

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук  
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем  
(повна назва)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**Пояснювальна записка**

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану  
(тема)

Виконав:  
студент 2 курсу, групи ІУСТМ-21-1  
Руслан ЧЕРНИШОВ  
(власне ім'я, прізвище)

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


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

Освітня програма Інформаційні управляючі системи та технології  
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст. викл. каф. ІУС Катерина  
ЧИРКОВА  
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри

  
(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ  
(власне ім'я, прізвище)

2024 р.

## Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет \_\_\_\_\_ Комп'ютерних наук \_\_\_\_\_Кафедра \_\_\_\_\_ Інформаційних управляючих систем \_\_\_\_\_Рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ другий (магістерський) \_\_\_\_\_Спеціальність \_\_\_\_\_ 122 Комп'ютерні науки \_\_\_\_\_

(код і повна назва)


Тип програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма \_\_\_\_\_ Інформаційні управляючі системи та технології \_\_\_\_\_

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

(підпис)

« 20 » листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУстудентові \_\_\_\_\_ Чернишову Руслану Андрійовичу \_\_\_\_\_


(прізвище, ім'я, по батькові)


1. Тема роботи: Дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану затверджена наказом університету від 20 листопада 2023 р. № 1359Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 17.01.2024 р.
3. Вихідні дані до роботи відомості про методи прогнозування закупівлі товарів, література щодо планування та закупівлі товарів, щодо існуючих методів прогнозування, щодо оцінювання та вибору критеріїв, вимоги до планування закупівлі, звітні матеріали передатестаційної практики.
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі Аналіз властивостей процесу прогнозування закупівлі товарів ресторану, дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану, порядок використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану, апробація методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломну роботу	20.11.2023	виконано
2	Аналіз властивостей процесу прогнозування закупівлі товарі ресторану	20.11.2023 - 30.11.2023	виконано
3	Дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану	01.12.2023 – 09.12.2023	виконано
4	Порядок використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану	10.12.2023 - 20.12.2023	виконано
5	Апробація методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану	21.12.2023 - 03.01.2024	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	04.01.2024-05.01.2024	виконано
7	Оформлення графічних матеріалів	06.01.2023 – 17.01.2024	виконано
8	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	19.01.2024	виконано

Дата видачі завдання 20 листопада 2023 р.

Студент   
(підпис)

Керівник роботи   
(підпис)

ст.викл. каф. ІУС Катерина ЧИРКОВА  
(посада, власне ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 63 сторінки, 30 рисунків, 3 таблиці, 1 додаток, 10 джерел.

ЕКСПОНЕНЦІЙНЕ ЗГЛАДЖУВАННЯ, ЗАКУПІВЛЯ ТОВАРІВ, ЗВАЖЕНЕ КОЗВНЕ СЕРЕДНЄ, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ПРОГНОЗУВАННЯ, МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ, РЕСТОРАН, ПРОСТЕ КОЗВНЕ СЕРЕДНЄ.

Об'єктом дослідження є процес прогнозування закупівлі товарів для ресторану.

Предметом дослідження – досліджування існуючих методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану.

Основною метою науково-дослідної роботи є вивчення методів прогнозування з метою вибору оптимального методу для прогнозування закупівлі товарів.

Для досягнення визначеної мети у кваліфікаційній роботі пропонується вирішити такі задачі:

- проаналізувати властивості процесу прогнозування закупівлі товарів для ресторану;
- дослідити методи прогнозування закупівлі товарів для ресторану;
- визначити порядок використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану;
- провести апробація методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану.

## ABSTRACT

The explanatory note to the qualification paper contains 63 pages, 30 figures, 3 tables, 1 appendix, 10 reference sources.

EXPONENTIAL SMOOTHING, FORECASTING, FORECASTING METHODS, INFORMATION SYSTEM, PURCHASING, RESTAURANT, SIMPLE MOVING AVERAGE, WEIGHTED MOVING AVERAGE.

The object of research is the process of forecasting the purchase of goods for a restaurant.

The subject of the study is the investigation of existing methods of forecasting the purchase of goods for a restaurant.

The main goal of research work is to study forecasting methods in order to choose the optimal method for forecasting the purchase of goods.

In order to achieve the specified goal, the following tasks are proposed to be solved in the qualification work:

- to analyze the properties of the process of forecasting the purchase of goods for the restaurant;
- to investigate the methods of forecasting the purchase of goods for the restaurant;
- to determine the procedure for using methods of forecasting the purchase of IS restaurant goods;
- test the methods of forecasting the purchase of IS restaurant goods.

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	7
Вступ .....	8
1 Аналіз властивостей процесу прогнозування закупівлі товарів ресторану .....	9
1.1 Аналіз проблеми управління закупівлею товарів для ресторану .....	9
1.1.1 Вхідні дані, обмеження, послідовність дій та вихідні дані для процесу закупівлі товарів ресторану .....	10
1.1.2 Виявлення вузьких місць в процесах закупівлі товарів ресторану .....	11
1.1.3 Вирішення проблеми вузьких місць в описаних проблемах закупівлі товарів ресторану .....	12
1.2 Формування проблеми використання методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану .....	13
1.3 Аналіз існуючих методів прогнозування для закупівлі товарів ресторану .....	14
1.4 Формування переліку задач для вирішення проблеми використання методів прогнозування закупівлі товарів ресторану .....	23
2 Дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану .....	25
2.1 Доцільності використання методів прогнозування для закупівлі товарів ресторану.....	25
2.2 Структура розрахунків методів прогнозування закупівлі товарів ресторану.....	27
3 Порядок використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану .....	29
3.1 Алгоритми використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану .....	29
3.2 Розрахунок потреби в закупівлі товарів для ресторану методами, що досліджуються .....	32
4 Апробація методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану.....	43
4.1 Апробація результатів досліджень.....	43
4.2 Основний функціонал роботи програми розрахунку методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану.....	45
Висновки .....	51
Перелік джерел посилання .....	52
Додаток А Графічний матеріал.....	54

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

ЕКС – експоненційне ковзне середнє

ЗКС – зважене ковзне середнє

ІС – інформаційно система

ПКС – просте ковзне середнє

САВ – середнє абсолютне відхилення

ЕМА – exponential moving average

SMA – simple moving average

WMA – weighted moving average

## ВСТУП

У сучасному ресторанному бізнесі, де конкуренція зростає і вимоги споживачів щодо якості обслуговування стають все вищими, ефективне управління закупівлею товарів для ресторанів визначає успішність та конкурентоспроможність ресторану. Одним із ключових аспектів ефективного управління закупівлею є здатність точно прогнозувати потреби у товарах, що є важливим компонентом ресторанного бізнесу. Прогнозування закупівлі в ресторанах дозволяє аналізувати економічні процеси та їх перспективи, а також надає практичний матеріал для обґрунтованого вибору ефективних рішень та оцінки їх наслідків [1].

Прогнозування в сфері закупівлі товарів допомагає ресторанам оптимізувати свою діяльність, зменшити ризики та витрати, підвищити ефективність управління запасами та постачанням, що є ключовими аспектами успішного бізнесу. Ефективне прогнозування дозволяє компаніям швидше реагувати на зміни у ринкових умовах і виходити на ринок з актуальними та конкурентоздатними пропозиціями.

У даному випадку об'єктом дослідження є процес прогнозування закупівлі товарів ресторану, а предметом – досліджування існуючих методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану. Основною метою науково-дослідної роботи є вивчення методів прогнозування з метою вибору оптимального методу для прогнозування закупівлі товарів [2].

Кваліфікаційна робота оформлена згідно методичних вказівок та за правилами ДСТУ [3].

Джерела посилання оформлені згідно ДСТУ [4].

# 1 АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКУПІВЛІ ТОВАРІВ РЕСТОРАНУ

## 1.1 Аналіз проблеми управління закупівлею товарів для ресторану

В умовах сьогодення ресторанний бізнес зіткається з проблемами, що в свою чергу впливає на точність та ефективність управління запасами:

– невірне управління запасами може призвести до перевищення або нестачі товарів, що може вплинути на роботу ресторану та його здатність задовольняти попит клієнтів;

– нестабільність у роботі постачальників, може вплинути на якість продуктів, які подаються в ресторані, що може призвести до втрати репутації та втрати клієнтів;

– неефективне управління витратами на закупівлю товарів може призвести до збільшення витрат та зниження прибутку ресторану.

Процес закупівлі товарів для ресторану представлено за допомогою IDEF0 діаграми, що зображена на рисунку 1.1

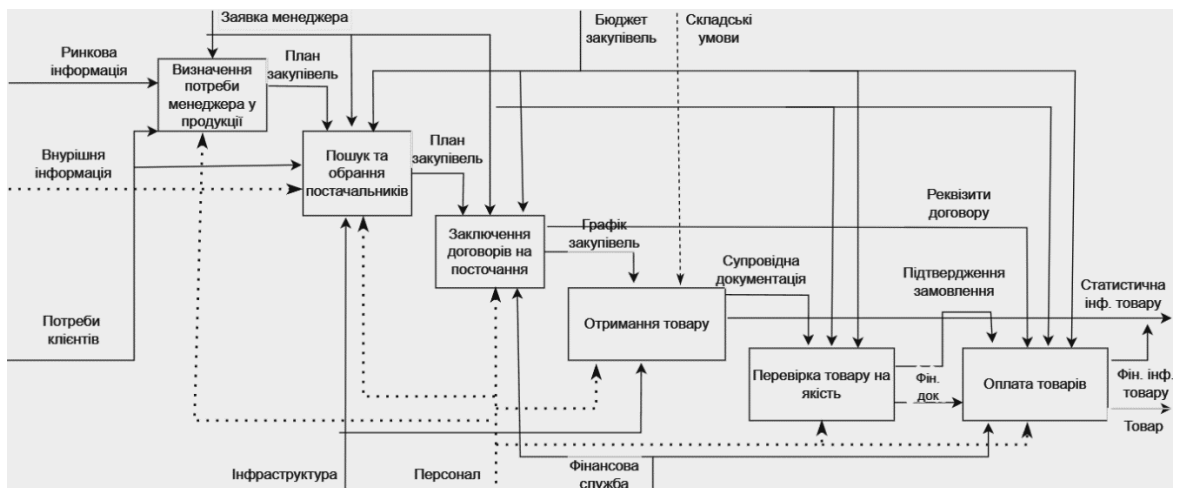


Рисунок 1.1 - IDEF0 діаграма процесу закупівлі товарів ресторану

Діаграма бізнес процесу закупівлі товарів для ресторану реалізована для роботи менеджера з закупівлі товарів.

Вхідні дані представлені у вигляді ринкової інформації, внутрішньої інформації та потреб клієнтів.

Вихідні дані представлені у вигляді статистичної інформації про товари, фінансової інформації про товари та товари.

Механізми в цій діаграмі представлені у вигляді інфраструктури, персоналу, фінансової служби, заявки менеджера, бюджету закупівлі та складських умов.

1.1.1 Вхідні дані, обмеження, послідовність дій та вихідні дані для процесу закупівлі товарів ресторану

Управління закупівлею товарів для ресторану включає велику кількість вхідних даних, вихідних даних, послідовності дій та обмежень.

Вхідні дані:

- дані про попит на товари в минулому;
- результати аналізу попиту на товари на основі різних методів прогнозування;
- дані про постачальників, їхні ціни, терміни поставок та умови співпраці;
- обмеження щодо витрат на закупівлю товарів;
- критерії, яким товари повинні відповідати.

Вихідні дані:

- перелік товарів, які необхідно замовити;
- план поставок товарів від постачальників;
- витрати на закупівлю товарів та їх вплив на фінансові показники.

Послідовність дій:

- оцінка попиту на товари на основі вхідних даних і прогнозування закупівлі;
- вибір найбільш вигідних постачальників на основі цін, якості та термінів поставок;
- укладання контрактів з постачальниками щодо поставок товарів;
- складання замовлень на необхідні товари;
- моніторинг рівня запасів та поповнення їх за необхідності.

### 1.1.2 Виявлення вузьких місць в процесах закупівлі товарів ресторану

У процесі закупівлі товарів для ресторану можуть виникати наступні вузькі місця, такі як:

- якщо постачальники не відповідають вимогам ресторану щодо якості, ціни або часу поставки, це може призвести до простою у реалізації або недостатньої наявності товарів;
- якщо процес закупівлі в ресторані не автоматизований, це може викликати затримки, помилки та недооцінку запасів;
- відсутність достатньої аналітики щодо попиту, витрат та запасів може привести до недооцінки або переоцінки потреб у товарах.

Ці вузькі місця можуть призвести до збільшення витрат часу, коштів та ресурсів, тому важливо виявити їх та вжити заходів для оптимізації процесу закупівлі товарів для ресторану.

### 1.1.3 Вирішення проблеми вузьких місць в описаних проблемах закупівлі товарів ресторану

Прогнозування може допомогти вирішити вузькі місця у процесі закупівлі товарів для ресторану наступним чином:

- зробити більш точний прогноз попиту на товари, що дає змогу оптимізувати запаси та уникнути надмірного або недостатнього замовлення;
- планувати необхідні обсяги запасів, зменшуючи ризик зайвих витрат на непотрібні запаси;
- аналізувати ефективність процесу закупівлі, виявляти тенденції та вчасно коригувати стратегію.

Оцінка застосованих методів прогнозування що розглядались з урахуванням групування товарів і з закупівлі для кожного з закладів.

Цим шляхом буде досягнуто:

- зменшення витрат на доставку за рахунок точного прогнозування попиту та оптимізації маршрутів доставки;
- забезпечення закупівлі за оптовими цінами та ефективне управління запасами для підтримки плавності роботи ресторанів;
- підвищення конкурентоспроможності мережі ресторанів завдяки оптимізації витрат та покращенню якості обслуговування.

Отже, прогнозування може сприяти уникненню вузьких місць у процесі закупівлі товарів для ресторану шляхом покращення планування, оптимізації запасів та управління постачанням.

## 1.2 Формування проблеми використання методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану

Проблеми управління та закупівлі товарів для ресторанного бізнесу мають велике значення на кожному підприємстві ресторанного бізнесу. Потрібно забезпечити неперервну реалізацію товарів та відповідність між кількістю закуплених ресурсів і їхніми реальними потребами.

На сучасному етапі складно знайти методи, які одночасно ефективно виконують облікові функції та допомагають у прийнятті рішень щодо управління закупівлею, зважаючи на специфіку роботи ресторану.

Проблема дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану полягає в пошуку ефективних і точних способів передбачення попиту на товари, які необхідні для функціонування ресторану. Основні аспекти цієї проблеми включають:

- складність передбачення попиту на товари ресторану, це може бути пов'язано зі змінністю смакових уподобань клієнтів, сезонністю, змінами в економічних умовах та іншими факторами;

- для досягнення точних прогнозів необхідно використовувати відповідні моделі прогнозування, це можуть бути статистичні моделі, кількісні методи, машинне навчання або інші методи. Вибір правильної моделі та її налаштування можуть бути складними завданнями;

- для точного прогнозування необхідно враховувати різні залежності та фактори, що впливають на попит товарів ресторану, такі як день тижня, час дня, свята, події та інші. Аналіз цих залежностей може допомогти покращити точність прогнозування;

- попит на закупівлю товарів ресторану може мати нелінійний характер та бути під впливом невизначеності, такі як зміна меню, рекламна кампанія або зміна в уподобаннях клієнтів можуть вплинути на попит;

– лишні витрати на неоптимізовану систему прогнозування закупівлі товарів, що може призвести до лишніх витрат на доставку та недостатній об'єм закупівлі для конкурентоспроможності та економії.

Дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану спрямоване на вирішення цих проблем та розробку ефективних стратегій прогнозування. Це включає використання методів прогнозування, аналіз даних, врахування залежності та факторів, а також постійне вдосконалення методів на основі отриманих результатів [5].

### 1.3 Аналіз існуючих методів прогнозування для закупівлі товарів ресторану

Методи прогнозування можуть мати різні характеристики, які важливо враховувати при виборі конкретного методу для певного завдання. Характеристики методів прогнозування:

- точність прогнозування;
- час обробки;
- деякі методи можуть бути складними для розрахунків та вимагати більше часу для обробки великих обсягів даних;
- залежність від обсягу даних (деякі методи можуть бути більш чутливими до обсягу даних);
- залежність від умов: (деякі методи можуть бути більш чутливими до певних умов або припущень про дані);
- здатність до роботи з різними типами даних (деякі методи можуть бути більш універсальними та працювати ефективно з різними типами даних);
- здатність враховувати тренди та сезонність.

Враховуючи ці характеристики, важливо вибрати метод прогнозування, який найкраще відповідає заданим потребам та характеристикам даних (рисунок 1.2).

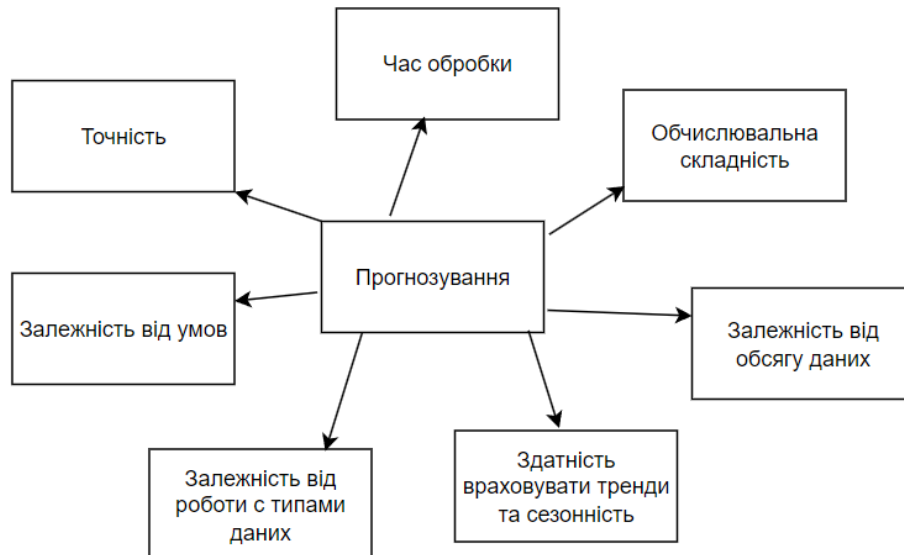


Рисунок 1.2 – Характеристики методів прогнозувань

Сучасні підходи до прогнозування закупівлі товарів надають ресторанам можливість отримувати більш точні та надійні прогнози, що сприяє ефективному плануванню закупівлі товарів. Проте кожен конкретний метод має свої обмеження та вимоги, і вибір між ними залежить від унікальних особливостей ресторану та наявних ресурсів.

Використовуючи інформацію від авторів Растеряєва Н.В. та Пучкової В.С., можна класифікували методи прогнозування закупівлі товарів на три категорії: аналіз та прогнозування часових рядів, експертні оцінки та казуальні методи. Експертні оцінки ґрунтуються на думках експертів, коли точна інформація недоступна. Аналіз та прогнозування часових рядів дозволяє досліджувати незалежні показники для прогнозування різних компонентів часових рядів. Казуальні методи базуються на визначенні прогнозованого показника [6].

Додатково, відомості взяті з робіт Ландреві Ж., Линдона Д та Леві Ж., що включають метод експертних оцінювань, статистичні методи екстраполяції тенденцій, аналітичне прогнозування, метод експлікативних моделей та експериментальний метод. Також, класифікація Армстронга Дж. розподіляє методи прогнозування на аналіз трендів, управлінські судження, метод дослідження роботи та прогнозування вимог [7].

Такий різноманітний набір методів може бути використаний окремо або в комбінації для отримання комплексного прогнозу обсягу закупівлі в умовах невизначеності ринкових умов [8].

Для прогнозування закупівлі товарів для ресторану пропонується розглянути наступні методи (рисунок 1.3):

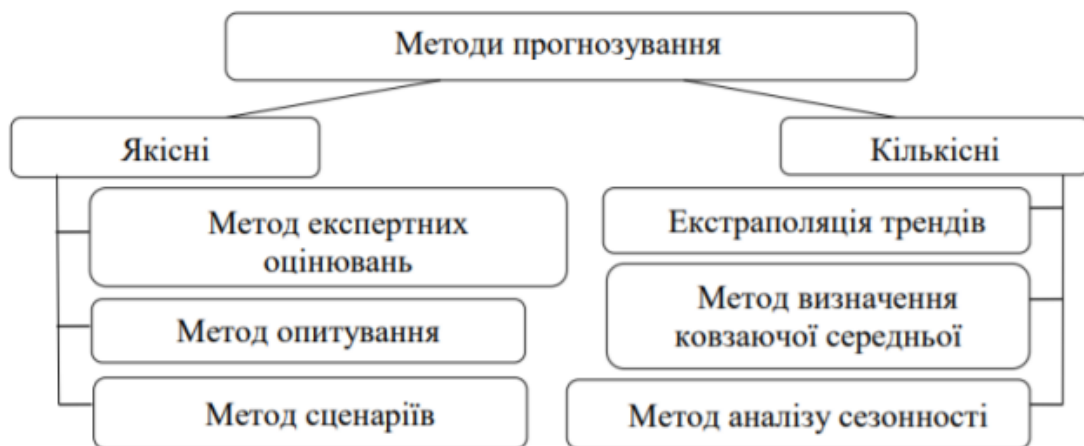


Рисунок 1.3 – Методи прогнозування закупівлі товарів для ресторану

Якісні методи аналізу закупівлею поділяються на три основні групи: метод експертних оцінювань, метод сценаріїв та метод опитування. З іншого боку, кількісні методи включають аналіз сезонності, екстраполяцію трендів та метод визначення ковзної середньої.

Метод експертних оцінювань у прогнозуванні закупівлі має за мету отримання даних для формулювання стратегії маркетингу підприємства. Щоб використовувати цей метод ефективно, пропонуються наступні етапи:

- визначення мети опитування;
- вибір методу проведення опитування;
- вибір кваліфікованих експертів;
- опитування експертів;
- оцінювання компетентності експертів;
- аналіз результатів експертизи;
- формування прогнозу тенденцій розвитку.

Автори визначають ключові характеристики: широта кругозору, практичний досвід, інформованість у предметній області, компетентність, стаж роботи, спеціалізація, професійний статус, знайомство з об'єктом оцінювання, незалежність суджень, системне мислення, уважність, зібраність, уміння концентруватися та зацікавленість в експертизі.

Для прогнозування закупівлі товарів ресторану можна використовувати різні методи, залежно від доступних даних та специфіки бізнесу:

- використання історичних даних про продажі товарів, звіти про запаси, дані про клієнтів та інші внутрішні дані ресторану може допомогти у прогнозуванні майбутнього попиту, а також методи аналізу часових рядів, такі як експоненційне згладжування, ARIMA моделі та інші, можуть бути корисними для цього підходу;

- використання алгоритмів машинного навчання, таких як лінійна регресія, дерева рішень, випадковий ліс та нейронні мережі, може допомогти у прогнозуванні попиту на товари ресторану, ці методи можуть бути корисними, особливо якщо існують великі обсяги даних, які можна використовувати для навчання моделей;

- врахування різних залежності та факторів, таких як сезонність, погода, свята, події та інші, може допомогти у покращенні прогнозів, також методи

аналізу впливу цих факторів на попит можуть бути корисними для розробки точних прогнозів;

– врахування експертних оцінок та бізнес-інтуїції також може бути корисним, особливо якщо інші методи не дають достатньо точних прогнозів, експертні знання про специфіку бізнесу та ринку можуть допомогти у виборі оптимальних стратегій прогнозування.

Вибір конкретного методу прогнозування залежить від доступних даних, обсягу прогнозування, специфіки бізнесу та бюджетних обмежень. Часто ефективним підходом є комбінація кількох методів для отримання найточніших прогнозів.

Метод середніх ковзних можна застосовувати для прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану. Цей метод полягає в обчисленні середнього значення показників за певний період часу, який постійно зміщується вперед по часовому ряду. Застосування цього методу може допомогти визначити загальні тенденції та сезонність в попиті на товари, що є важливим для прогнозування закупівлі.

Проте, варто враховувати, що метод середніх ковзних може бути обмеженим у виявленні складної залежності та факторів, що впливають на попит. Також він може бути менш ефективним у випадках, коли спостерігається значна змінність попиту або коли є великі різки в даних.

У сучасних умовах динамічного ринку та нестабільних умов бізнесу, вибір ефективних методів прогнозування визначає успіх стратегій закупівлі. У ході вибору методів прогнозування було ретельно розглянуто різноманітні підходи та враховано особливості кожного з них.

Метод середніх ковзних є одним з найпоширеніших і простих методів прогнозування. Основна ідея полягає в тому, щоб обчислити середнє значення певного періоду часового ряду і використувати це значення для прогнозування майбутніх точок, періодів часу, тощо [9].

Часові ряди – представляє собою послідовність даних, зібраних або виміряних протягом певного періоду часу, і виконує важливу роль у

статистичному аналізу, обробці даних та прогнозуванні. Часові ряди зустрічаються в різних областях, таких як прогнозування, фінанси, погода, демографія, транспорт, маркетинг та багато іншого.

Використання цих рядів дозволяє виявити та вивчити різноманітні характеристики, такі як тренд, сезонність, циклічність та випадкові зміни, що сприяє більш глибокому розумінню динаміки подій у часі.

Характеристики часових рядів:

– тренд, який представляє собою загальний напрямок або тенденцію зміни значень вздовж тривалого періоду часу, може бути зростаючим, спадаючим та стаціонарним;

– сезонність, яка вказує на систематичні повтори або циклічні коливання, які відбуваються за фіксованим періодом часу;

– циклічність, яка вказує на повторювані коливання або тенденції, які не мають фіксованого періоду і можуть тривати більше або менше одного повного циклу;

– випадкові зміни, які представляють собою непередбачувані та нерегулярні коливання, які не можна пояснити трендом, сезонністю або циклічністю.

Аналіз часових рядів дозволяє визначати зазначені характеристики та розробляти моделі для передбачення майбутніх значень. Процес розрахунку прогнозів часових рядів включає застосування різних статистичних методів. Прогнозування часових рядів має велике значення для бізнесу та прийняття рішень, оскільки точні прогнози можуть бути корисні у керуванні запасами, оптимізації використання ресурсів, передбаченні обсягів закупівлі товарів та інших аспектах діяльності.

Циклічні коливання представляють собою певний рух, який включає фазу зростання та фазу спадання. Цей тип динаміки часто спостерігається у зв'язку з циклами економічної активності, і він не пов'язаний із сезонною діяльністю.

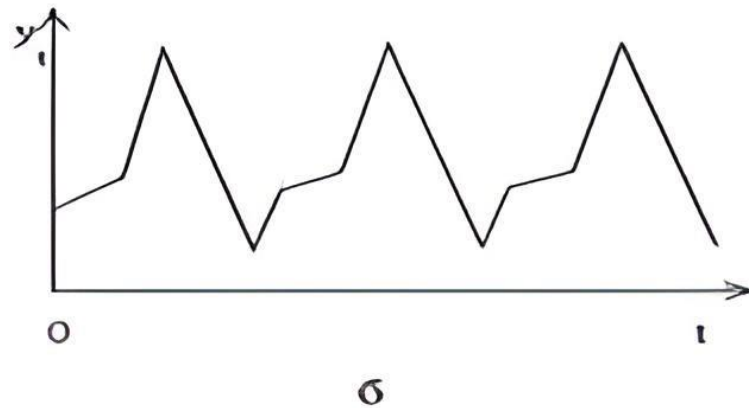


Рисунок 1.4 – Графік циклічних коливань часових рядів для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Сезонні коливання відображають систематичні зміни, що відбуваються протягом року, тижня або доби і пов'язані із сезонами та ритмами людської активності.

Тенденція відповідає повільним, тривалим змінам, що рухаються в певному напрямку і тривають значний період часу. Цей феномен також можна охарактеризувати як тренд або довготривалий рух (рисунок 1.5).

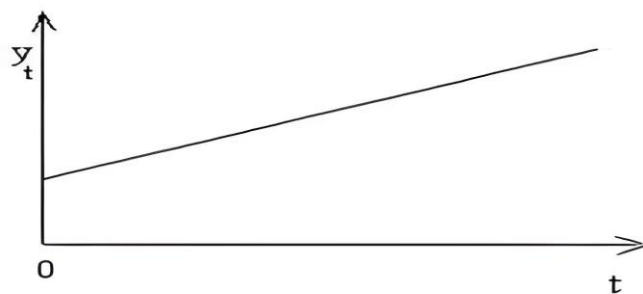


Рисунок 1.5 – Графік тенденції для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Викиди - це аномальні зміни у часовому ряді, також пов'язані з рідкісними подіями, які раптово, але дуже короткочасно, відхиляють ряд від загального закону, за яким він зазвичай рухається.

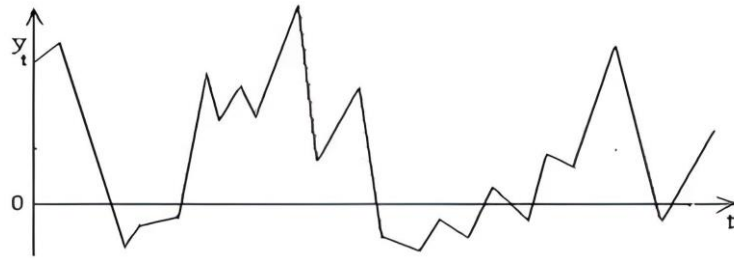


Рисунок 1.6 – Графік викидів часового ряду для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Існує декілька видів ковзних середніх:

- просте ковзне середнє (SMA);
- експоненційне ковзне середнє (EMA);
- зважене ковзне середнє (WMA);
- та інші, менш поширені.

Різновиди ковзних середніх є одними з найширше використовуваних методів аналізу часових рядів та даних. Ці методи застосовуються для згладжування даних, виявлення трендів і сезонності, а також для прогнозування майбутніх значень.

SMA (Simple Moving Average), EMA (Exponential Moving Average) і WMA (Weighted Moving Average) є популярними засобами для аналізу часових рядів та даних. Кожен із них має свої переваги та недоліки, які слід урахувати при їх використанні.

Ковзна середня представляє собою ключовий технічний індикатор, використовуваний для виявлення трендів на фінансовому ринку. Цей інструмент призначений для згладжування коливань цін та відображення середньої вартості активу протягом конкретного часового періоду.

Тепер детально розглянемо кожен із обраних методів та висвітлимо їхні переваги, недоліки та властивості в контексті нашого дослідження, а саме в прогнозуванні закупівлі товарів для ресторану (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристика методів ковзних середніх

Метод	Переваги	Недоліки	Властивості
SMA (ПКС)	легкість розрахунку та зрозумілість; здатність згладжувати коливання та виділяти загальні тенденції; менша чутливість до шуму та випадкових змін.	затримка в аналізі; важливість останніх спостережень.	простота; чутливість до величини періоду; відстаючість (відстає на 1 період від ориг. даних).
WMA (ЗКС)	надає можливість надавати різну вагу різним спостереженням; демонструє більшу гнучкість та точність у виявленні шаблонів та трендів.	вимагає обчислення вагових коефіцієнтів; залежно від встановлених вагових коефіцієнтів може виявитися чутливим до випадкових змін.	гнучкість вагових коефіцієнтів; адаптивність; сприятливість для плаваючого середнього.
ЕМА (ЕКС)	висока чутливість до недавніх змін; здатність адаптуватися до швидкозмінних умов; здатність згладжувати коливання та виявляти тренди.	складніше встановлювати оптимальні значущості факторів згладжування; складніший у розрахунку порівняно з SMA.	експоненційне згладжування; адаптивність до змін; важливість останніх значень.

Просте ковзне середнє (ПКС) представляє собою основний метод, де розрахунок здійснюється шляхом взяття середнього значення для певної кількості останніх спостережень. Наприклад, ПКС за 7 днів вимагає обчислення середнього значення за останні 7 днів. Цей метод сприяє згладжуванню коливань та виявленню загальних тенденцій у наборі даних. Цей метод чутливий до змін та в змозі враховувати тренди та сезонні варіації.

Експоненційне ковзне середнє (ЕКС) надає більшу вагу останнім спостереженням у порівнянні з минулими, користується ваговими коефіцієнтами, які зменшуються з часом. Цей метод дозволяє ефективно згладжувати коливання та швидко реагувати на зміни в даних.

Зважене ковзне середнє (ЗКС) приділяє різну увагу різним спостереженням, використовуючи вагові коефіцієнти. Кожне значення має свій ваговий коефіцієнт та чим вищий ваговий коефіцієнт, тим більша вага надається цьому значенню. Цей метод дозволяє акцентувати увагу на конкретних періодах та виявляти зміни в даних.

Вибір конкретного виду ковзної середньої залежить від контексту та цілей аналізу. З урахуванням переваг та недоліків кожного методу можна обрати той, який найкраще відповідає конкретним потребам.

#### 1.4 Формування переліку задач для вирішення проблеми використання методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Для ефективного управління закупівлею необхідно вирішити кілька ключових питань. Перше з них - визначення економічного розміру партії, яке вимагає забезпечення відповідності між кількістю ресурсів, що постачаються, і потребами їх реалізації. Друге питання - наукове обґрунтування точки

замовлення, що передбачає визначення обґрунтованих термінів закупівлі товарів.

Вирішення цих питань стає простішим завдяки наявності достатньої інформації про попит на товари, для якої закупівля є ключовим завданням. Знаючи приблизні об'єми продажів та фактичні залишки товару, можна приймати ефективні управлінські рішення щодо економічного розміру закупівлі, розміру страхового запасу та оптимальної точки закупівлі.

Ефективність системи в цілому залежить від точності прогнозування, тому вибір ефективного апарату прогнозування закупівлі товарів є ключовим фактором.

У даному випадку об'єктом дослідження є процес прогнозування закупівлі товарів ресторану, а предметом – досліджування існуючих методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану. Основною метою науково-дослідної роботи є вивчення методів прогнозування з метою вибору оптимального методу для прогнозування закупівлі товарів.

В рамках визначеної мети ставимо перед собою перелік завдань:

- дати загальну характеристику методам прогнозування;
- визначити сильні та слабкі сторони методів прогнозування;
- оцінити застосовані методи прогнозування що розглядались з урахуванням групування товарів;
- визначити порядок використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану;
- провести апробація методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану.

## 2 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКУПІВЛІ ТОВАРІВ РЕСТОРАНУ

### 2.1 Доцільності використання методів прогнозування для закупівлі товарів ресторану

Метод прогнозування за допомогою ковзних середніх величин широко використовується через його простоту та легкість в реалізації. За цим методом прогнозована величина продажу в майбутньому періоді рівна середньому обсягові за минулі роки. Цей підхід обумовлений припущенням, що фактори, що впливали на обсяг закупівлі товарів в минулих періодах, залишаються незмінними в майбутньому.

Проте, слід враховувати, що з плином часу умови можуть змінюватися, і це може впливати на точність прогнозу. Тому для уникнення цього недоліку використовуються дані за декілька минулих періодів. Шляхом усереднення цих даних формується прогноз продажу на майбутній період. За зазначеним методом, чим більше років минулого періоду враховано в розрахунку, тим точніший може бути прогноз продажу.

В умовах сталості закупівлі товарів в динаміці такий метод може бути ефективним. Однак, у випадках, коли спостерігається тенденція зростання кількості закупівлі товарів по роках, навіть незначна, закупівля товарів за цим методом може виявитися меншим за фактичний обсяг у деяких роках минулого періоду, що може викликати нелогічність. Це особливо важливо в умовах стабільної економіки, де закономірним є збільшення обсягу закупівлі товарів в динаміці.

Для уникнення таких ситуацій пропонується змінити підхід до використання ковзних середніх величин у прогнозуванні. Процес розрахунку прогнозу закупівлі може бути вдосконалений, передбачає наступний порядок дій:

- зібрати статистичні дані про фактичні обсяги закупівлі товарів за минулі тижні;
- згрупувати дані;
- визначити ковзні середні величини;
- попарно порівняти значення цих величин;
- розрахувати середній приріст цих величин за досліджуваний період;
- шляхом сумування цього приросту з фактичним обсягом закупівлі товарів в останньому році досліджуваного періоду визначається прогноз.

На сьогодні існує різноманіття варіацій ковзних середніх, таких як плаваюча середня, застосована середня, потрійна середня та інші. Кожен з цих видів має свої унікальні характеристики та використовується для вирішення різних завдань. Використання ковзних середніх полягає у їхній здатності ідентифікувати тренди, визначати рівні підтримки та опору, а також надавати ті чи інші сигнали.

Ковзна середня представляє собою ключовий технічний індикатор, використовуваний для виявлення трендів на фінансовому ринку. Цей інструмент призначений для згладжування коливань цін та відображення середньої вартості активу протягом конкретного часового періоду.

Для того щоб обрати метод середніх ковзних, який найбільше підходить до предметної галузі, потрібно врахувати фактори та характеристики, які важливі для прогнозування закупівлі товарів для ресторану, такі як: сезонність, змінність характеристики (можливість швидко адаптувати прогнози при змінах), ефективність та легкість в прогнозуванні.

Успішне використання методу прогнозування в дослідженні та практиці можливо при коректному зборі даних, аналізі даних, налаштуванні параметрів прогнозування, моніторити та за необхідністю корегувати прогнози.

В прогнозуванні закупівлі товарів ресторану, має перевагу метод ЗКС, так як він враховує всі фактори та характеристики, які важливі для прогнозування закупівлі товарів. Метод ЗКС дозволяє ефективно враховувати сезонні варіації,

що допомагає підприємствам точніше планувати свої закупівлі. враховує змінні характеристики та дозволяє адаптувати прогнози відповідно. Метод ЗКС є ефективним для обробки часових рядів, що забезпечує високу точність прогнозування в порівнянні з іншими методами та відносно легко впроваджується і використовується, що дозволяє менеджерам з закупівлі та прогнозування без проблем застосовувати його для прогнозування закупівлі. Детальні розрахунки та порівняння методів, продемонстровані в роботі

Дослідження в цьому напрямку приведуть до розробки ефективних стратегій управління запасами та оптимізації закупівлі в умовах невизначеності та змін.

## 2.2 Структура розрахунків методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Для розрахунків прогнозування закупівлі товарів ресторану обраними методами потрібно виконати послідовність етапів.

Розглянемо послідовність щодо розрахунку методом ПКС.

1. Ввести вхідні дані про часові проміжки та обсяг закупівлі деякого товару.

2. Розрахунок методу ПКС, формула розрахунку:

$$f_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{k-1}, \quad (1)$$

де  $X_{k-1}$  – реальні значення показника ряду;

$N$  – ширина вікна для згладжування, яка залежить від  $x$  (довжина часового ряду).

3. Розрахувати САВ (середнє абсолютне відхилення) за формулою:

$$\frac{\sum_N |x_i - x'_i|}{N}, \quad (2)$$

4. Порівняти вхідний ряд розрахунків з нашими даними, які отримали після проведення розрахунків ПКС, необхідно наглядно продемонструвати діаграму з порівнянням.

Розглянемо послідовність щодо розрахунку методом ЗКС.

1. Ввести вхідні дані про часові проміжки та обсяг закупівлі деякого товару.

2. Задати вагові коефіцієнти.

3. Розрахувати САВ для методу зваженого ковзного середнього.

4. Порівняти отримані результати з розрахунку методів ПКС та ЗКС.

Розглянемо послідовність щодо розрахунку методом ЕКС.

1. Ввести вхідні дані про часові проміжки та обсяг закупівлі деякого товару.

2. Ввести параметр згладжування.

Формула розрахунку згладженого ряду:

$$s_t = \lambda * Y_t + (1 - \lambda) * s_{t-1}, \quad (3)$$

де  $S_t$  - згладжене значення;

$Y_t$  – спостереження у відрізок часу;

$S_{t-1}$  – попереднє згладжене значення;

$\lambda$  – параметр згладжування.

3. Розрахувати САВ на даних методу ЕЗ.

Порівняти отримані результати розрахунків САВ методами ПКС, ЗКС та ЕКС та визначити за яким метод розрахунків найменше середнє відхилення.

### 3 ПОРЯДОК ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКУПІВЛІ ТОВАРІВ ІС РЕСТОРАНУ

#### 3.1 Алгоритми використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану

Для дослідження методу прогнозування ПКС була розроблена блок-схема методу, за наступними етапами: введення даних, групування даних, додавання попередніх значень, встановлення періоду та розрахунок ПКС за формулою (1). А також, доданий етап прийняття рішення, де можливо після аналізу отриманих даних перейти до виведення результату, або поверненню до введених даних для внесення змін.

Блок схема методу ПКС зображено на рисунку 3.1

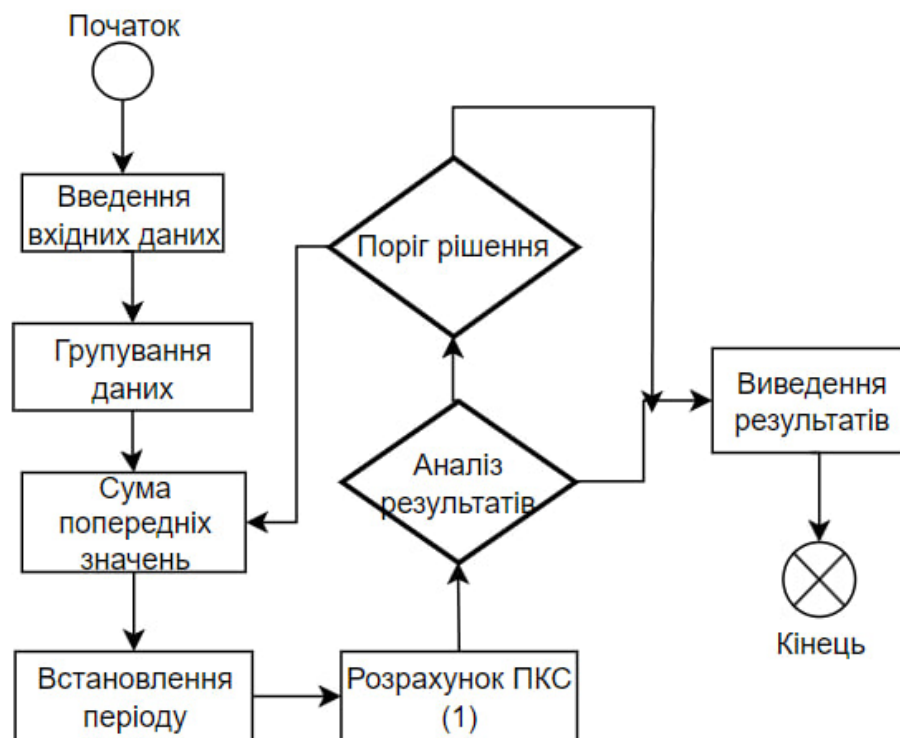


Рисунок 3.1 – Блок-схема методу ПКС для дослідження прогнозування закупівлі товарів ресторану

Для дослідження методу прогнозування ЗКС була розроблена блок-схема методу, за наступними етапами: введення даних, групування даних, ініціалізація вагових коефіцієнтів та розрахунок ПКС за формулою (2). А також, додані етапи прийняття рішення, де можливо після аналізу отриманих даних перейти до виведення результату, або поверненню до введення даних для внесення змін.

Блок-схема методу ЗКС зображено на рисунку 3.2.

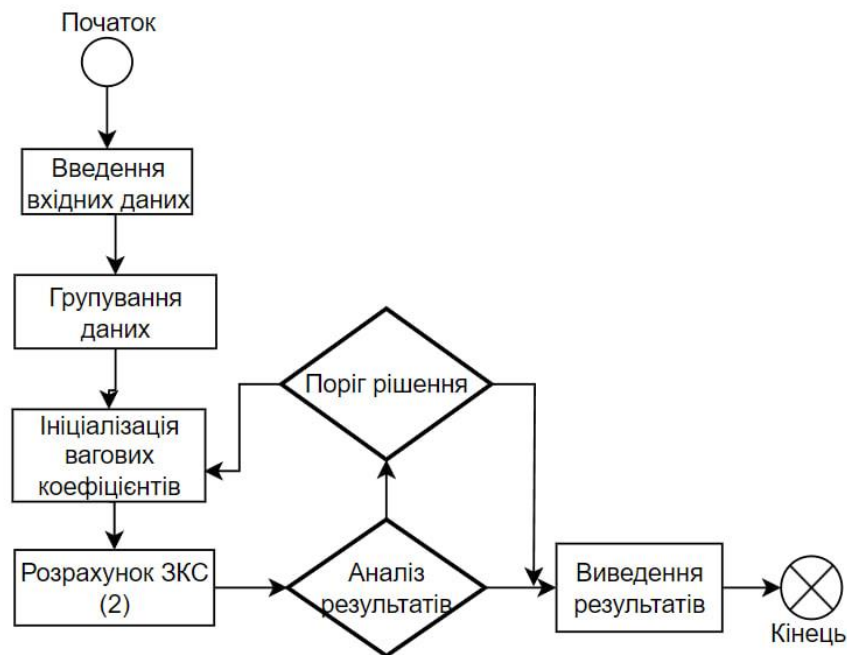


Рисунок 3.2 – Блок-схема методу ЗКС для дослідження прогнозування закупівлі товарів ресторану

Для дослідження методу прогнозування ЕКС була розроблена блок-схема методу, за наступними етапами: введення даних, групування даних, ініціалізація коефіцієнту згладжування та розрахунок ЕКС за формулою (3). А також, додані етапи прийняття рішення, де можливо після аналізу отриманих даних перейти до виведення результату, або поверненню до введення даних для внесення змін.

Блок-схема методу ЕКС зображено на рисунку 3.3.

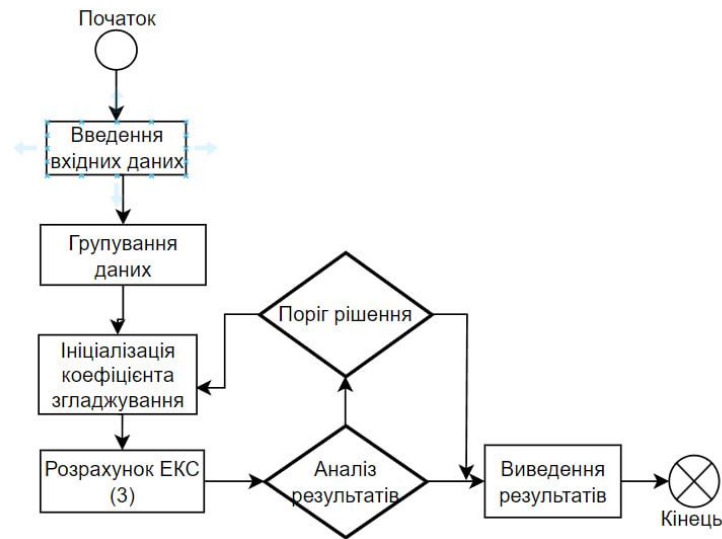


Рисунок 3.3 – Блок-схема методу ЕКС для дослідження прогнозування закупівлі товарів ресторану

Оцінити застосовані методи прогнозування що розглядались з урахуванням групування товарів з закупівлі кожного з закладів та групувати їх за найменуванням товару, що в свою чергу дозволить:

- зменшити витрати на доставку за рахунок точного прогнозування попиту та оптимізації маршрутів доставки;
- забезпечити закупівлю за оптовими цінами та ефективно управління запасами для підтримки плавності роботи ресторанів;
- підвищити конкурентоспроможність мережі ресторанів завдяки оптимізації витрат.

### 3.2 Розрахунок потреби в закупівлі товарів для ресторану методами, що досліджуються

Для розрахунку досліджуваних методів прогнозування закупівлі товарів ресторану почнемо з розрахунку прогнозу методом ПКС.

Першим кроком потрібно визначитися з часом, тобто періодом за яким буде розраховуватися середнє значення.

Для розрахунку кращого методу для прогнозування закупівлі товарів для ресторану, проведемо розрахунок на прикладі, об'єм деякого товару –  $y$ .

Наприклад, в періоді тижня, об'єми закупівлі деякого товару опишемо часовим рядом (рисунок 3.4).

x	y
1	97
2	86
3	79
4	72
5	66
6	69
7	70
8	82
9	89
10	78

Рисунок 3.4 – Вхідні дані,  $x$  – часовий проміжок (тиждень),  $y$  – обсяг закупівлі товару

Будуємо графік для заданого часового ряду (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 - Графік заданого часового ряду для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Наступним кроком потрібно обчислити значення ПКС.

Для обчислення середнього значення вибраних точок даних додаються значення цих точок і діляться на кількість точок. Наприклад, при використанні ПКС, останні три значення додаються, і результат ділиться на три, щоб отримати середнє значення.

Отримавши середнє значення за допомогою ПКС, його можна використовувати для прогнозу майбутніх значень. Наприклад, якщо останні три значення даних дорівнюють 9, 8, 7, то середнє значення буде  $(9+8+7)/3 = 8$ . Це значення може слугувати прогнозом для наступного періоду часу (тижня).

Прогноз моделі зображений на рисунку 3.6.

x	y	КС(yy)
1	97	
2	86	
3	79	
4	72	87,33333
5	66	79
6	69	72,33333
7	70	69
8	82	68,33333
9	89	73,66667
10	78	80,33333
	Прогноз	83

Рисунок 3.6 – Прогноз моделі на основі ПКС для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Наступним кроком слугує розрахунок ПКС. Формула розрахунку:

$$f_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{k-1}, \quad (4)$$

де  $x_{k-1}$  – реальні значення показника ряду;

$N$  – ширина вікна для згладжування, яка залежить від  $x$  (довжина часового ряду).

Далі, необхідно розрахувати середнє абсолютне відхилення (САВ).

САВ - вимірює середню абсолютну різницю між прогнозованими значеннями і фактичними значеннями даних. Для кожної точки віднімається прогнозоване значення від фактичного значення, а потім береться абсолютне значення цієї різниці.

САВ розраховується як середнє арифметичне всіх отриманих абсолютних різниць (рисунок 3.7).

x	y	KC(yy)	y-yy
1	97		
2	86		
3	79		
4	72	87,33333	15,33333
5	66	79	13
6	69	72,33333	3,33333
7	70	69	1
8	82	68,33333	13,66667
9	89	73,66667	15,33333
10	78	80,33333	2,33333
	Прогноз	83	64
		САВ	9,142857

Рисунок 3.7 – Розрахунок середнього абсолютного відхилення для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Формула розрахунку САВ:

$$\frac{\sum_N |x_i - x'_i|}{N}, \quad (5)$$

Так як значення САВ – 9,142857, це досить високе значення для відхилення, це може вказувати на значне відхилення від фактичних даних.

Графік прогнозу з порівнянням ПКС моделі з фактичними даними, зображений на рисунку 3.8.

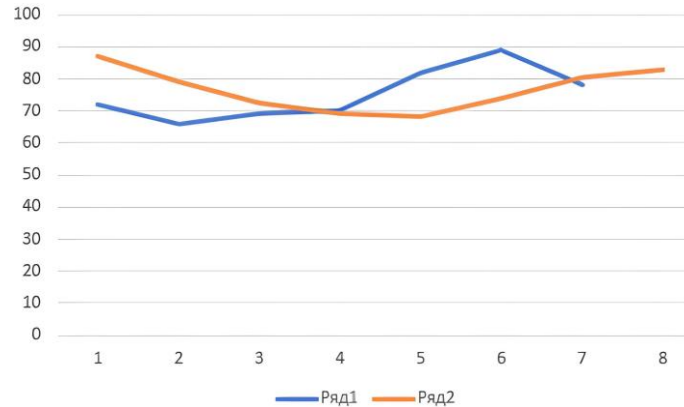


Рисунок 3.8 – Прогноз моделі ПКС, ряд1 – вхідний ряд спостережень, ряд2- результати спостережень за ПКС для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Важливо відзначити, що простий метод ковзного середнього використовується для згладжування даних та виділення трендів, але йому може бути властиво менша ефективність у виявленні складної залежності чи в умовах швидкозмінних ринків.

Проведемо розрахунки методом ЗКС та потім порівняємо з ПКС.

Першим кроком для початку розрахунків ЗКС буде вибір вагових коефіцієнтів, будемо використовувати коефіцієнти як надають більшу увагу до швидкозмінних та новим значенням.

Розрахунок продемонстровано на рисунку 3.9.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До:  Максимум  Минимум  Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

SBS1 <= SBS2  
 SBS1:SBS3 <= 1  
 SBS1:SBS3 >= 0  
 SBS2 <= SBS3  
 SBS4 = 1

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения  
 Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Рисунок 3.9 – Розрахунок вагових коефіцієнтів для моделі ЗКС для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Для пошуку рішення застосовуємо програму Excel, та знаходимо вагові коефіцієнти за даними параметрами на рисунку 3.10.

a1	0,214286					
a2	0,357143					
a3	0,428572					
	1,000001	x	y	KC(yy)	y-yy	
		1	97			
		2	86			
	0	3	79			
	0	4	72	87,33333	15,33333	
	1	5	66	79	13	
		6	69	72,33333	3,33333	
		7	70	69	1	
		8	82	68,33333	13,66667	
		9	89	73,66667	15,33333	
		10	78	80,33333	2,33333	
			Прогноз	83	64	
				СAB	9,142857	

Рисунок 3.10 – Результат пошуку рішення для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Після знаходження вагового коефіцієнта та рішення, перейдемо до обчислення ЗКС, для цього кожне значення множиться на відповідний ваговий коефіцієнт, і потім всі отримані результати додаються. Отриману суму ділять на загальну суму вагових коефіцієнтів. Наприклад, при використанні ЗКС з ваговими коефіцієнтами 0.2, 0.3, 0.5 для останніх трьох значень, зважене середнє буде обчислено як  $(0.2 * \text{Значення1}) + (0.3 * \text{Значення2}) + (0.5 * \text{Значення3}) / (0.2 + 0.3 + 0.5)$ .

Результат продемонстровано на рисунку 3.11.

a1	0,214286						
a2	0,357143						
a3	0,428572						
	1,000001	x	y	KC(yy)	y-yy		
		1	97				
		2	86				
	0	3	79			VCC	
	0	4	72	87,33333	15,33333	85,35714	13,35714
	1	5	66	79	13	77,5	11,5
		6	69	72,33333	3,33333	70,92857	1,92857
		7	70	69	1	68,5715	1,428503
		8	82	68,33333	13,66667	68,78578	13,21422
		9	89	73,66667	15,33333	74,92865	14,07135
		10	78	80,33333	2,33333	82,42865	4,428654
			Прогноз	83	64		59,92844
				CAB	9,142857	CAB	8,561206

Рисунок 3.11 – Результат пошуку САВ для моделі ЗКС для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Отримавши ці значення, їх можна застосувати для прогнозування в майбутньому. Ці значення можуть бути використані для прогнозування в наступному періоді.

Після прогнозування наступного періоду останнє значення даних зазвичай замінюється новим значенням, яке стає доступним. Наступною кроком є повторення процедури, включаючи обчислення нового зваженого середнього значення та прогнозування наступного періоду.

a1	0,214286								
a2	0,357143								
a3	0,428572								
	1,000001	x	y						
		1	97						
		2	86						
	0	3	79	КС		ЗКС		ЗКС	
	0	4	72	87,33333	15,33333	85,35714	13,35714	79	7
	1	5	66	79	13	77,5	11,5	72	6
		6	69	72,33333	3,33333	70,92857	1,92857	66	3
		7	70	69	1	68,5715	1,428503	69	1
		8	82	68,33333	13,66667	68,78578	13,21422	70	12
		9	89	73,66667	15,33333	74,92865	14,07135	82	7
		10	78	80,33333	2,33333	82,42865	4,42865	89	11
				83	64	82,7858	59,92844	78	47
				СAB	9,142857	СAB	8,561206	СAB	6,714286

Рисунок 3.12 – Загальна інформація прогнозування за методом ковзного середнього для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

Краще себе показала модель ЗКС з ваговими коефіцієнтами 0 0 1, яка має найменше, тим самим найкраще середнє відхилення 6, 714286. Отже, метод ЗКС дозволяє використовувати вагові коефіцієнти для надання більшої вагомості певним значенням даних при прогнозуванні. Це дозволяє більш точно враховувати зміни в даних та підвищує точність прогнозу.

Наступним методом над яким проведемо розрахунок буде метод ЕКС.

Першим кроком розрахунку прогнозу є вибір параметру згладжування ( $\lambda$ ), він визначає, яка увага буде приділятися попереднім результатам прогнозу.

Значення цього параметру завжди в діапазоні від 0 до 1, чим ближче значення до 1 тим більша увага приділяється попереднім спостереженням.

Формула розрахунку згладженого ряду:

$$s_t = \lambda * Y_t + (1 - \lambda) * s_{t-1}, \quad (6)$$

де  $S_t$  - згладжене значення;

$Y_t$  - спостереження у відрізок часу;

$S_{t-1}$  - попереднє згладжене значення;

$\lambda$  – параметр згладжування.

Для того щоб завжди отримувати актуальні значення потрібно оновлювати модель, враховуючи нові дані.

Розрахунок моделі продемонстровано на рисунку 3.13.

	A	B	C	D	E	F
		0,5				
			x	y		
			1	97	E3	
			2	86	97	11
			3	79	91,5	12,5
			4	72	85,25	13,25
			5	66	78,625	12,625
			6	69	72,3125	3,3125
			7	70	70,65625	0,65625
			8	82	70,32813	11,67188
			9	89	76,16406	12,83594
			10	78	82,58203	4,582031
				Прогноз	80,29102	82,43359
					СAB	9,159288

Рисунок 3.13 – Розрахунок прогнозу з САВ в моделі ЕКС для дослідження методів прогнозування закупівлі товарів ресторану

В даному випадку відхилення середнього значення становить 9,159288.

Таблиця результатів розрахунків методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків прогнозування

Метод	САВ
ПКС	9.142857
ЗКС	6.7143
ЕКС	9.159288

Після дослідження та розрахунків методів ЗКС, ПКС та ЕК було знайдено метод який має найменше середнє відхилення 6,7143 – це метод ЗКС, що робить його кращим методом для прогнозування закупівлі товарів для ресторану.

Для нашого об'єкту дослідження, шляхом розрахунку було виявлено метод з найменшим САВ, за цим методом й проведемо наглядно, групування товарів та їхній прогноз на наступний період закупівлі.

На таблиці 4.1 зображено зібрану інформацію з закупівлею товарів з 4 закладів мережі за минулі 10 періодів, в нашому випадку це тижні, а також прораховано прогноз на 11 період за методом ЗКС та прораховано САВ для кожного з видів згрупованих товарів:

- зелений колір, найменування товару;
- жовтий колір, прогноз за методом ЗКС;
- червоний колір, середнє абсолютне відхилення для кожного найменування товарів.

Таблиця 4.2 – Групування даних закупівлі

											ЗКС	САВ
Період, тиждень	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Лимон, кг	25	31	24	30	27	28	26	31	25	20	28,3	2.89
Апельсин, кг	46	43	55	32	54	46	45	50	39	41	46.4	5.26
Телятина, кг	70	65	66	73	75	69	42	56	43	62	64.3	9.24
Куриця, кг	80	65	54	67	87	97	65	43	65	86	73.1	7.89
Лайм, кг	12	14	23	22	15	16	14	19	20	22	20.2	4.35
Картопля, кг	90	98	78	96	78	97	76	87	68	100	87.3	9.64
Цибуля, кг	46	48	54	34	54	45	39	42	34	50	44.8	5.3
Шампінйони, кг	54	43	57	61	44	54	43	39	45	43	48.2	6.74
Груша, кг	44	33	43	36	46	50	41	48	46	51	44.9	4.41
Лосось, кг	76	75	60	90	74	83	73	79	81	87	79.1	4.95

## 4 АПРОБАЦІЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАКУПІВЛІ ТОВАРІВ ІС РЕСТОРАНУ

### 4.1 Апробація результатів досліджень

ІС для ресторанного бізнесу є ключовим елементом у забезпеченні ефективного управління виробництвом, обслуговуванням та фінансами. Додавання в ІС ресторану функцій прогнозування закупівлі стало кроком до вдосконалення процесів управління запасами та прогнозування закупівлі.

Розширення ІС за допомогою модуля прогнозування закупівлі дозволяє автоматизувати та оптимізувати процеси замовлення та контролю запасів.

Схема функціональної структури ІС ресторану, з блоками управління рестораном зображено на рисунку 4.1.

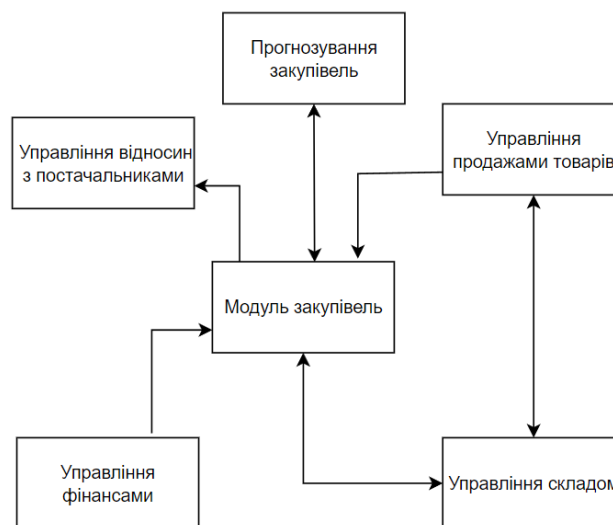


Рисунок 4.1 – Схема функціональної структури ІС ресторану

Впровадження методів прогнозування закупівлі товарів покращило взаємодію з постачальниками. Загалом, впровадження модулю прогнозування

закупівлі дозволило підвищити точність управління запасами, знизити витрати на складське господарство та оптимізувати взаємодію з постачальниками.

При формування функціональної структури ІС ресторану було використано метод формування організаційно структури ІС з метою оптимізації існуючої системи [10].

Впровадження модуля прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану дозволило оптимізувати роботу менеджера з закупівлі та управлінні запасами. Організаційна структура ресторану наведено на рисунку 4.2.

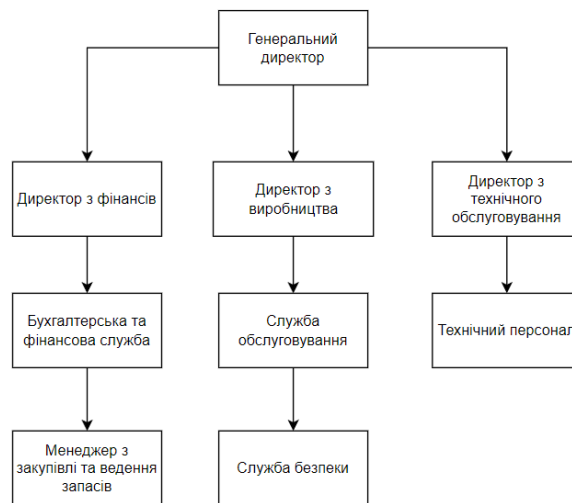


Рисунок 4.2 – Схема організаційної структури ресторану

Менеджер з закупівлі відповідає за оперативне управління процесами закупівлі в ресторані, його обов'язки включають планування закупівлі на наступний період часу, робота з постачальниками, ефективний моніторинг ринку та координацію роботи відділу закупівлі.

Після впровадження модуля прогнозування процес закупівлі товарів за допомогою ІС наведено на рисунку 4.3.

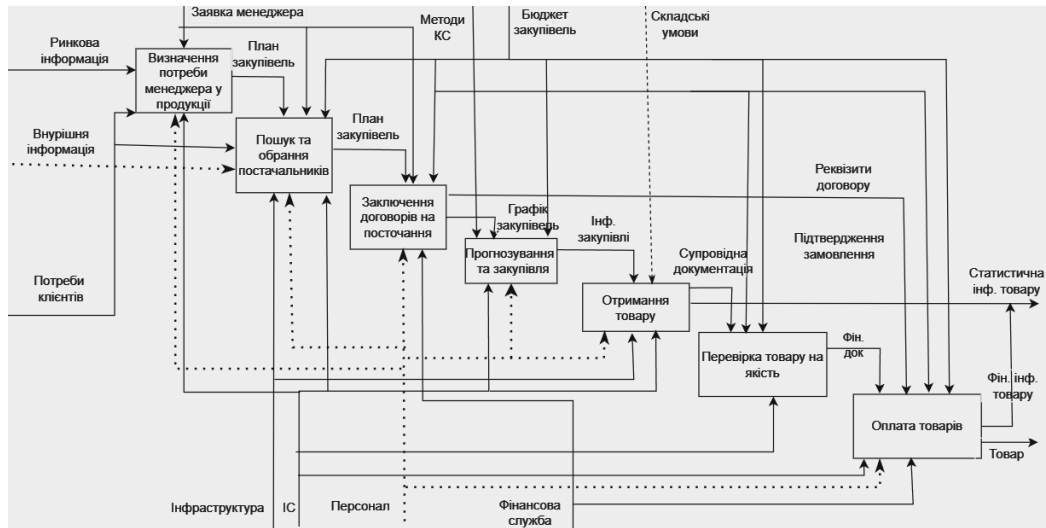


Рисунок 4.3 – IDEF0 діаграма процесу закупівлі товарів з використанням методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану

До діаграми внесені зміни, а саме додано процес прогнозування та механізм прогнозу, який включає в себе метод прогнозування та надає інформації щодо даних.

#### 4.2 Основний функціонал роботи модулю прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану

Розроблена програма використовується для розрахунків та прогнозування методів закупівлі товарів для ресторану. Програма була розроблена для зручності користування та швидкого прогнозування для закупівлі. В програмі використовується декілька таблиць, а саме таблиця з початковими даними та таблиця з ваговими коефіцієнтами. Для коректного функціонування, була розроблена методика збереження цих таблиць між сеансами та роботи програми. Також, для спрощення роботи, була реалізована можливість завантаження та

збереження файлів з таблицями формату CSV. В програмі реалізовано відображення інформації у вигляді вхідних та розрахункових даних.

Програма, після запуску, автоматично шукає файли (data CSV) з інформацією у папці, де розташована програма. Якщо файли знайдені, таблиці вагових коефіцієнтів та вхідних даних завантажуються автоматично. Якщо файли відсутні, користувач може імпортувати вхідні дані з іншого файлу CSV або вручну ввести їх в таблицю. Для додавання нового рядка в таблицю вхідних даних потрібно заповнити відповідні дані, дату і значення, і автоматично згенерується унікальний ID для рядка.

Для реалізації програми використовувалася сучасна мова програмування високого рівня C#, та середа розробки Visual Studio 2019. Були задіяні бібліотеки продемонстровані на рисунку 4.4.

```
using System;  
using System.Collections.Generic;  
using System.ComponentModel;  
using System.Data;  
using System.Drawing;  
using System.Linq;  
using System.Text;  
using System.Threading.Tasks;  
using System.Windows.Forms;  
using System.IO;
```

Рисунок 4.4 – Бібліотеки що були задіяні для розробки програмного забезпечення

При старті основної форми програми автоматично відбувається завантаження даних за замовчуванням, цей процес використовує методи зображені на рисунку 4.5.

```
private void LoadDefaultData()
{
    // загрузка даних по-замовчуванню
    string defaultDataFile = Application.StartupPath + "\\data.csv";
    if (File.Exists(defaultDataFile))
    {
        ReadDataFromCSVFile(defaultDataFile);
        ReadWCfromCSVFile();
        if (dataGridView2.Rows.Count == 0) CalculateWeightCoefficients();
    }
}
}
```

Рисунок 4.5 – Загрузка даних за замовчуванням

Якщо файл WC.CSV відсутній або пустий, тобто таблиця коефіцієнтів залишилася не заповнена, то запускається процедура CalculateWeightCoefficients, яка заповнює таблицю згенерованими коефіцієнтами виходячи з початкових значень вхідних даних.

Файл	Розрахувати				
Завантажити данні з CSV					
Зберегти данні в CSV		Середнє (просте)	Різниця (просте)	Середнє (зважене)	Різниця (зважене)
Зберегти розрахунок в CSV		0,00	0,00	0,00	0,00
Вихід		107,34	49,66	115,57	41,43
		144 00	26 75	140 79	23 54

Рисунок 4.6 – Функції які можливо виконати з файлом

В програмі доступна можливість видалення рядка шляхом виділення його заголовка та натискання кнопки "Delete". Редагування значень в таблиці виконується подвійним клацанням по клітинці. Вхідні дані включають дату початку місяця і обсяг виробництва.

Програма дозволяє вибрати довжину часового ряду, від якої залежить кількість вагових коефіцієнтів. Вагові коефіцієнти можна заповнити автоматично або вручну з використанням файлу CSV. Після заповнення таблиць можна розпочати розрахунок, натискавши кнопку "Розрахувати".

Процедура обов'язкового виклику може бути запущена через вибір опції "Завантажити файл CSV" у меню. Перед виконанням цієї процедури відкриється вікно для вибору файла.

Процедури `ReadFromCSVFile` та `ReadWCFromCSVFiles` спочатку виконують очищення відповідних таблиць на формі, після чого зчитують текстові файли у масиви значень та заповнюють відповідні таблиці.

Процедура `CalculateWeightCoefficients` використовується для розрахунку вагових коефіцієнтів за замовчуванням. Перед розрахунком таблиця коефіцієнтів очищується. Кількість рядків береться з таблиці вхідних даних, обчислюється співвідношення кожного значення відносно суми та сортується за зростанням. Сума коефіцієнтів завжди дорівнює одиниці, а порядок коефіцієнтів відповідає визначеному співвідношенню (наприклад,  $a_1 \leq a_2 \leq a_3$ ;  $a_1 + a_2 + a_3 = 1$ ).

Формовий запуск процедури заповнення коефіцієнтів за замовчуванням можна викликати за допомогою кнопки "Заповнити коефіцієнти".

	Коефіцієнт
a1	0,214285928571429
a2	0,357143214285714
a3	0,428571857142857

Рисунок 4.7 – Внесення вагових коефіцієнтів до програми

При натисканні кнопки "Розрахувати" викликається процедура `CalculateMovingAverageMethod`. Перед розрахунком відбувається перевірка правильності заповнення коефіцієнтів та наявності та достатності вхідних даних. Після цього для кожного рядка таблиці даних проводяться розрахунки планових

показників. По завершенні виконання процедури автоматично викликається метод CalculateSAO, який обчислює суму середнього абсолютного відхилення, зображено на рисунку 4.8.

```
private void CalculateSAO()
{
    // розрахунок CAO
    int CountFistRows = Convert.ToInt32(StartCount.Value);
    decimal differentSum = 0;
    for (int i = CountFistRows; i < dataGridView1.Rows.Count-1; i++)
    {
        if (dataGridView1.Rows[i].Cells[6].Value == null) continue;
        if (Decimal.TryParse(dataGridView1.Rows[i].Cells[6].Value.ToString(),
            out decimal differentValue))
            differentSum += differentValue;
    }
    decimal S
    textBoxSAO.Text = SAO.ToString();
}
```

Рисунок 4.8 – Розрахунок середнього абсолютного відхилення

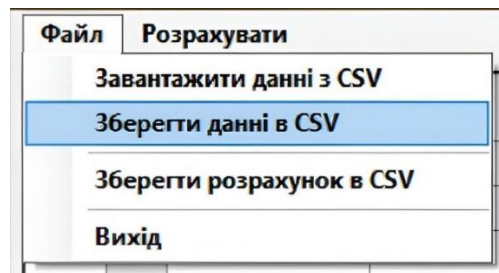


Рисунок 4.9 – Збереження даних до файлу

При обранні опції "Зберегти розрахунок в CSV" у меню, відбувається виклик вікна вибору файлу через процедуру ExportResultToCSV\_Click. Після успішного вибору файлу автоматично викликаються процедури WriteResultsToCSVFile, яка записує результати розрахунків у файл, та WriteWCToCSVFile для запису таблиці коефіцієнтів. Таблиця коефіцієнтів створюється у каталозі програми.

При закритті програми за замовчуванням запускаються процедури для збереження таблиць форми розрахункової та коефіцієнтів, викликаючи процедури WriteDataToCSVFile і WriteWCToCSVFile.

```
private void WriteWCToCSVFile(string fileName="")
{
    // запис коефіцієнтів в файл csv
    if(fileName=="") fileName = Application.StartupPath + @"\wc.csv";
    try
    {
        int rc = dataGridView2.Rows.Count;
        string[] strCSV = new string[rc];
        int i = 0;
        foreach (DataGridViewRow row in dataGridView2.Rows)
        {
            if (row.Cells[0].Value != null)
            {
                strCSV[i] = row.Cells[0].Value.ToString() + ";" + row.Cells[1].Value.ToString();
                i++;
            }
        }
        File.WriteAllLines(fileName, strCSV);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}

private void WriteDataToCSVFile(string fileName)
{
    // запис в файл csv
    try
    {
        int rc = dataGridView1.Rows.Count;
        string[] strCSV = new string[rc];
        int i = 0;
        foreach (DataGridViewRow row in dataGridView1.Rows)
        {
            if (row.Cells[0].Value != null)
            {
                strCSV[i] = row.Cells[1].Value.ToString() + ";" + row.Cells[2].Value.ToString();
                i++;
            }
        }
        File.WriteAllLines(fileName, strCSV);
    }
    catch (Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message);
    }
}
```

Рисунок 4.10 – Процедури збереження таблиць

ID	Значення	Прогноз ПКС	Різниця ПКС	Прогноз ЗКС	Різниця ЗКС	Прогноз ЕКС	Різниця ЕКС
08.01.2024	97						
15.01.2024	83						
22.01.2024	76						
29.01.2024	85						
05.02.2024	73						
12.02.2024	89						
19.02.2024	92						
26.02.2024	91						
04.03.2024	69						
11.03.2024	77						
18.03.2024	Прогноз:	85.33	7.33	85.8	8.8	77.78	0.78
	САР:	7.33		8.8		7.63	

**Параметри розрахунку**

Кількість початкових значень:

Константи згладжування:

**Заповнити коефіцієнти**

Коефіцієнт

a1: 0.3015267175572519003969465649

a2: 0.3282442748091603053435114504

a3: 0.3702290076335877862595419847

Рисунок 4.11 – Результат роботи програми

## ВИСНОВКИ

В дослідженні було присвячено увагу проблемі оптимізації та прогнозування процесів закупівлі товарів для ресторану з метою поліпшення ефективності управління запасами та зниження витрат. Робота включила в себе наступні етапи:

- аналіз властивостей процесу прогнозування закупівлі товарів для ресторану;
- дослідження методів прогнозування закупівлі товарів для ресторану;
- порядок використання методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану;
- апробація методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану.

Було розглянуто детально методи ПКС, ЗКС та ЕКС та шляхом розрахунків виявлено метод, що забезпечує найменше значення САВ.

В ході роботи були спроектовані блок схеми методів прогнозування, діаграму організаційної структури та діаграму процесу закупівлі товарів з використанням методів прогнозування закупівлі товарів ІС ресторану. Проведено апробацію дослідження та розроблено програмне забезпечення для прогнозування закупівлі товарів, що в свою чергу дозволило підвищити ефективність бізнес процесу та оптимізувати роботу ресторану.

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ**

1. Ламбен, Жан-Жак. Менеджмент, орієнтований на ринок [Текст] / Ламбен Жан-Жак; [перекл. с англ. під ред. В.Б. Колчанова]. – СПб: 2007. – 800 с.
2. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення кваліфікаційної роботи (для студентів усіх форм навчання другого (магістерського) рівня програм «Інформаційні управляючі системи та технології») / Упоряд: Петров К.Е., Левикин В.М, Чалий С.Ф., Євланов М.В., Саєнко В.І., Міхнов Д.К, Міхнова А.В, Чала О.В. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 30 с.
3. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 04.03.2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с.
4. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлювання. – Чинний від 22.06.2015. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.
5. Montgomery, D.C., Johnson, L.A., & Gardiner, J.S. – "Forecasting and Time Series Analysis." (2012)
6. Ландреві, Ж. Меркатор. Теорія та практика маркетингу: в 2 т. [Текст] / Ж. Ландреві, Ж. Леви, Д. Линдон; – Т. 1. – М. : МЦФЭР, 2006. – 664 с.
7. Пучкова, В.С. Прогнозування обсягу продаж методом екстраполяції трендів / В.С. Пучкова, Н.В. Растеряєв, 2016 р. [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scienceforum.ru/2016/pdf/25755.pdf>.
8. Armstrong, Michael. Armstrong's handbook of human resource management practice. – 13-th Edition [Electronic resource]. – Mode of access: [https://otgo.tehran.ir/Portals/0/pdf/Armstrong's%20Handbook%20of%20Human%20Resource%20Management%20Practice\\_1.pdf](https://otgo.tehran.ir/Portals/0/pdf/Armstrong's%20Handbook%20of%20Human%20Resource%20Management%20Practice_1.pdf)
9. P.A. Moreira-Matias, P. Brito, and C. Henggeler Antunes. "An empirical analysis of univariate and multivariate time series forecasting for smart grids." (2017)

10. А.В.Міхнова, Д.К.Міхнов, К.С.Чиркова, Метод формування організаційно-технічних структур сегментів ІС служби крові 2015 р. [Електронний курс]. Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/6ae45fbd-5916-40dd-9907-81514a9d37e2/content>