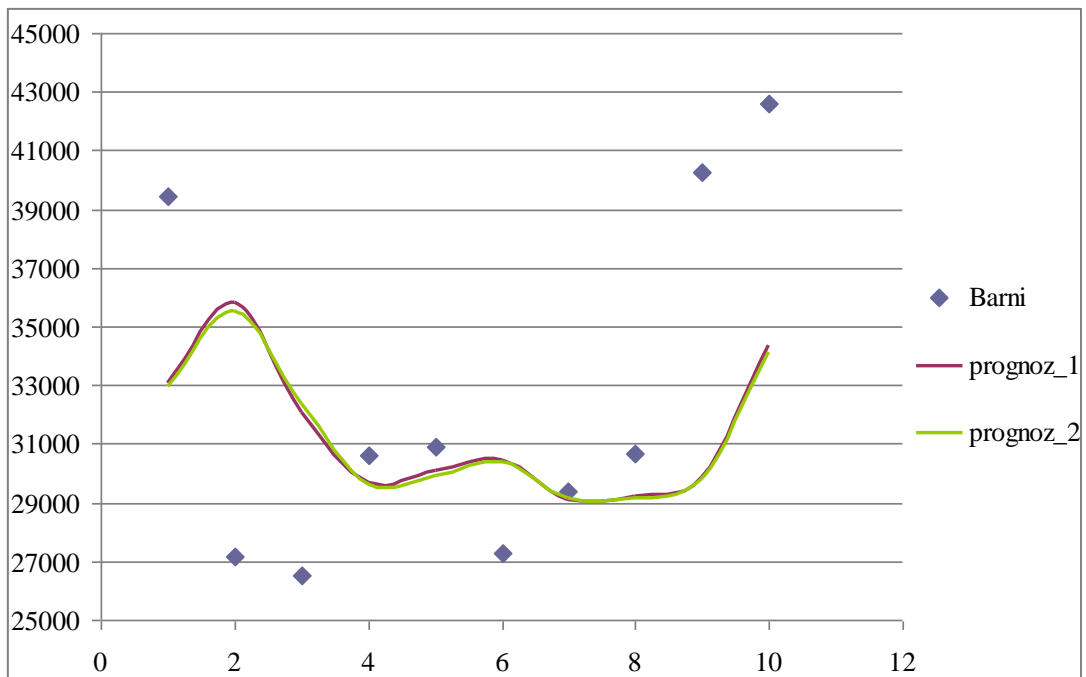


Рис.2.2. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукту Барні

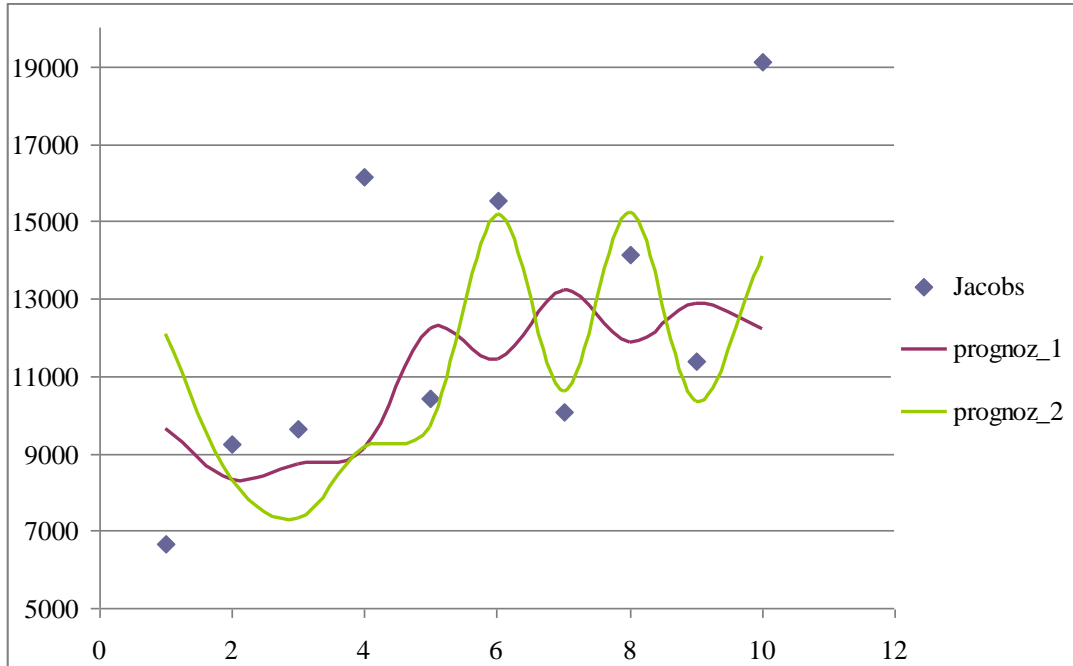


Рис.2.3. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукта Jacobs

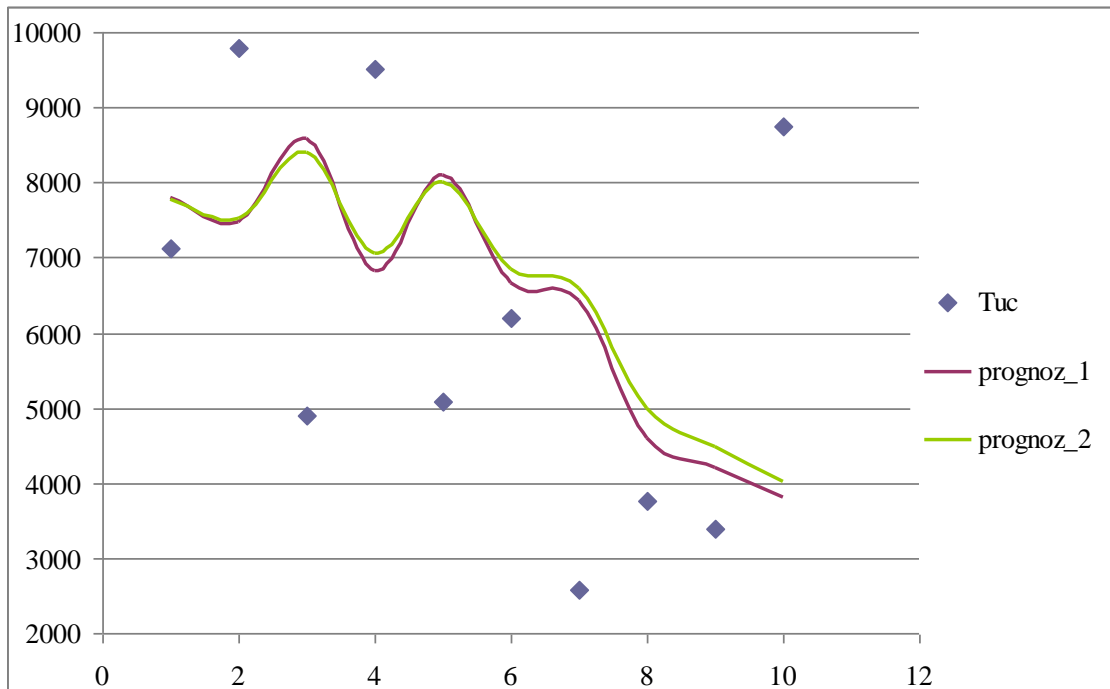


Рис.2.4. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукта Tус

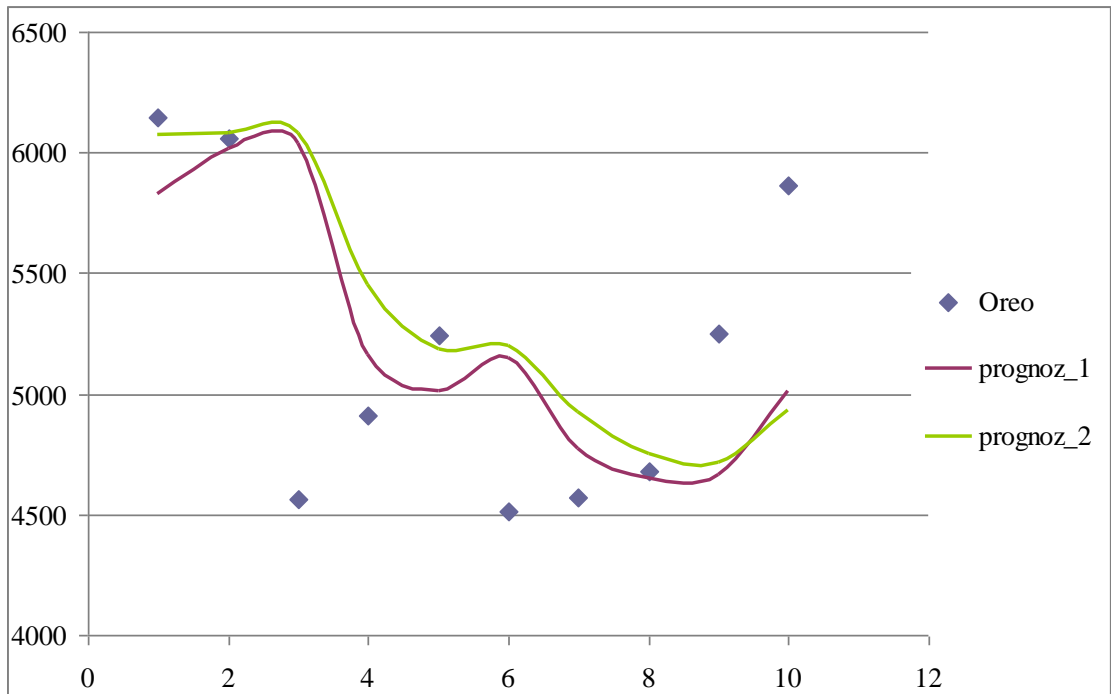


Рис.2.5. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукта Oreo

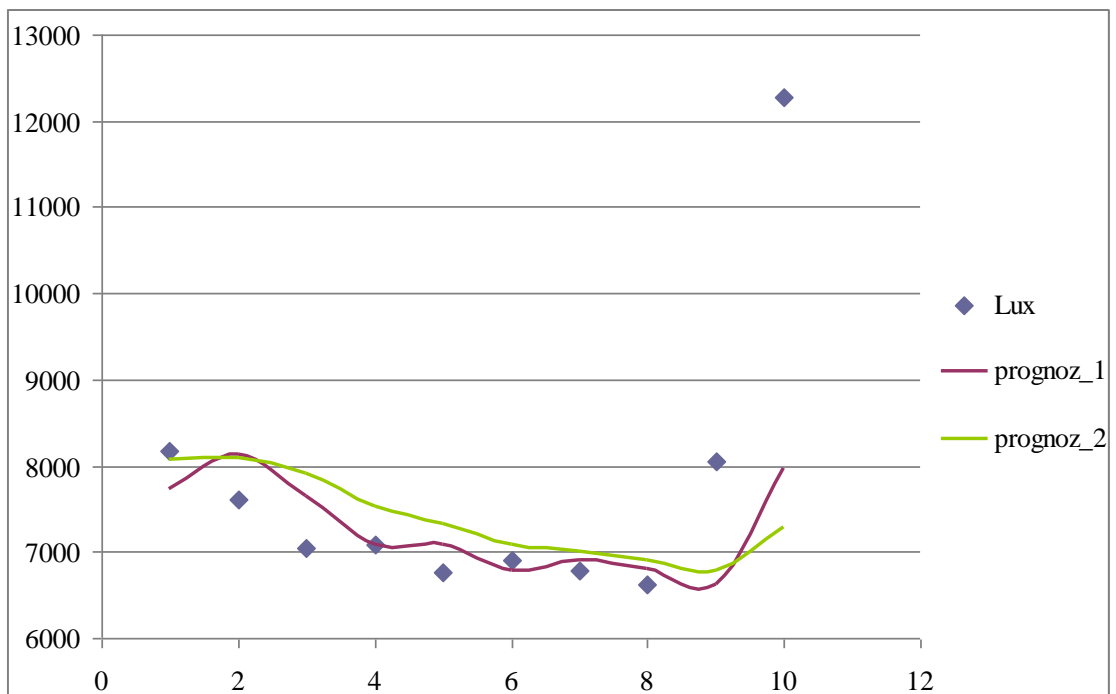


Рис.2.6. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукта Lux

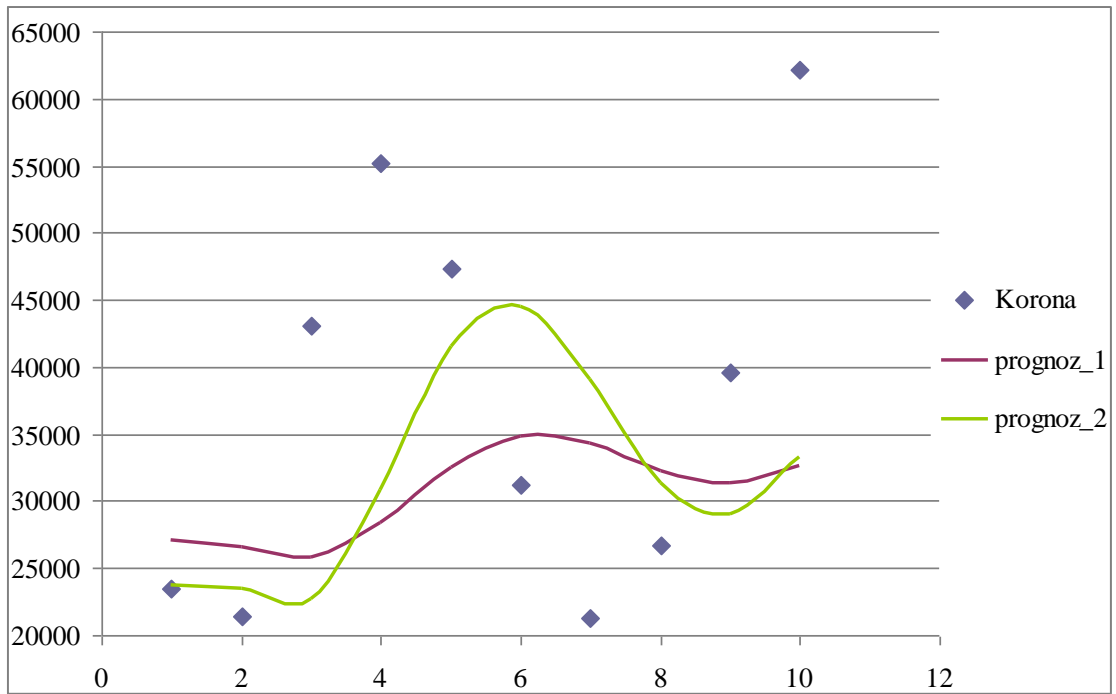


Рис.2.7. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукта Корона

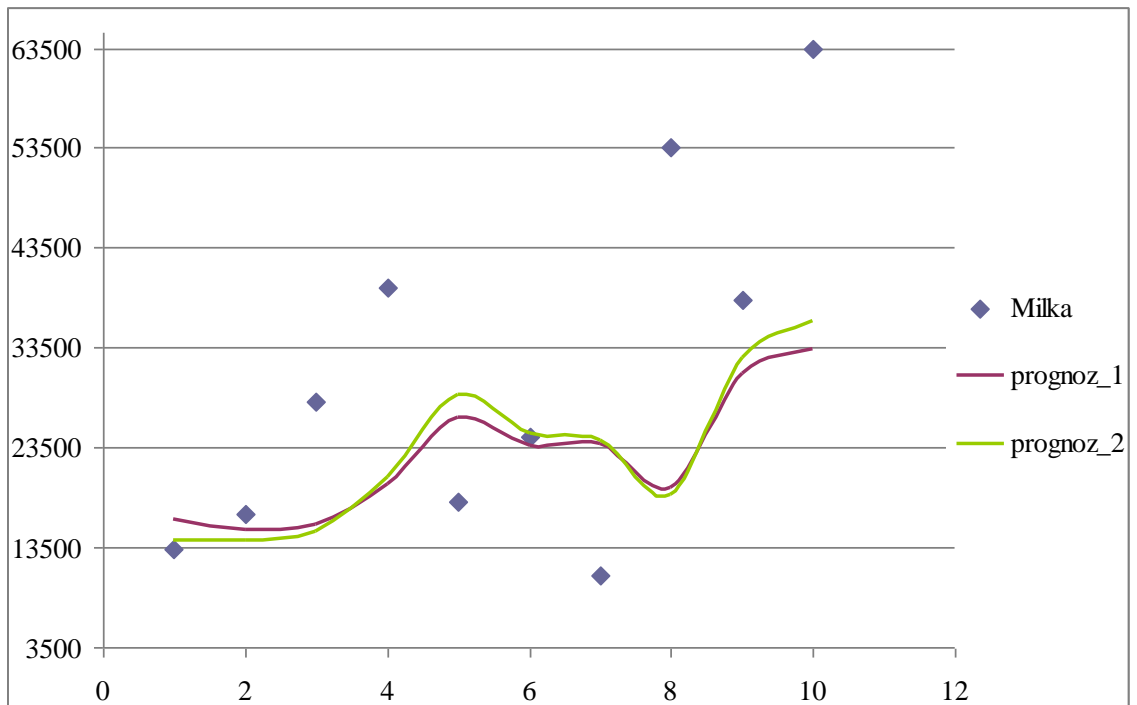


Рис.2.8. Прогнозуючі моделі першого та другого порядків для продукта Мілка



Константи згладжування  $\alpha$  для моделей експоненційного згладжування 1-го та 2-го порядку були підібрані методом сполучених градієнтів наступним чином (табл. 2.3):

Таблиця 2.3

**Константи згладжування  $\alpha$  для моделей першого та другого типів**

Модель	Товар							
	Барні	Jacobs	Tuc	Belvita	Oreo	Люкс	Корона	Milka
Модель 1-го порядку	0,43	0,44	0,49	0,71	0,60	0,95	0,16	0,33
Модель 2-го порядку	0,54	0,90	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54

Проаналізувавши графіки, можна зробити висновок, що експоненційна модель другого порядку є більш точною. Також це доводять значення середніх квадратичних похибок, які є значно менші, ніж у моделі першого порядку. Наприклад, прогноз на попит печива Oreo, згідно моделі першого порядку, має похибку 18% при похибці 23% на навчальній вибірці. В той же час прогноз моделі другого порядку є неточним лише на 6%. Тому саме результати її прогнозу будуть використовуватись у подальших розрахунках.

### 2.3 Система керування запасами з обмеженням на склад

Перейдемо до основної частини роботи, а саме до керування логістичними операціями на складі Дніпропетровській філії. Користуючись багадопродуктовою моделлю с обмеженням на склад, розрахуємо обсяг товару кожної категорії, який необхідно замовити на 41-й тиждень на основі отриманого прогнозу попиту.

Нехай  $n$  – кількість розглянутих товарів,  $n = 8$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Згідно прогнозу другої експоненційної моделі на 41-й тиждень, розрахуємо інтенсивність попиту –  $D_i$  (одиниць/день) для кожного товару (табл.. 2.4):

Таблиця 2.4

### Інтенсивність попиту товарів

Товар	Інтенсивність попиту (одиниць товару на добу)
Барні	4707
Jacobs	1274
Tuc	1109
Belvita	972
Oreo	868
Люкс	1152
Корона	3386
Milka	2024

$K_i$  - вартість розміщення замовлення розраховується виходячи з зарплати логістів та кількості супермаркетів, замовлення яких також потребують обробки. Вартість розміщення для кожного товару однакова та дорівнює 20 000 грн;

$h_i$  - вартість зберігання одиниці товару дорівнює відношенню його ціни до строку придатності (грн/день);

$a_i$  - необхідні затрати на закупівлю одиниці товару;

$t_i^*$  - час циклу замовлення товару, іншими словами, через який проміжок часу необхідно робити повторне замовлення;

$y_i^{**a(i)}$  - вартість замовлення;

$A$  - максимальний допустимий бюджет для замовлення товару.  $A = 5\,550\,000$  грн.

Отже, визначимо оптимальні обсяги замовлень без врахування обмежень для всіх видів продукції за формулою (1.4).

Результати обчислень наведені нижче (табл.2.5) :

Таблиця 2.5

**Розрахунок оптимальних обсягів замовлень без врахування обмежень**

Товар	$D_i$ Інтенсив- ність попиту, шт/доба	$a_i$ вартість закупівлі одиниці товару, грн.	$h_i$ вартість зберігання одиниці товару, грн./добу/шт	$K_i$ вартість розміщення замовлення, грн.	$y_i^*$ - обсяг замов- лення, шт.	$y_i^{**}a(i)$ вартість замовлення, тис. грн	$t_i^*$ час циклу замов- лення
Барні	4707	19.6	0.28	20000	38304	749.577	9
Jacobs	1724	332.3	1.6	20000	6495	2158.529	4
Тус	1109	54.2	0.4	20000	11171	605.665	11
Belvita	972	25.5	0.33	20000	15248	388.812	16
Oreo	868	28.3	0.13	20000	12485	353.260	15
Люкс	1152	52.9	0.44	20000	16306	861.970	15
Корона	3386	52.2	0.21	20000	24364	1271.422	8
Milka	2024	57	0.21	20000	18023	1027.549	9

Шостий стовпчик таблиці показує кількість товару, яку необхідно замовити по закінченню циклу. Наприклад, на 41-му тижні необхідно замовити 6495 банок кави Jacobs та повторити процедуру через 4 дні.

Розрахуємо загальну вартість замовлення (сума по сьомому стовбцю). Вона становить 7 416 784,2 грн. Максимальний допустимий бюджет набагато нижчий цієї суми, отже, перейдемо до наступного кроку.

Обмеження на бюджет приймемо у формі рівності, а величини  $y_i^*$  знайдемо з урахуванням множників Лагранжа за формулою (1.5).

Отже, розрахувавши  $\bar{h}=0,45$ ,  $\bar{a}=77,75$  та  $\overline{KD}=39\ 855$  тис.грн., отримаємо

$$\lambda^* = -0,003898735$$

Опираючись на те, що точне значення  $\lambda$  знаходиться вище або нижче  $\lambda^*$  та напрямком послідовних наближень можна вибрати з логіки того, що при  $\lambda=0$  ми отримуємо рішення задачі без обмежень на розмір складу, методом сполучених градієнтів отримаємо остаточне значення  $\lambda^*$  :

$$\lambda^* = -0,001927397$$

Остаточні обсяги замовлень та їх вартості, а також час циклу замовлення представимо у табл. 2.6:

Таблиця 2.6

Остаточні обсяги замовлень, їх вартості та час циклу замовлень

Товар	$y_i^*$ -обсяг замовлення, шт.	$y_i^{**}a(i)$ вартість замовлення, тис. грн.	$t_i^*$ час циклу замовлення, діб
Барні	30390	595.644	7
Jacobs	4860	1614.978	3
Tuc	8865	480.483	8
Belvita	12100	308.55	13
Oreo	10225	289.3675	12
Люкс	11055	584.8095	10
Корона	17760	927.072	6
Milka	13140	748.98	7

Розрахуємо загальну вартість замовлення. Вона становить 5 549 884 грн.

Ця сума задовольняє обмеженню та є максимально наближеною до 5 550 000 грн. Тому отримане рішення можна вважати оптимальним.

#### 2.4 Інтелектуальна система вибору вмісту торговельного автомату

У сучасному світі дуже розповсюджене швидке харчування. Це стосується не лише кафе та кіосків, а й автоматів з їжею. Більш знайомими для українців на теперішній час є автомати з напоями, кавою. І тільки починають з'являтися автомати, з яких, поклавши гроші, можна отримати пачку чіпсів, шоколад, печиво та інші продукти.

Такий автомат не тільки є модною сучасною тенденцією, а й дієвим способом розширення мережі роздрібної торгівлі за рахунок нового виду роздрібного продажу.

Якщо з принципом роботи все зрозуміло, то з оптимальним набором продуктів не дуже, тому що він залежить від багатьох факторів:

- Місце, в якому треба розташувати автомат: спортивне, культурне, студентське, дорожнє, дитяче. Зрозуміло, що на стадіоні більше будуть радіти чіпсам, а студенти залюбки поласують шоколадом або крекерами;

- Ціна (орієнтація на платоспроможність клієнтів);

- Ситність продукту (ккал);

- Смак продукту;

- Характер продукту (їжа, напої, жувальна гумка).

Отже, на основі цих факторів будуються питання ІС, яка, опираючись на базу даних, знаходить оптимальне рішення у вигляді 5-ти одиниць товару.

У якості бази даних виступає таблиця MS Excel з переліком товарів та їх вищеперерахованих властивостей. Розглянемо принцип формування декількох правил, за якими відбувається обчислення.

На рис.2.9 наведено функції належності значень нечіткої множини «дешевий», «середній» та «дорогий» для лінгвістичної змінної «переважна цінова категорія».

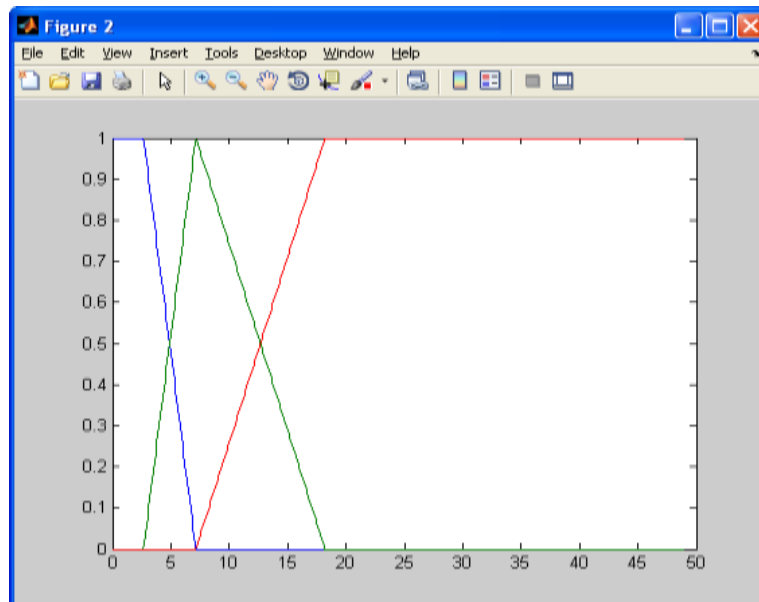


Рис. 2.9 Функція належності для критерію «ціна»

Для лінгвістичної змінної «калорійність» аналогічно побудовані функції належності значень нечіткої множини «низька», «середня» та «висока».

Також у ІС розроблена можливість вибору пріоритетів критеріїв. Важливість певного критерію  $k$  змінюється від 0 до 1, де 0 – зовсім не важливий критерій, а 1 – дуже важливий.

У якості демонстраційного прикладу був обраний оптимальний набір товарів у автомат харчування, який розташований на спортивному стадіоні. Програма була розроблена у середовищі програмування Matlab.

Приклад роботи програми та її результати зображені на (рис 2.9) та (рис 2.10) відповідно.

1. В місці якого характеру буде стояти автомат з їжею? 1-спортивне, 2-культурне, 3-студентське, 4-дорожнє, 5 – дитяче 1
2. Натисніть 1, якщо має бути присутня їжа / 0 - не має значення 1
3. Натисніть 2, якщо мають бути присутні напої / 0 - не має значення 0
4. Натисніть 3, якщо має бути присутня жуйка / 0 - не має значення 0
5. Наскільки важливо, щоб був представлений наступний смак продукту?
  - 5.1 солодкий (0-не повинен бути представлений ,0,1-1 - ступінь важливості представленості) 0.5
  - 5.2 солоний (0-не повинен бути представлений ,0,1-1 - ступінь важливості представленості) 1
  - 5.3 гострий (0-не повинен бути представлений ,0,1-1 - ступінь важливості представленості) 0.7
  - 5.4 нейтральний (0-не повинен бути представлений ,0,1-1 - ступінь важливості представленості) 0
  - 5.5 гіркий (0-не повинен бути представлений ,0,1-1 - ступінь важливості представленості) 0
  - 5.6 м'ятний (0-не повинен бути представлений ,0,1-1 - ступінь важливості представленості) 0
6. Переважна цінова категорія? -1 - Дешева, 0-середня, 1-дорога 0
  - 6.1 На скільки для вас це важливо? (Оцініть від 0 до 1) 1
7. Переважна калорійність? -1 - Низька, 0-середня, 1-висока 0
  - 7.1 на скільки для вас це важливо? (Оцініть від 0 до 1) 0.5
8. Чи важлива для вас популярність бренду? 0-мені все одно, 1-важливо 0.7

Рис. 2.10. Приклад роботи програми

Відповідь:

Чіпси Люкс перець чилі 80г

Чіпси Люкс паприка 80г

Крекер солоний Тук сир 100г

Рис. 2.11. Результат роботи програми

Отже, отримаємо, що для спортивного стадіону оптимальним рішенням є наповнення автомату чіпсами та солоним крекером.

## 2.5 Економічна ефективність запропонованих рішень

### 2.5.1 Визначення трудомісткості розробки програмного забезпечення

Нормування праці в процесі створення програмного забезпечення суттєво ускладнено через творчий характер роботи програмістів, тому праце вартість створення нового ПЗ будемо обчислювати за системою моделей трудомісткості та складності системи.

Трудомісткість розробки програмного забезпечення може бути розрахована на основі запропонованої системи моделей з різною точністю оцінки:

$$t = t_0 + t_u + t_a + t_n + t_{oml} + t_d, \quad (2.2)$$

де  $t_0$  – витрати праці на підготовку та опис поставленої задачі, чол.\*г;  $t_u$  – витрати праці на дослідження алгоритму рішення задачі, чол.\*г;  $t_a$  – витрати праці на розробку блок–схеми алгоритму, чол.\*г;  $t_n$  – витрати праці на програмування за

готовою блок–схемою, чол.\*г;  $t_{oml}$  – витрати праці на лагодження програми на ЕОМ, чол.\*г;  $t_d$  – витрати праці на підготовку документації по задачі, чол.\*г.

Складники витрат праці визначаються виходячи з умовного числа операторів в програмному забезпеченні, що опрацьовується, до числа яких входять ті оператори, які необхідно написати в процесі роботи над програмою з урахуванням уточнень в постановці завдання та удосконалення алгоритму роботи.

Умовна кількість операторів в програмі

$$Q = q \cdot c \cdot (1 + p), \quad (2.3)$$

де  $q$  – передбачене число операторів (у прототипі програми – 130);  $c$  – коефіцієнт складності програми,  $c=1,25..2,0$ ;  $p$  – коефіцієнт корекції програми в процесі її розробки,  $p=0,05..1$ .

Для програмного забезпечення, що розглядається, приймаємо  $c=1,4$  (за рахунок складності роботи програми з базою даних) та  $p=0,1$ . Отже, умовна кількість операторів в програмі дорівнює:

$$Q = 130 \cdot 1,4 \cdot (1 + 0,1) = 200 \text{ (операторів)}$$

Оцінка витрат праці на підготовку та опис задачі  $t_0$  залежить від конкретних умов складності задачі та предметної області. Було визначено на основі експертних оцінок, що для даного ПЗ  $t_0=18$  чол.\*годинам.

Витрати праці на вивчення опису задачі  $t_u$  визначаються з урахуванням уточнення опису и кваліфікації автору за формулою

$$t_u = \frac{QB}{(75...85)K}, \quad (2.4)$$



де  $B$  – коефіцієнт збільшення витрат праці внаслідок недостатнього опису задачі  $B = 1,2 \dots 1,5$  (для умов даної задачі з максимально описаним технічним завданням можна прийняти  $B = 1,3$ );  $K$  – коефіцієнт кваліфікації автора, який визначають в залежності від стажу роботи по складанню програмного забезпечення. Він становить для програмістів зі стажем роботи від 2 до 3 років – 1,0.

Тоді витрати праці на вивчення опису задачі складуть

$$t_u = \frac{200 \cdot 1,3}{81 \cdot 1} = 3 \text{ (чол.*Г)}.$$

Витрати праці на розробку алгоритму рішення задачі обчислюється за формулою:

$$t_a = \frac{Q}{(20 \dots 25)K}, \quad (2.5)$$

та складають  $t_a = \frac{515}{23 \cdot 1} = 9 \text{ (чол.*Г)}$ .

Витрати праці на складання програми за готовою блок–схемою:

$$t_n = \frac{Q}{(20 \dots 25)K}, \quad (2.6)$$

складають  $t_n = \frac{200}{24 \cdot 1} = 8 \text{ (чол.*Г)}$ .

Витрати праці на налагодження програми на ЕОМ при автономному лагодженні одного завдання  $t_{омл}$ :

$$t_{омл} = \frac{Q}{(4 \dots 5)K}, \quad (2.7)$$

що дорівнює  $t_{отл} = \frac{200}{5 \cdot 1} = 40$  (чол.\*Г).

Витрати праці на підготовку документації по задачі  $t_d$  визначаються за формулою

$$t_d = t_{dp} + t_{до}, \quad (2.8)$$

де  $t_{dp} = \frac{Q}{(15...20)K}$ , – трудомісткість підготовки матеріалів до рукопису, що дорівнює  $t_{dp} = \frac{200}{16,3 \cdot 1} = 12$  (чол.\*Г);  $t_{до}$  – трудомісткість редагування печаті та оформлення документації,  $t_{до} = 0,75t_{dp} = 0,75 \cdot 12 = 9$  чол.\*Г.

$$t_d = 12 + 9 = 21 \text{ (чол.*Г)}.$$

Таким чином, порахувавши усі необхідні показники, знайдемо сумарну трудомісткість розробки програмного забезпечення, що описано в спеціальному розділі

$$t = 8 + 3 + 9 + 8 + 40 + 21 = 89 \text{ (чол.*Г)}.$$

### 2.5.2 Розрахунок витрат на створення програмного забезпечення

Витрати на створення програмного виробу  $K_{но}$  включають витрати на заробітну платню автора програми  $З_{зн}$ , та вартість машинного часу, необхідного для лагодження програми на ЕОМ  $З_{мв}$ , яка визначається виходячи із вартості 1 машино–години конкретного типу ЕОМ та витрат машинного часу на лагодження:

$$K_{но} = З_{зн} + З_{мв}, \quad (2.9)$$

Заробітна платня виконавців визначається за формулою:

$$Z_{zn} = t \cdot C_{np}, \quad (2.10)$$

де  $t$  – загальна трудомісткість розробки програмного забезпечення, чол.\*г;  $C_{np}$  – мінімальна годинна заробітна платня автору з відрахуваннями на соцстрах грн/г.

Тоді заробітна платня авторам при годинній оплаті у розмірі 450 грн/г буде складати:

$$Z_{зп} = 89 \cdot 450 = 40050 \text{ грн.}$$

Вартість машинного часу, необхідного для лагодження програми на ЕОМ, розраховується за формулою:

$$Z_{mc} = t_{oml} \cdot C_{mc}, \quad (2.11)$$

де  $t_{oml}$  – трудомісткість відлагодження програми на ЕОМ, г.

Вартість машино–години в умовах підприємства, що розглядається - 85грн/г.

Отже, вартість машинного часу  $Z_{MB} = 40 \cdot 85 = 3400$  грн.

Таким чином, витрати на створення програмного виробу складають:

$$K_{ПО} = 40050 + 3400 = 43450 \text{ грн.}$$

Визначені таким чином витрати на створення програмного забезпечення є частиною одноразових капітальних витрат на створення інтелектуальної системи для щотижневої оптимальної загрузки вендінгових торговельних автоматів.

Очікувана тривалість розробки програмного забезпечення

$$T = \frac{t}{B_k * F_p} \quad (2.12)$$

де  $B_k$  – число виконавців (в нашому випадку 2 програмісти і один керівник проекту, який приймає участь на етапах проектування і побудови блок–схеми алгоритму,  $B_k = 2,25$ );  $F_p$  – місячний фонд робочого часу (при 40–ка годинному робочому тижні складає 176 годин).

Отже,  $T = 89 / 2,25 / 176 = 0,45$  місяці.

### 2.5.3 Економічна ефективність розробки системи оптимального вибору набору товарів

Економічна ефективність розробки полягає в тому, що запропоноване програмне забезпечення дозволяє зменшити витрати на зберігання продукції та допомагає уникнути прострочення і потайки продукції на складах компанії.

Через неправильне керування запасами та відсутність розуміння, яким саме асортиментом необхідно наповнювати автомат у певному місті, у якому обсязі та ін., зменшуються продажі компанії. Не влучність у цільову аудиторію веде також до псування товарів за рахунок закінчення терміну придатності, що тягне за собою значні збитки для компанії.

Оскільки на даний момент снєковий вендінг в Україні мало розвинутий, та встановлені автомати не приносять значних прибутків, є іміджевими та у більшості випадків спричиняють збитки та працюють на перспективу, вкрай необхідно оптимізувати витрати на обслуговування цих автоматів та максимізувати прибуток.

По–перше, електронно–обчислювальна машина бере на себе велику кількість математичних обчислень, які традиційно виконуються вручну, що дозволяє не тільки уникнути помилок, обумовлених людським фактором, а ще й скоротити час розрахунку, а отже мати можливість для багатоваріантного аналізу.

Запроваджене ПО здатне працювати з великою базою даних, що містить повний список асортименту товарів з усіма необхідними для аналізу параметрами.

По–друге, програма дозволяє оптимізувати робочий час логістів та зекономити їх час для вирішення немашинних задач.

Оскільки запропоновану систему досі не впроваджено у виробничу практику, говорити про фактичну економію коштів поки що не можна. Оцінити ж можливість економії можна, використавши розрахункові формули, що лежать в основі інформаційної системи.

Отже, наведемо нижче у таблиці розрахунок витрат на закупку, збереження та транспортування певного вибраного логістами набору товарів, який має високі роздрібні продажі, для наповнення торговельного автомату, що розташований на стадіоні.

Таблиця 2.7

### Розрахунок збитків та прибутків для набору товарів, обраних без застосування ІС

Назва продукції	Кількість у автоматі, шт	Закупівельна ціна, грн	Витрати на зберігання, грн	Витрати на транспорт, утилізацію, персонал, грн	Загалом витрати, грн:	Прибуток від продажу, грн.
Печиво Бельвіта мед горіх шок 50г	40	1243.9	56.7	423	1723.6	0
Печиво Бельвіта з шоколадом 50г	50	1554.9	56.7	423	2034.6	0
Печиво Орео 66г	30	877.9	56.7	423	1357.6	0
Ш-д Мілка Баблз пористий 80г	30	2430.8	56.7	423	2910.5	0
Ш-д Корона мол горіх 100г	50	3785.8	56.7	423	4265.5	0
Загалом:	200	9893.3	283.5	2115	12291.8	0

У вендинговому автоматі 5 полиць . Кожна з них має змогу розмістити 40 одиниць товару. Загальний об'єм – 200 одиниць товару. Закупівельна сума розраховується, як закупівельна ціна кожного товару згідно прас-листа помножена на його кількість.

Витрати на зберігання продукції розраховуються з урахуванням площі складу – 1200 кв. м, вартості оренди складу на місяць – 340 000 грн та площі, що займає товар. 14 ящиків товару, складених на піддони, займають не більше 1 кв метру.

Витрати на транспорт, утилізацію та персонал (комірники, працівники складу, логісти та торговельні працівники) розраховані згідно заробітної плати працівників та витрат на паливо.

Очевидно, що навіть такі популярні позиції, як шоколад та печиво, будуть мати низькі продажі, які будуть обумовлені специфічним місцем розташування автомату . Попит на цей товар у цільової аудиторії невисокий, а це значить, що її доведеться вилучати з автомату для повторного продажу або утилізувати взагалі через вичерпаний строк придатності та псування зовнішнього вигляду. Припустимо, що товар підлягає утилізації. Тоді збитки на один автомат становлять 12 219,8 грн. Для 20-ти невірно заповнених автоматів ця цифра складатиме 245 836 грн збитків.

Нижче розрахуємо прибуток від продажів з автомату, що наповнений згідно рекомендацій розробленого програмного забезпечення.

Таблиця 2.8

**Розрахунок витрат та прибутку для набору товарів, обраних з застосуванням ІС**

Назва продукції	Кількість у автоматі, шт	Закупівельна сума, грн	Витрати на зберігання, грн	Витрати на транспорт, утилізацію, персонал, грн	Загалом витрати, грн:	Прибуток, грн:
Крекер солоний Тук сир 100г	50	3061.5	56.7	180	3298.2	1530.75
Крекер солоний Тук паприка 100г	50	3061.5	56.7	180	3298.2	1530.75
Чипси Люкс сир 71г	40	2205.8	56.7	180	2442.5	1102.9
Чипси Люкс паприка 233г	30	4293.8	56.7	180	4530.5	2146.9
Чипси Люкс сметана-цибуля 233г	30	4293.8	56.7	180	4530.5	2146.9
Загалом:	200	16916.4	283.5	900	18099.9	8458.2

Отримана цифра 8458,20 грн – це є заробіток з одного вендінгового автомату. Аби вірно оцінити економічний ефект, враховуємо витрати, які також зросли (використані більш дорогі позиції продукції). Різниця між завантаженням становитиме  $(12281.8 - 18099,9) + (8458.2 - 0) = 2650.1$  грн. з одного вендінгового автомату. В перших дужках маємо різницю витрат, в других – різницю прибутку.

Для 20-ти автоматів ця цифра складає 53 002 грн чистого прибутку на місяць. Аналізуючи результати, зведені в таблиці 4.2, можна помітити декілька тенденцій:

– прибуток від товарів, обраних за допомогою ІС у 3 рази перевищує суму збитків, які б несла компанія у разі вибору товарів без її використання;

– оскільки вендингові автомати для дистриб'ютора – це в першу чергу не спосіб заробітку, а так званий «nice-to-have», тобто вони є іміджевими та малоприбутковими взагалі, отримані результати від впровадження ПО можна вважати суттєвим покращенням;

– варто ураховувати той факт, що при оптимальному наповненні автомату зросте й потреба у його довантаженні. В залежності від місця розташування автомату (роздягальня, вхід перед стадіоном, приміщення в середині, тощо) потрібно бути наповнювати автомат новими позиціями від двох до п'яти разів на тиждень. Прибуток, відповідно, буде коливатися від 43 166 до 67 916 грн за місяць.

– загальна середньомісячна економія по підприємству становить 6 409,23 грн;

Якщо вважати, що розглянутий місяць є типовим для економічного року, то прогнозовану економію від впровадження інформаційної системи на підприємстві можна розрахувати як

$$E_p = E_{1кв} * 4 = 6\,409,23 * 12 = 76\,911 \text{ гривень на рік}$$

Повна економія складатиметься з урахуванням витрат на розробку і впровадження програмного забезпечення

$$E_n = E_p - C \quad (2.13)$$

де  $C = C_A$  – амортизаційні відрахування від експлуатації даного програмного продукту. Останні розраховуються за формулою

$$C_A = K_{ПО} \frac{H_A}{100} \quad (2.14)$$

де  $K_{ПО}$  – повна вартість розробки програмного забезпечення,  $H_A$  – прийнята норма амортизації (для даного виду ПО приймаємо  $H_A = 50\%$ ).

Отже,

$$E_n = 76\,911 - 43\,450 * 50 / 100 = 55\,186 \text{ грн.}$$



Тепер потрібно розрахувати термін окупності інвестицій у нове програмне забезпечення. Він буде дорівнювати

$$T_{OK} = K_{ПО} / E_n \quad (2.15)$$

$T_{OK} = 43450 / 55186 = 0,7873$  року, що менше  $T_{np} = 1,67$  – терміну, прийнятого для впровадження програмного забезпечення.

Економічна ефективність розробки

$$E_p = E_n / K_{ПО} \quad (2.16)$$

$E_p = 55186 / 43450 = 1,27$ . Вкладені в розробку кошти окупляться протягом року 1,27 рази.

Таким чином, прийнятий термін окупності для інвестора можемо прийняти на рівні економічного терміну служби автоматизованих систем та програмного забезпечення.

Якщо проаналізувати отриманий результат, то повна економія від впровадження розробки (55 186 гривні) становить 8,68% від прибутку, отриманого з 20 вендінгових автоматів за рік, якщо завантажувати їх 4 рази у місяць. Відтак, за рахунок розробки пропонованого програмного забезпечення ми досягли підвищення ефективності бізнесу на 8,68%.

Якщо ж співставити економічний ефект від впровадження розробки з витратами на створення програмного забезпечення, то виходить, що розробка за рік дозволить зекономити у 1,27 раз більше коштів, ніж потрібно інвестицій.

## 2.6 Висновки до розділу

На етапі формалізації даних була виявлена висока ступінь корельованості між такими товарами, як печиво *Belvita* з медом та горіхами 50 г та Печиво *Oreo* 66г, а також Молочний шоколад *Корона* без додатків 100г та Молочний шоколад

Milka без додатків 95г. Це обумовлено належністю товару до однакових груп: печиво та шоколад.

В ході прогнозування модель попиту товару на основі методу експоненційного згладжування 2-го порядку показала кращі результати ніж модель 1-го порядку, про що свідчать значно нижчі значення середніх квадратичних похибок для кожного товару відповідно. Був зроблений прогноз на 10 тижнів вперед на основі статистичних даних про попередні 40 тижнів.

Для побудови багатопродуктової моделі з обмеженням на склад були використані дані прогнозу на 41-й тиждень року. Було підібране оптимальне значення множника Лагранжа, завдяки якому було визначено обсяг замовлення, його вартість та цикл. Отримане рішення повністю відповідає обмеженню на бюджет. Таким чином можна сказати, що задача курування логістичними операціями вирішена вдало.

Була представлена інтелектуальна система, яка дозволяє обрати оптимальний набір продуктів у автомат швидкого харчування в залежності від місця його розташування, платежеспроможності аудиторії та багатьох інших факторів. Розроблену інтелектуальну систему можна легко адаптувати під вибір будь-якого товару з попереднім перевизначенням ряду критеріїв.

Представлені математико-статистичні моделі, згідно з результатами досліджень, мають право на застосування у реальному виробництві через їх спроможність видавати дуже близькі до реальних результати при вирішуванні задач прогнозування замовлень та оптимального завантаження складів в залежності від попиту і в умовах обмеженого бюджету.

Була визначена трудомісткість розробки програмного забезпечення, що складає 89 чол.\*годин. Враховуючи витрати на заробітну платню автора програми та вартість машинного часу, необхідного для налагодження програми на ЕОМ витрати на створення програмного забезпечення складають 43 450 грн.

Також розглянута економічна ефективність розробки і впровадження запропонованого програмного забезпечення системи автоматизованої диспетчеризації, яка має термін окупності 0,787 року. Ефективність розробки дорівнює близько 1,27, тобто за рік запропоноване програмне забезпечення має окупити витрати на своє створення 1,27 разів. За рахунок розробки запропонованого програмного забезпечення ми досягли підвищення ефективності бізнесу на 8,68%.

## ВИСНОВКИ

CPG компанії займають сильне, важливе і невід'ємне місце в світовій економіці, але, тим не менш, більшість цих компаній мають ряд подібних проблем, особливо в сфері логістики. Метою даної кваліфікаційної роботи був аналіз діяльності підприємства и покращення економічних показників роботи підприємства за рахунок мінімізації логістичних витрат.

Проаналізувавши роботу підприємства і його економічні показники, ми прийшли до висновку, що, як і для багатьох CPG-компаній, існує ряд проблем, які призводять до витрат, які можна скоротити і тим самим збільшити чистий прибуток підприємства.

Умови сучасної торгівлі дозволяють створювати нові моделі та залежності в області фізичного розподілу товару та в області діяльності стосовно отримання продукції, її зберігання до моменту отримання замовлення і наступної доставки до клієнтів. *Усе більш актуальною науково-практичною задачею є* побудова моделей і систем підтримки прийняття рішень у процесах керування запасами з обмеженим ресурсом і розширення мережі роздрібною торгівлі за рахунок нового виду роздрібного продажу.

Перспективним є створення і застосування ПС, яка дозволяє обрати оптимальний набір продуктів для наповнення автомату швидкого харчування в залежності від місця його розташування, платежеспроможності клієнтів та багатьох інших факторів. Розроблену інтелектуальну систему можна легко адаптувати під вибір будь-якого товару з попереднім перевизначенням ряду критеріїв.

В ході прогнозування інтенсивності попиту прогнозуюча модель на основі методу експоненційного згладжування 2-го порядку показала кращі результати ніж модель 1-го порядку, про що свідчать значно нижчі значення середніх квадратичних похибок для кожного товару відповідно. Був зроблений прогноз

попиту на 10 тижнів вперед на основі статистичних даних про попередні 40 тижнів.

Для побудови багатопродуктової моделі з обмеженням на склад були використані дані прогнозу на 41-й тиждень року. Методом сполучених градієнтів було підібране оптимальне значення множника Лагранжа, завдяки якому був визначений оптимальний обсяг разового замовлення, його вартість та цикл. Отримане рішення повністю відповідає обмеженню на бюджет. Таким чином можна сказати, що задача курування логістичними операціями вирішена вдало.

В ході дослідження для досягнення його мети, в роботі були поставлені й вирішені наступні задачі:

- вивчення діяльності підприємства ТОВ «Товари-К», ознайомлення з технологією наповнення складів;
- аналіз відомих методів прогнозування в стратегічному аналізі;
- вибір підходу до розв'язання поставленої проблеми;
- побудова моделі статистичного прогнозування за використанням моделі експоненційного згладжування;
- побудова багатопродуктової математичної моделі з обмеженнями на ресурс на основі попередніх прогнозів;
- перевірка застосовності побудованих моделей та аналіз результатів;
- визначення трудомісткості розробки програмного забезпечення;
- розрахунок економічної ефективності розробки системи оптимального вибору набору товарів.

Для розв'язання поставлених задач у роботі застосовуються наступні методи дослідження:

- метод експоненційного згладжування для прогнозування попиту на товар у майбутніх періодах;
- багатопродуктова статична модель з обмеженням на ресурс для оптимального наповнення складу;

- система моделей з різною точністю оцінки для розрахунку трудомісткості розробки ПЗ.

*Практична цінність роботи* полягає у побудові статистичної та математичної моделей, призначених для прогнозування попиту на товари продуктів харчування, а також моделі підтримки прийняття рішень, що дає можливість розширити мережу оптово-роздрібного продажу та оптимізувати процес наповнення складів

*Економічний ефект* від впровадження розробки очікується позитивним, оскільки з'явиться аналітичний інструмент для оптимального формування замовлень для складу. Це, в свою чергу, позбавить компанію від надлишкових трат, пов'язаних з оформленням замовлення; від можливої шкоди від добігання до кінця терміну придатності; заощадить час формування заявок; сформує цикл оформлення замовлень.

*Соціальний ефект* від впровадження розробки очікується позитивним через значне полегшення та оптимізацію роботи працівників служби постачання, а також через збільшення упевненості логістів у правильності оформленого замовлення, а саме його обсягу та вартості.

Результати дипломної роботи можуть бути застосовані у процесах керування логістичними операціями на практиці великих і малих компаній, що займаються виготовленням дистрибуцією продуктів харчування або інших товарів зі схожими властивостями.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. M. Fischetti, J.J. Salazar-Gonzalez, and P. Toth. A Branch-and-Cut algorithm for the symmetric generalized traveling salesman problem. *Operations Research* 45 (3) (1997), 378—394.
2. D. Ben-Arieh, G. Gutin, M. Penn, A. Yeo, and A. Zverovitch. Transformations of generalized ATSP into ATSP, *Operations Research Letters* 31 (2003), 357—365.
3. Arash Behzad, Mohammad Modarres (2002). A New Efficient Transformation of Generalized Traveling Salesman Problem into Traveling Salesman Problem
4. L.V. Snyder and M.S. Daskin. A random-key genetic algorithm for the generalized traveling salesman problem. *European Journal of Operational Research* 174 (2006), 38–53.
5. J. Silberholz and B. Golden. The Generalized Traveling Salesman Problem: a new Genetic Algorithm approach. *Extending the Horizons: Advances in Computing, Optimization, and Decision Technologies*, 2007, 165–181.
6. G. Gutin and D. Karapetyan. Gregory Gutin and Daniel Karapetyan. A Memetic Algorithm for the Generalized Traveling Salesman Problem. *Natural Computing* 9(1), pages 47-60, Springer 2010. (недоступная ссылка)
7. Lau, T.L. & Tsang, E.P.K., Solving the processor configuration problem with a mutation-based genetic algorithm, *International Journal on Artificial Intelligence Tools (IJAIT)*, World Scientific, Vol.6, No.4, December 1997, 567-585
8. Mills, P. & Tsang, E.P.K., Guided local search for solving SAT and weighted MAX-SAT problems, *Journal of Automated Reasoning, Special Issue on Satisfiability Problems*, Kluwer, Vol.24, 2000, 205-223
9. Tsang, E.P.K. & Voudouris, C., Fast local search and guided local search and their application to British Telecom's workforce scheduling problem, *Operations*

Research Letters, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, Vol.20, No.3, March 1997

10. Voudouris, C. & Tsang, E.P.K., Guided local search joins the elite in discrete optimisation, DIMACS Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science Volume 57, 2001, 29-39

11. Fred Glover (1986). "Future Paths for Integer Programming and Links to Artificial Intelligence". Computers and Operations Research. 13 (5): 533–549.

12. F. Glover, M. Laguna & R. Marti (2000). "Fundamentals of Scatter Search and Path Relinking". Control and Cybernetics. 29 (3): 653–684.

13. D. Gamboa, C. Rego & F. Glover (2005). "Data Structures and Ejection Chains for Solving Large Scale Traveling Salesman Problems". European Journal of Operational Research. 160 (1): 154–171

14. Moscato, Pablo (June 1993). "An introduction to population approaches for optimization and hierarchical objective functions: A discussion on the role of tabu search". Annals of Operations Research. 41 (2): 85–121.

15. Granville, V.; Krivanek, M.; Rasson, J.-P. (1994). "Simulated annealing: A proof of convergence". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 16 (6): 652–656

16. Černý, V. (1985). "Thermodynamical approach to the traveling salesman problem: An efficient simulation algorithm". Journal of Optimization Theory and Applications. 45: 41–51

17. Кваліфікаційна робота магістра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Т.В. Хом'як, А.В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 33 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167921>

18. Хом'як Т. В. Бази даних у професійних задачах аналітики [Електронний ресурс] : навч. наочн. посіб. / Т. В. Хом'як, К. С. Хабарлак, Д.М. Гаранжа;



М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 192с.  
<https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167970>

- 19.Управління проектною командою [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до практичних занять з дисципліни «Управління проектною командою» для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / В. М. Молоканова, Ю. О. Шевченко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 19 с.  
<https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167646>
- 20.Самонавчання складних систем [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів ступеня магістра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / Т.А. Желдак, К.С. Хабарлак, Д.М. Гаранжа ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 66 с.  
<https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167645>
- 21.Шевченко, Ю. О. (2022). Обробка і аналіз даних з використанням електронних таблиць. Частина І «Обробка даних».  
<https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/162623>
- 22.Практикум з диференційних рівнянь [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Л.С. Коряшкіна, О.Д. Станіна, Ю.О. Шевченко; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» - Дніпро : НТУ «ДП», 2024 – 178 с. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167658>
23. Молоканова, В. М., & Шевченко, Ю. О. (2024). Управління проектною командою. <https://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/167646>



**Відгук**  
**на кваліфікаційну роботу магістра**  
студента гр. 124-19-1  
Молчанова Івана Володимировича

**Тема кваліфікаційної роботи:** «Дослідження моделей логістичних операцій та застосування інформаційних технологій для їх оптимізації в умовах підприємства роздрібної торгівлі». Обсяг кваліфікаційної роботи 70 стор.

**Мета кваліфікаційної роботи:** покращення економічних показників роботи підприємства за рахунок розробки моделі наповнення складу з обмеженням на ресурс.

Актуальність теми обумовлена необхідністю розв'язання оптимізаційних задач в логістичних процесах постачання продукції на об'єкті дослідження.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки передбачає побудову моделей і систем підтримки прийняття рішень у процесах керування запасами і розширення мережі роздрібної торгівлі за рахунок нового виду продажу.

Виконані в дипломній роботі завдання відповідають вимогам до професійної діяльності фахівця освітньо-кваліфікаційного рівня магістр. Оригінальність наукових рішень полягає у використанні методу найменших квадратів для навчання вагових коефіцієнтів моделі прогнозування та експертної системи – для формування оптимального асортименту торгового автомату.

**Практичне значення** результатів дипломної роботи полягає в отриманні моделей і систем підтримки прийняття рішень у процесах керування запасами і розширення мережі роздрібної торгівлі.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі.

У роботі відзначено такі **недоліки**:

1) В моделі прогнозування не враховані можливі глобальні та сезонні тренди, які, скоріш за все, мають місце в роботі зі згаданими товарами (печиво, шоколад).

2) Робота інтелектуальної системи обривається на виборі кращих позицій, але не зафіксовано, скільки і яких має бути в певному автоматі.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: «добре» (85 балів).

З урахуванням висловлених зауважень автор заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «магістр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи,  
к.т.н., доц., завідувач кафедри САУ

Желдак Т.А.