

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 ступеня бакалавра

Студента _____ Сидоренко Івана Олександровича
академічної групи _____ 124–21ск–1
спеціальності _____ 124 Системний аналіз

на тему: «Аналіз та оптимізація роботи логістичної компанії ФОП "DeCargo Group" в умовах воєнної агресії»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	Інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>ас. Шевченко Ю.О</i>			
розділів:				
Інформаційно– аналітичний	<i>ас. Шевченко Ю.О</i>			
Спеціальний розділ	<i>ас. Шевченко Ю.О.</i>			
Рецензент				
Нормоконтролер	<i>к.ф.–м.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ к.т.н., доц. Желдак Т.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту Сидоренко І.О. академічної групи 124-21ск-1
спеціальності: 124 Системний аналіз
на тему «Аналіз та оптимізація роботи логістичної компанії
ФОП "DeCargo Group" в умовах воєнної агресії»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
від 29.04.2024р. №375-с

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Обґрунтувати методи виконання поставлених завдань.	11.09.2023- 28.01.2024
2. Спеціальний розділ	Провести аналіз, вибір та виконати реалізацію методів оптимізації роботи логістичної компанії в умовах воєнної агресії.	29.01.2024- 10.06.2024

Завдання видано _____ Шевченко Ю.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 04.09.2023

Дата подання до екзаменаційної комісії: 20.06.2024

Прийнято до виконання _____ Сидоренко І.О.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 39 с., 13 рис., 0 табл. 4 додатки, 10 джерел.

Об'єктом дослідження процес діяльності компанії "DeCargo Group".

Предметом дослідження є методи якісного та кількісного аналізу отриманих замовлень на перевезення вантажів.

Метою даної кваліфікаційної роботи підвищення ефективності роботи логістичної компанії "DeCargo Group" шляхом використання методів прогнозування даних логістичного відділу.

Методи дослідження - методи аналізу і прогнозування майбутніх значень на основі їхньої попередньої поведінки.

В інформаційно–аналітичному розділі зроблений загальний аналіз діяльності логістичної компанії "DeCargo Group". Виявлені задачі які є на цей час актуальними для роботи компанії. Розглянути ключові сфери та напрями, які охоплює транспортна логістика. Описані основні методами та інструментами, які допоможуть ефективно організовувати та контролювати процеси перевезення вантажів.

У спеціальному розділі здійснений прогноз за допомогою методу ARIMA кількості заявок, які мають надійти у майбутньому до компанії та кількості, необхідних для перевезення вантажів в певному регіоні.

Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що запропонований аналіз може бути використаний у роботі логістичного відділу компанії.

Ключові слова: ЛОГІСТИКА, ЗАЯВКА, ВАНТАЖ, ARIMA, ПРОГНОЗ, ПЛАНУВАННЯ

ABSTRACT

Explanatory note: 39 p., 13 fig., 0 tables, 4 appendices, 10 sources.

The object of research is a cargo transportation process in the company "DeCargo Group".

The subject of research is logistics processes in the company.

The purpose of this qualification work is analysis and optimization of the work of the logistics company "DeCargo Group" by using data forecasting methods of the logistics department.

Research methods - methods of analysis and forecasting of future values based on their previous behavior.

The *information and analytical section* make general analysis of the activity of the logistics company "DeCargo Group" was made. Identified tasks that are currently relevant for the company's work. Consider the key areas and areas covered by transport logistics. The main methods and tools that will help to effectively organize and control the processes of cargo transportation are described.

In the *special section* made a forecast using the ARIMA method of the number of applications that should come to the company in the future and the amount needed for the transportation of goods in a certain region.

The practical value of the obtained results is that the proposed analysis can be used in the work of the logistics department of the company.

Keywords: LOGISTICS, APPLICATION, FREIGHT, ARIMA, FORECASTING, PLANNING

ЗМІСТ

ВСТУП6

1. ІНФОРМАЦІЙНО–АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ 67

1.1 Загальний аналіз діяльності ФОП "DeCargo Group"7

1.2 Транспортна логістика **Ошибка! Закладка не определена.**

1.3 Методи управління логістичними операціями **Ошибка! Закладка не определена.3**

1.4 Методи аналізу та прогнозування майбутніх значень97

1.5 Висновки до розділу 119

2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ 24

2.1 Постановка задачі дослідження і вибір методів вирішення 244

2.2 Розв'язування задачі 2626

2.3 Висновки до розділу 23333

ВИСНОВОК344

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ355

Додаток А.356

Додаток Б.377

Додаток В.388

Додаток Г.399

ВСТУП

Більшість товарів на нашому внутрішньому ринку є плодом творіння інших країн так названим імпортом. Імпорт – це обмін або купівля товарів що виготовляються на заводських потужностях інших країн.

Експедиція вантажів – комплексна послуга супроводу товарно-матеріальних цінностей від митниці або зі складу відправника до складу одержувача. Експедиція здійснюється заради забезпечення схоронності вантажів і мінімізації часу перебування їх в дорозі. Транспорт може розподілятися на морський, сухопутний, повітряний. У рамках цього диплому будемо розглядати сухопутні перевезення та трохи морські, так як вони дотикаються один до одного.

Об'єктом дослідження в роботі є логістичні процеси в компанії ДеКарго Груп, яка здійснює займається сухопутними транспортними перевезеннями.

Актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю впровадження сучасних методів системного аналізу у роботу компанії ДеКарго Груп .

Метою цієї дипломної роботи є спроба оптимізації і підвищення ефективності роботи логістичної компанії шляхом планування кількості необхідних заявок і відповідно кількості машин для перевезення різноманітних вантажів.

Результати даної роботи мають практичну користь, оскільки отримані в роботі дані і запропоновані методи можуть бути використані для більш ефективної роботи логістичних відділів в компанії шляхом впровадженні сучасних методів системного аналізу для планування кількості необхідного транспорту для перевезення вантажів у різних регіонах.

Також компанія буде мати значний економічний ефект, тому що будуть більш оптимально використані матеріальні і людські ресурси.

1. ІНФОРМАЦІЙНО–АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальний аналіз діяльності ФОП "DeCargo Group"

Компанії ДеКарго Груп займається сухопутними транспортними перевезеннями на найвищому рівні, забезпечення безпеки вантажу та доставка його у поставлені терміни.

Компанія має штат співробітників котрі займають певні посади та чітко виконують свої професійні та людські обов'язки. На чолі ДеКарго Груп стоїть її власник та закономірно директор, керівники відділу роботи з клієнтами та логістичного відділу. Далі йдуть бухгалтер та шеф офісу за ними штатні співробітники обох відділів.

Компанія співпрацює як з клієнтами внутрішнього ринку так і зовнішнього. Для забезпечення безперервного постачання товарів та вантажів на обидва ринки. Робота даної компанії забезпечує та підтримує роботу та процвітання більше ніж тисячі перевізників на території нашої держави.

Експедиція вантажів – комплексна послуга супроводу товарно-матеріальних цінностей від митниці або зі складу відправника до складу одержувача. Експедиція здійснюється заради забезпечення схоронності вантажів і мінімізації часу перебування їх в дорозі. Під час виконання перевезення можуть відбуватися різного роду форс мажорні ситуації поламака транспортного засобу, невірно заповнені документи, перевантаження транспортного засобу складом відправника, конфліктні ситуації на кордоні за участі прикордонних служб та їх представників, зміна маршруту призначення вантажу, понаднормові простої на одному з етапів перевезення, мітинги (страйки) закордонних аграріїв з повним перекриття прикордонного транспортного сполучення.

Митно-брокерські послуги – це спеціалізована допомога, яка пропонується підприємствам, що займаються імпортом та експортом товарів через міжнародні кордони. Вони виступають посередниками між бізнесом і

державними органами, відповідальними за регулювання та нагляд за транскордонною торгівлею. По суті, митні брокери – це експерти, які допомагають бізнесу виконати всі необхідні вимоги та забезпечити безперешкодне проходження товарів через митні процедури.

На рис. 1.1. чітко зображено декомпоновану організацію компанії, ієрархія та обов'язки в компанії «DeCargo Group».

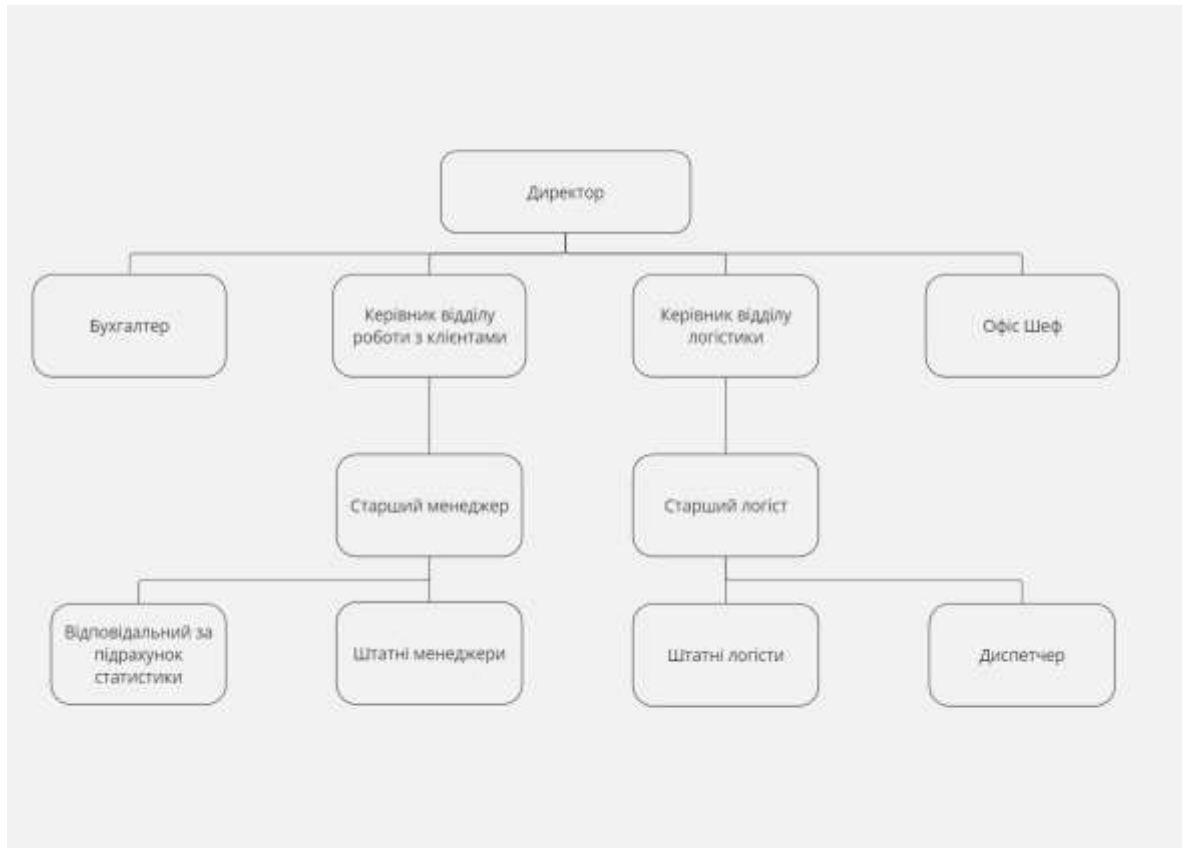


Рисунок 1.1. Ієрархія та обов'язки в компанії DeCargo Group

Директор – виконує роль головного ментора порадирика та здійснює контроль за всіма аспектами підприємства, підтверджує оплати бухгалтеру та налагодженням зв'язків та партнерства з іншими компаніями, аналізує надіслані дані від керівників відділів та створює плани, прогнози на наступний місяць та подальшим розвитком компанії

Керівники відділів – здійснюють контроль за роботою штатних менеджерів та логістів, надають конкретні поради та проводять аналіз окремих

співробітників, створюють короточасні плани та корегують роботу в середині своїх відділів.

Бухгалтер – відповідальний за своєчасність сплат та передачу податкових звітів.

Штатні співробітники – виконують посадові обов'язки згідно з специфікою їх відділів та зобов'язуються виконувати КПП (ключові показники ефективності (англ. key performance indicators, KPI) до них відносяться:

- кількість оброблених заявок на вантажні перевезення;
- кількість виконаних заявок швидкість відповіді клієнту про можливість або неможливість виконати перевезення згідно з специфіки заявки.

Офіс шеф - завідувачем офісом, відповідальний за надходження та перевірку документації від замовників та підрядчиків.

Задача *менеджера* пошук нових клієнтів та їх запитів та обробка вже здобутих запитів від наявних у базі клієнтів.

Пошук клієнтів здійснюється завдяки транспортно – експедиційним платформам (умовно ринкам) замовник або перевізник розміщує запит на пошук транспорту або пропозицію транспортного засобу з вказанням їх специфіки.

1.2 Транспортна логістика

Транспортна логістика є важливою складовою логістичної системи, яка охоплює різні сфери діяльності, пов'язані з організацією та управлінням переміщення вантажів від виробника до споживача.

У рамках цієї дипломної роботи розглянемо наступні ключові сфери, які охоплює транспортна логістика:

Планування транспортних процесів.

- *Розробка маршрутів та графіків перевезень* включає створення ефективних маршрутів для мінімізації витрат та часу доставки, розробка

детальних графіків, які враховують вимоги клієнтів і можливості транспортних засобів.

- *Вибір видів транспорту* включає аналіз різних видів транспорту для визначення найбільш ефективного способу доставки для конкретних вантажів та врахування економічних, екологічних та часових аспектів при виборі виду транспорту.

- *Оптимізація транспортних маршрутів* включає використання математичних моделей та алгоритмів для зниження витрат на транспортування, врахування різних факторів, таких як дорожні умови, завантаженість доріг та географічні особливості.

Управління вантажопотоками.

- *Координація руху вантажів* складається з забезпечення злагодженості та ефективності переміщення вантажів на всіх етапах транспортування, а також використання інформаційних систем для моніторингу та управління вантажопотоками.

- *Консолідація вантажів* це об'єднання дрібних партій вантажів для зменшення витрат на транспортування та оптимізація завантаження транспортних засобів для підвищення ефективності перевезень.

- *Організація перевантажень* це забезпечення ефективної перевалки вантажів у транспортних вузлах а також координація роботи різних видів транспорту для зручності та швидкості перевантажень.

Інформаційні системи в транспортній логістиці.

- *Використання інформаційних технологій* це впровадження сучасних інформаційних систем для управління транспортними процесами, а також використання спеціалізованого програмного забезпечення для планування та контролю перевезень.

- *Системи відстеження вантажів* це впровадження систем GPS та RFID для відстеження вантажів у режимі реального часу та використання технологій для підвищення прозорості та ефективності логістичних процесів.

- *Автоматизація документообігу* включає автоматизація процесів підготовки та обробки документів для підвищення ефективності роботи та використання електронного документообігу для скорочення часу та зниження помилок.

Екологічна логістика та стійкість транспорту.

- Екологічно чисті технології: впровадження технологій, що зменшують негативний вплив транспорту на навколишнє середовище, а також використання альтернативних видів палива та енергоефективних транспортних засобів.

- *Управління впливом транспорту* на навколишнє середовище включає оцінку та мінімізацію екологічних ризиків, пов'язаних з транспортною діяльністю, та розробку та впровадження екологічних стандартів та практик.

- *Стратегії зниження викидів* це розробка стратегій зниження викидів шкідливих речовин та споживання палива та впровадження заходів для підвищення екологічної стійкості транспортних операцій.

Управління витратами на транспортування.

- *Аналіз витрат на транспортування* це вивчення структури витрат на транспортування вантажів та ідентифікація основних факторів, що впливають на витрати, та пошук способів їх зниження.

- *Зниження витрат* включає впровадження заходів для зниження витрат на транспортування без втрати якості обслуговування а також оптимізацію процесів та використання сучасних технологій для зменшення витрат.

- *Бюджетування та фінансове планування* це розробка бюджету для транспортних операцій і планування та контроль фінансових витрат, пов'язаних з транспортуванням.

Управління транспортними засобами.

- *Моніторинг та контроль технічного стану* це регулярні перевірки та обслуговування транспортних засобів для запобігання поломкам і забезпечення безпеки перевезень.

- *Управління парком транспортних засобів складається з управління закупівлями нових транспортних засобів та списання застарілих та оптимізації використання транспортних засобів для підвищення ефективності роботи.*

- *Організація технічного обслуговування та ремонтів це планування і проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт а також використання сучасних технологій для діагностики та ремонту транспортних засобів.*

Транспортна безпека та страхування вантажів.

- *Запобігання крадіжкам та пошкодженням включає розробку та впровадження стратегій захисту вантажів від крадіжок та пошкоджень, а також співпрацю з охоронними службами та використання технологій для підвищення безпеки.*

- *Забезпечення збереження вантажів це впровадження заходів для запобігання крадіжкам та пошкодженням вантажів, а також використання сучасних систем безпеки та моніторингу.*

- *Організація страхування вантажів: вибір та оформлення страхових полісів для захисту вантажів від різних ризиків та управління страховими випадками та врегулювання збитків*

Митне оформлення та документальне супроводження перевезень.

- *Підготовка митних декларацій: заповнення та подання митних декларацій відповідно до вимог митного законодавства та забезпечення точності та повноти інформації у митних документах.*

- *Проходження митних процедур складається з організації та супроводу проходження митних процедур для вантажів а також взаємодії з митними органами для отримання необхідних дозволів.*

- *Ведення супровідної документації це підготовка та обробка супровідних документів для вантажів та забезпечення відповідності документів вимогам законодавства та клієнтів.*

Ці сфери охоплюють ключові аспекти транспортної логістики і допомагають зрозуміти, як ефективно організувати і управляти процесом переміщення вантажів, забезпечуючи економічну ефективність, безпеку та екологічну стійкість.

1.3 Методи управління логістичними операціями

Управління логістичними операціями включає в себе ряд методів і стратегій, які спрямовані на ефективне планування, координацію та контроль руху матеріальних потоків із точки виробництва до кінцевого споживача.

Ключові методів та інструментів логістики, які допоможуть ефективно організувати та контролювати процеси перевезення вантажів:

1) метод 3PL (**Third-Party Logistics**) є одним з найефективніших і найпоширеніших підходів в управлінні логістичними операціями.

3PL експедитори або підрядники беруть на себе відповідальність за виконання певних або всіх логістичних функцій, що дозволяє компаніям зосередитися на своїх основних бізнес-процесах.

Переваги використання 3PL це економія витрат, а також підвищення ефективності роботи і доступ до сучасних технологій у логістиці.

2) Метод EOQ (**Economic Order Quantity**).

Визначення економічного розміру замовлення, який мінімізує загальні витрати на управління запасами, включаючи витрати на утримання запасів і витрати на замовлення.

3) Метод ABC-аналізу (**Activity-Based Costing**).

Це класифікація товарів за ступенем важливості з точки зору управління запасами, що дозволяє зосередитися на управлінні найважливішими товарами.

4) Метод використання транспортних мереж у логістиці є ключовою стратегією для забезпечення оптимальної доставки товарів та ефективного управління ланцюгом постачання.

Вони включають систему маршрутів, вузлів і зав'язків, які організовано для переміщення товарів від постачальників до кінцевих споживачів.

Основні складові включають вибір оптимальних маршрутів залежно від вартості, часу і потреб споживачів, використання різних видів транспорту для зниження витрат і часу доставки, оптимізацію процесів збору та розподілу вантажів, керування запасами на різних точках маршруту.

5) Стратегії управління вартісним ланцюгом (**Supply Chain Management**):

Інтеграція управління логістичними процесами з іншими елементами ланцюга постачання для досягнення загальної ефективності та зниження витрат.

б) Система управління транспортом (**TMS**) є спеціалізованим програмним забезпеченням, що призначене для ефективного керування транспортними процесами в межах логістичних операцій підприємства.

Основна мета методу TMS полягає у вдосконаленні вибору оптимальних маршрутів, плануванні і виконанні транспортних перевезень, ефективному управлінні транспортними ресурсами і зниженні витрат на логістику.

TMS може інтегруватися з іншими логістичними системами, такими як системи управління складом (**WMS**), системи управління ланцюгом постачання (**SCM**) і системи управління замовленнями (**OMS**), для забезпечення повної логістичної підтримки.

TMS надає засоби для аналізу логістичних даних, формування звітів і прогнозування для прийняття управлінських рішень.

7) Система управління запасами (WMS) є програмним забезпеченням, призначеним для ефективного контролю і управління запасами товарів у складській логістиці.

Основна мета WMS полягає в автоматизації процесів зберігання і переміщення товарів, що включає приймання, зберігання, вибірку та відвантаження товарів.

Це програмне забезпечення дозволяє точно контролювати наявність товарів на складі, оптимізувати їх розміщення і рух по складу, мінімізувати помилки і покращувати швидкість обслуговування замовлень.

WMS використовується для підвищення ефективності складських операцій, зменшення витрат на утримання запасів і забезпечення точності обліку товарів.

8) Метод Just-In-Time (JIT) передбачає організацію постачання товарів безпосередньо у момент їхньої необхідності для виробництва або збуту, що дозволяє уникнути зайвих запасів і зменшити витрати на утримання і управління запасами.

Цей підхід ґрунтується на точному плануванні і синхронізації поставок таким чином, щоб товари прибували в потрібний час для безперервного виробництва і задоволення попиту споживачів.

Метод JIT спрямований на оптимізацію ланцюга постачання і мінімізацію часу, який товар витрачає на складах, що дозволяє підприємствам економити на складських витратах і зберігати більше фінансових ресурсів для інших цілей.

9) Стратегії складського управління: Використання оптимальних методів зберігання, підвищення продуктивності простору складу та зменшення часу циклу замовлення.

10) Стратегії управління логістичними мережами: Вибір оптимальної структури логістичної мережі, що включає в себе вибір місць для складського зберігання, дистрибуційні центри та транспортні маршрути.

Для нашої роботи ми будемо більше використовувати методи для прогнозування і аналізу, які включають в себе різноманітні методи і підходи для вивчення даних і передбачення майбутніх подій:

✓ Статистичні моделі використовуються для опису залежностей між змінними на основі статистичних методів.

Наприклад, лінійна регресія, аналіз часових рядів (для прогнозування трендів і сезонності), метод головних компонент.

✓ Математичні моделі використовують математичні рівняння для моделювання складних систем або процесів.

Це можуть бути диференціальні рівняння, системи звичайних диференціальних рівнянь (ODE), а також моделі випадкових процесів.

✓ Машинне навчання і нейронні мережі використовуються для розробки моделей, які можуть самостійно навчатися з даних і робити прогнози без явного програмування.

Сюди входять методи класифікації і регресії, нейронні мережі, дерева рішень тощо.

✓ Байєсівські моделі використовують теорію ймовірностей для моделювання невизначеності і апостеріорних ймовірностей на основі апріорних уявлень і даних.

✓ Комп'ютерні симуляції використовуються для моделювання складних систем або процесів, які можуть бути важко або неможливо моделювати аналітично.

Це можуть бути фізичні симуляції чи економічні моделі і т.д.

Звісно кожен тип моделі має свої переваги і обмеження, і вибір конкретної моделі залежить від характеру даних, цілей аналізу та прогнозування, а також від доступних ресурсів і обсягу даних.

Ці методи можуть застосовуватися окремо або в комбінації залежно від специфічних потреб і характеристик підприємства чи організації.

1.4 Методи аналізу і прогнозування

Аналіз і прогнозування грають ключову роль у прийнятті стратегічних рішень у бізнесі, наукових дослідженнях, управлінні проектами та багатьох інших сферах.

Наведемо основні методи аналізу і прогнозування:

1) Статистичний аналіз, який включає в себе методи, такі як регресійний аналіз, аналіз часових рядів, кореляційний аналіз тощо.

- Регресійний аналіз використовується для вивчення залежності між залежною змінною (змінною, яку потрібно прогнозувати) і однією або кількома незалежними змінними (факторами або предикторами). Він застосовується для прогнозування, пояснення взаємозв'язків між змінними, оцінки впливу факторів на залежну змінну та для побудови моделей.

- Аналіз часових рядів, де часовий ряд є послідовністю даних, отриманих через регулярні проміжки часу (дні, місяці, квартали тощо).

Аналіз часових рядів включає в себе вивчення патернів, трендів і сезонних коливань у часових даних. Цей метод використовується для прогнозування майбутніх значень, виявлення циклів і трендів, оцінки впливу зовнішніх факторів на часовий ряд.

- Кореляційний аналіз визначає ступінь взаємозв'язку між двома (або більше) змінними. Цей метод вимірює силу і напрям відносин між змінними. Основне використання - визначення, чи існує статистично значимий зв'язок між змінними, оцінки впливу однієї змінної на іншу, виявлення асоціацій та залежностей.

Всі ці три методи дозволяють виявити залежності між різними змінними і прогнозувати їхні значення в майбутньому на основі минулих даних.

2) Дескриптивний аналіз.

Дескриптивний аналіз є одним із основних методів в статистичному аналізі, спрямованим на опис і узагальнення основних характеристик даних.

Його основна мета - це розуміння та інтерпретація набору даних через числові та графічні методи.

Основні складові дескриптивного аналізу:

- Центральні міри:
 - Середнє арифметичне.
 - Медіана.
 - Мода.
- Розкид даних:
 - Дисперсія і стандартне відхилення:
 - Різниця між найвищим і найнижчим значеннями в наборі даних.
- Форма розподілу:
 - Симетрія і спрямованість (міра асиметрії та ексцесу, що вказують на форму розподілу даних).
- Графічні методи:
 - Гістограми.
 - Діаграми розмаху (box plot).
 - Діаграми розкиду (scatter plots).

Дескриптивний аналіз не тільки допомагає отримати перше уявлення про набір даних, але і є основою для подальшого статистичного аналізу, включаючи вивчення залежностей між змінними, прогнозування та прийняття рішень.

Його важливість полягає в тому, що він надає об'єктивну основу для подальших досліджень і аналізу в будь-якій області, що використовує дані.

3) Якісний аналіз.

Це методи, що використовуються для аналізу якісних даних, таких як контент-аналіз, глибинне інтерв'ю, фокус-групи тощо.

4) Моделювання і симуляція.

Це використання математичних моделей для побудови сценаріїв і прогнозування результатів. Вони можуть включати системні динамічні моделі, моделі реалістичного часу, агентно-орієнтоване моделювання тощо.

5) Дискретний аналіз.

Це використання математичних і статистичних методів для обробки дискретних даних, таких як бінарні або категоріальні змінні.

6) Прогнозування на основі експертних оцінок:

Основна ідея - використання знань і досвіду експертів для прогнозування майбутніх подій і результатів.

Основні аспекти прогнозування на основі експертних оцінок:

- Експертна група, це група кваліфікованих експертів, які мають глибокі знання і досвід у відповідній області. Експертна група може включати академічних дослідників, практиків, консультантів тощо.

- Методи збору і аналізу оцінок: експертні опитування, Делфі-метод а також аналіз сценаріїв, який складається з того, що експерти розглядають різні сценарії та їх ймовірність для прогнозування можливих варіантів розвитку подій.

Прогнозування на основі експертних оцінок часто використовується в умовах невизначеності або коли інші методи прогнозування недостатньо ефективні. Важливо правильно вибрати експертів, забезпечити чітке формулювання питань та обробку отриманих даних для досягнення найбільш точних і надійних прогнозів.

7) Моделі машинного навчання, де використовуються алгоритми машинного навчання, таких як лінійна регресія, дерева рішень, випадкові ліси тощо, для аналізу великих обсягів даних і прогнозування майбутніх тенденцій.

8) Сценарний аналіз, де виконується розгляд різних сценаріїв розвитку подій (наприклад, економічного зростання чи спаду, змін в правовому середовищі різних країн, попит на товари, то що) для прогнозування впливу цих факторів на роботу в компанії.

В рамках цієї роботи розглянемо будемо використовувати Статистичний аналіз кількості заявок на перевезення від клієнтів, а саме метод часових рядів ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average).

Метод ARIMA є потужним і широко використовуваним інструментом для аналізу і прогнозування майбутніх значень на основі їхньої попередньої поведінки.

Це метод широко використовується в економетриці, фінансах, бізнес-аналітиці, а також в науці та інженерії для моделювання залежностей між часовими змінними.

Звісно він має і переваги и недоліки.

Основні переваги методу:

- ✓ Універсальність. Метод ARIMA може застосовуватися до широкого спектру часових рядів без сильних обмежень на їх структуру або дистрибуцію. Він підходить для часових рядів з різними типами трендів, сезонності та шуму.
- ✓ Статистична основа - метод ARIMA базується на статистичних методах, що дозволяє об'єктивно оцінювати параметри моделі і проводити статистичні тести для перевірки адекватності моделі.
- ✓ Прогностична сила. ARIMA може надавати надійні прогнози на основі історичних даних. Вона враховує як авторегресійні (залежність від попередніх значень), так і зсувні (вплив випадкових помилок) компоненти.
- ✓ Адаптивність до змін - ARIMA може підлаштовуватися до змін у структурі часового ряду шляхом врахування інтегровального параметра (d), який дозволяє моделі змінювати станціонарність даних.
- ✓ Простота використання. Після побудови оптимальної моделі ARIMA можна легко генерувати прогнози на основі нових даних, що дозволяє використовувати її в реальному часі для прийняття рішень.
- ✓ Діагностика моделі – модель ARIMA дозволяє проводити діагностику моделі, включаючи перевірку на станціонарність, аналіз

залишкових (residual) даних та ідентифікацію можливих недоліків моделі.

Недоліки використання методу:

- ✓ Чутливість до викидів.

ARIMA може бути чутливим до викидів або аномальних значень у часовому ряді, що може призводити до неточних прогнозів. Це особливо важливо у випадках, коли викиди в даних не є випадковими і можуть відображати реальні зміни у системі.

- ✓ Обмеження на моделювання сезонності.

Оригінальний ARIMA не має прямого вбудованого механізму для моделювання сезонності в часовому ряді. Для цього можуть використовуватися розширені версії ARIMA, такі як SARIMA (Seasonal ARIMA), але це може ускладнити аналіз і вимагати більш складних моделей.

- ✓ Не враховує зовнішніх факторів.

ARIMA моделює тільки внутрішні взаємозв'язки у часовому ряді і не враховує зовнішніх екзогенних змінних, які можуть впливати на залежну змінну. Для аналізу таких впливів можуть знадобитися інші методи, такі як VAR (Vector Autoregression) або економетричні моделі з екзогенними змінними.

Основні складові методу ARIMA:

- 1) Авторегресійна (AR) складова.

Це складова моделі, яка використовує попередні значення змінної для передбачення її майбутніх значень.

ARIMA моделі можуть містити авторегресійні компоненти різного порядку (позначаються як $AR(p)$), де p - це параметр, який вказує на кількість попередніх значень, що беруться до уваги.

- 2) Інтегрована (I) складова.

Ця складова вказує на ступінь диференціювання, необхідну для зроблення часового ряду стаціонарним. Стаціонарний часовий ряд має постійне

математичне сподівання, постійну дисперсію і автоковаріаційну функцію, яка залежить лише від відносного положення.

3) Ковзне середнє (MA).

Ця складова моделі ARIMA використовується для врахування залежності між поточним значенням часового ряду і шумом, що залежить від попередніх значень помилок прогнозування.

Основна ідея ARIMA полягає в тому, щоб адаптивно враховувати залежності в часовому ряді шляхом комбінування авторегресійних, інтегрованих і ковзних середніх компонент.

Моделі ARIMA позначається як ARIMA(p, d, q), де:

p - порядок авторегресії (кількість попередніх значень).

d - ступінь інтегрування (кількість диференціювань, необхідних для зроблено часового ряду стаціонарним).

q - порядок ковзних середніх (кількість попередніх значень шуму).

Процес використання ARIMA включає в себе аналіз стаціонарності часового ряду, вибір оптимальних значень параметрів *p*, *d*, *q*, побудову моделі, оцінку її адекватності і, в кінцевому підсумку, прогнозування майбутніх значень на основі цієї моделі.

Але при використанні даних для ARIMA моделювання існують два основних обмеження.

Перше з них є теоретичне і стосується стаціонарності часового ряду, оскільки ARIMA моделі можуть будуватися тільки для стаціонарних часових рядів.

Звичайно, не всі часові ряди на практиці стаціонарні, але операції різниць різних порядків або інших перетворень, наприклад, завдяки шляхом логарифмування, вони можуть стати придатними для ARIMA моделювання.

Друге обмеження технічне і більше стосується правильної організації даних.

Багато, щоб у значень змінних десятковим розділювачем була крапка, дані наводилися в стовпчик або в рядок – без проміжних підсумків (наприклад

взагалом за квартал, рік, місяць тощо). Краще використовувати файл даних у форматах .xls, .csv, .txt і перед імпортуванням переконатися, що він не містить кирилических символів.

Варто пам'ятати, що ARIMA аналіз пов'язаний суто з аналізом часових рядів, для яких необхідно знати: хронологічні межі ряду; одиницю виміру; регулярність (чи виміряні дані через однакові проміжки часу); частоту вимірів (періодичність).

1.5 Висновки до розділу 1

В даному розділі дипломної роботи зроблений загальний аналіз діяльності логістичної компанії ФОП "DeCargo Group".

Виявлені задачі які є на цей час актуальними для роботи компанії.

Розглянути ключові сфери та напрями, які охоплює транспортна логістика.

Описані основні методами та інструментами, які допоможуть ефективно організувати та контролювати процеси перевезення вантажів. Зазначені їх переваги та недоліки .

Продемонстровано принцип роботи методу ARIMA, які найчастіше застосовуються для задач аналізу часових рядів і прогнозування майбутніх значень на основі їхньої попередньої поведінки.

Доведено використання цього методу для планування необхідної кількості заявок і відповідно – кількості автомобілів для перевезення вантажів у різних регіонах і країнах.

2. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Постановка задачі дослідження

Основним питанням нашого дослідження постає аналітика наявних даних та з отриманого результату побудувати прогнози з приводу того скільки заявок має надійти нам у майбутньому та скільки машин нам необхідно мати в певному регіоні, наприклад у місті Гданськ (Польща).

Наприклад маємо наступні дані по кількості заявок у місяці:

month	number of request			
1	49			
2	56			
3	46			
4	78			
5	53			
6	67			

Рисунок 2.1 Кількість заявок за 6 місяців 2024 року у місці Гданськ (Польща)

Для вирішення задачі будемо використовувати метод ARIMA та для простий метод побудови лінії тренда за допомогою програми Ексель.

Для побудови моделі ARIMA попередньо треба зробити наступні кроки:

1) Виконати збір даних.

Всі дані повинні бути у форматі, який відображає часові виміри і відповідні значення.

2) Виконати статистичний аналіз.

Визначити, чи є відсутні дані, викиди або інші аномалії, які можуть вплинути на аналіз.

3) Визначити основні параметрів моделі ARIMA.

По перше визначаємо параметр p (автокореляція), який відображає кількість попередніх значень, що використовуються для прогнозу.

Потім визначаємо параметр d , який відображає кількість диференціювань, необхідних для зроблення часового ряду стаціонарним (тобто для видалення тренду) і наприкінці визначаємо параметр q (ковзне середнє), що відображає кількість середніх значень, що використовуються для прогнозу.

4) виконуємо **побудову ARIMA модель**, використовуючи статистичний програмний пакет `statsmodels` в Python.

Повний лістинг коду ДОДАТКУ Г.

Для порівняння також використаємо програму Ексель і метод побудови лінії тренда з можливістю прогнозування майбутніх даних.

Експоненціальна функція займає важливе місце серед основних математичних функцій, які широко використовуються в різних наукових і технологічних областях.

Його визначення обертається навколо його ролі як функції виду:

$$f(x) = ae^{bx} \quad (1)$$

де, a і b - сталі,

e - основа натурального логарифма, приблизно рівна 2.71828.

У сфері академічних досліджень, де прагнення до знань та інновацій займає центральне місце.

В галузі економіки часто використовується експоненціальна функція для моделювання приросту населення, економічного зростання та інфляції. таким чином, моделі на основі експоненціальних функцій можуть передбачити зростання капіталу за умов поточного відсотка, після чого вони враховують складні відсотки, коли до основної суми додається відсотковий дохід, збільшуючи її.

Це робить експоненціальну функцію невід'ємною у фінансових розрахунках та аналізі інвестицій

2.2 Розв'язування задачі

На початку маємо дані за 6 місяців поточного року (рис. 2.1), на основі яких ми побудуємо наш аналіз роботи компанії.

На рис. 2.2. зображено скільки транспорту знаходилося у м. Гданськ та його регіоні. Ми спробуємо спрогнозувати скільки транспорту нам буде необхідно у майбутньому, після розглядання ще однієї таблиці за даними скільки заявок було виконано:

month	number of cars		
1	89		
2	83		
3	31		
4	52		
5	16		
6	69		

Рисунок 2.2 Кількість транспорту у Гданську за 6 місяців 2024 року

На рис. 2.3. наведені дані заявок було виконано кожного місяця поточного року.

month	number of deal		
1	33		
2	48		
3	17		
4	29		
5	7		
6	59		

Рисунок 2.3 Кількість заявок що було виконано за 6 місяців 2024 року
м. Гданськ

Для даних на рис. 2.1 2.2 та 2.3 будемо лінію тренда виходячи з розрахунків та результатів прогнозування поліноміальної функції :

month	number of request
1	49
2	56
3	46
4	78
5	53
6	67
7	65
8	65
9	64
10	62
11	59
12	55

Рисунок 2.4. Прогноз майбутньої кількості заявок за допомогою поліноміальної функції

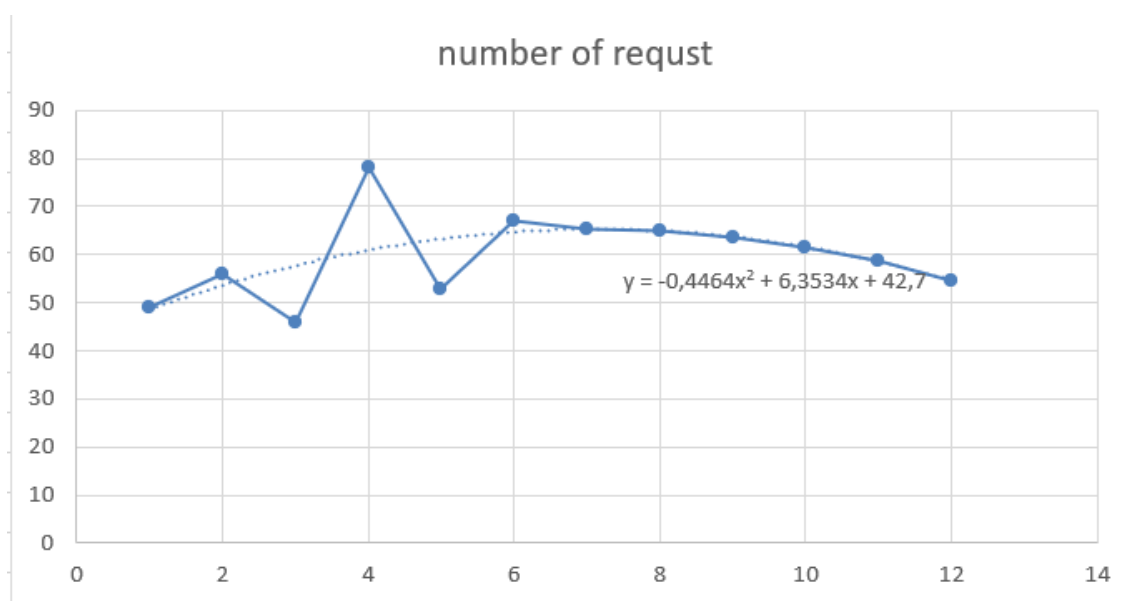


Рисунок 2.5. Лінія тренда поліноміальної функції прогнозування заявок

```

SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:    number of request    No. Observations:    6
Model:           ARIMA(1, 1, 2)        Log Likelihood       -19.457
Date:            Tue, 18 Jun 2024      AIC                  46.914
Time:            16:48:18              BIC                  45.351
Sample:          0                      HQIC                 42.721
                  - 6
Covariance Type:    opg
=====
              coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
ar.L1         -0.9999     0.070    -14.246     0.000     -1.137    -0.862
ma.L1          0.2169    14.852     0.015     0.988    -28.893    29.326
ma.L2         -0.7622     4.229     -0.180     0.857     -9.050     7.526
sigma2        80.7032     0.124    650.646     0.000     80.460     80.946
=====
Ljung-Box (L1) (Q):                1.64    Jarque-Bera (JB):                1.14
Prob(Q):                            0.20    Prob(JB):                        0.57
Heteroskedasticity (H):              0.27    Skew:                            1.17
Prob(H) (two-sided):                 0.43    Kurtosis:                       2.90
=====

Warnings:
[1] Covariance matrix calculated using the outer product of gradients (complex-step).
[2] Covariance matrix is singular or near-singular, with condition number 6.09e+19.
6    51.496526
7    66.460166
8    51.497545
9    66.459148
10   51.498563
11   66.458129
12   51.499581

```

Рисунок 2.6. Прогноз майбутньої кількості заявок за допомогою моделі ARIMA для параметрів $p = 1$, $d = 1$, $q = 2$.

month	number of cars
1	89
2	83
3	31
4	52
5	16
6	69
7	88
8	132
9	188
10	257
11	339
12	433

Рисунок 2.7. Розрахунок прогнозу необхідної кількості транспорту у м. Гданськ

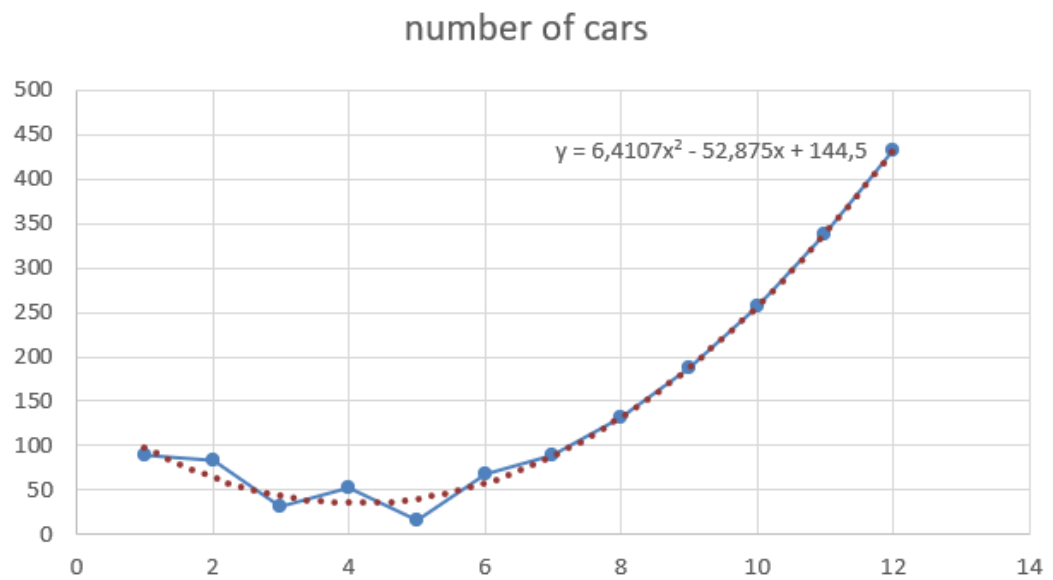


Рисунок 2.8. Необхідна кількість авто у регіоні м. Гданськ (Польша)

Виконаємо прогнозування необхідної кількості автомобілів для перевезення за допомогою моделі ARIMA. Після запуску програми (ДОДАТОК Г) отримали наступний результат (рис. 2.8.).

```

=====
SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:      number of cars    No. Observations:      6
Model:             ARIMA(3, 2, 3)    Log Likelihood         -17.404
Date:             Tue, 18 Jun 2024   AIC                   48.809
Time:             16:41:13          BIC                   44.513
Sample:           0                  HQIC                  39.382
                  - 6
Covariance Type:   opg
=====
              coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
ar.L1         -0.9684    0.248       -3.903    0.000     -1.455    -0.482
ar.L2          0.9938    0.083      12.008    0.000      0.832     1.156
ar.L3          0.9745    0.328       2.972    0.003      0.332     1.617
ma.L1          0.5236    0.037      13.983    0.000      0.450     0.597
ma.L2         -0.5652    0.037     -15.275    0.000     -0.638    -0.493
ma.L3         -0.8429    0.038     -22.108    0.000     -0.918    -0.768
sigma2         13.7333    0.001    1.24e+04    0.000     13.731     13.736
=====
Ljung-Box (L1) (Q):      4.45    Jarque-Bera (JB):      0.66
Prob(Q):                0.03    Prob(JB):              0.72
Heteroskedasticity (H):  nan    Skew:                  0.00
Prob(H) (two-sided):    nan    Kurtosis:              1.01
=====

Warnings:
[1] Covariance matrix calculated using the outer product of gradients (complex-step).
[2] Covariance matrix is singular or near-singular, with condition number 4.54e+21.
6      52.223844
7      133.460055
8      134.413176
9      242.522677
10     262.585301
11     396.171428
12     436.739644

```

Рисунок 2.9. Розрахунок прогнозу необхідної кількості транспорту у регіоні за допомогою моделі ARIMA

Обидва підходи дали майже схожий результат прогнозування кількості транспорту.

month	number of deal
1	33
2	48
3	17
4	29
5	7
6	59
7	71
8	103
9	143
10	191
11	247
12	310

Рисунок 2.10. Прогноз кількості наступних виконаних заявок

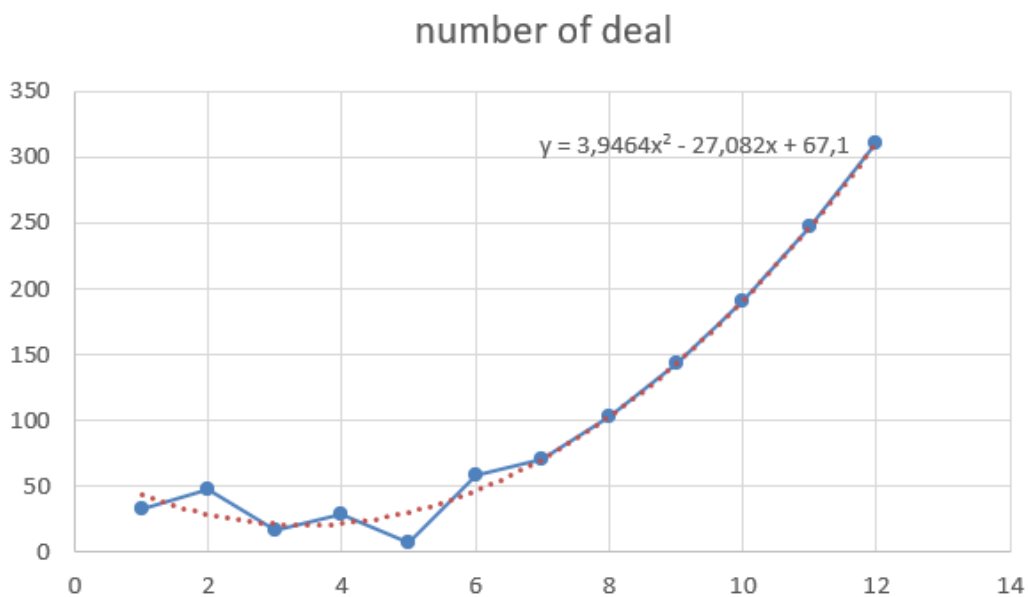


Рисунок 2.11. Лінія тренду наступних виконаних заявок

```

SARIMAX Results
=====
Dep. Variable:      number of deal   No. Observations:      6
Model:             ARIMA(3, 2, 1)    Log Likelihood         -18.765
Date:             Tue, 18 Jun 2024   AIC                   47.530
Time:             16:28:19          BIC                   44.461
Sample:           0                 HQIC                  40.796
                  - 6
Covariance Type:  opg
=====
              coef    std err          z      P>|z|      [0.025    0.975]
-----
ar.L1         -0.1575    2761.800    -5.7e-05    1.000    -5413.187    5412.872
ar.L2          0.4705     735.107     0.001     0.999    -1440.312    1441.253
ar.L3         -0.3490    1895.331    -0.000     1.000    -3715.130    3714.432
ma.L1          0.1694    3273.015     5.18e-05    1.000    -6414.822    6415.161
sigma2        328.4698         5.713     57.499     0.000     317.273     339.666
=====
Ljung-Box (L1) (Q):          0.07   Jarque-Bera (JB):          0.20
Prob(Q):                    0.78   Prob(JB):                  0.91
Heteroskedasticity (H):     nan    Skew:                      0.17
Prob(H) (two-sided):        nan    Kurtosis:                  1.96
=====

```

Warnings:

```

[1] Covariance matrix calculated using the outer product of gradients (complex-step).
[2] Covariance matrix is singular or near-singular, with condition number 1.17e+22.
6      73.596250
7     140.767840
8     156.235997
9     217.637975
10    229.130468
11    288.139401

```

Рисунок 2.12. Розрахунок прогнозу необхідної заявок у регіоні за допомогою моделі ARIMA

Обидва методи дали майже схожий результат.

В результаті проведеного дослідження, було визначено майбутні значення кількості заявок, які будуть отримані у м. Гданськ і відповідно можна спланувати необхідну кількість машин для перевезення вантажів.

2.3 Висновки до розділу 2

В другому розділі дипломної роботи було здійснено аналіз даних, яка мала компанія по попередніх періоди роботи. Ці дані були систематизовані і оброблені відповідно до вимог моделі ARIMA.

Було вирішено спробувати використати метод ARIMA для прогнозування кількості заявок на майбутні періоди роботи компанії і відповідно спланувати кількість автомобілів для перевезення вантажів.

Для порівняння отриманих даних використали метод побудови лінії тренда у програмі Ексель. Виявлено що дані мають схожість, но потребують перевірки.

В результаті проведеного дослідження, було визначено майбутні значення кількості заявок, які будуть отримані у м. Гданськ і відповідно можна спланувати необхідну кількість машин для перевезення вантажів.

Результати дослідження показали, що отримані дані методом ARIMA можуть бути виконані при планування кількості заявок на майбутній період і відповідно оптимізують роботу логістичного відділу компанії в умовах військової агресії.

ВИСНОВОК

У дипломній роботі розв'язано актуальну прикладну задачу аналізу і прогнозування майбутніх значень заявок на перевезення вантажів на основі їхньої попередньої поведінки шляхом використання методів системного аналізу.

Підбиваючи підсумки, вдалося досягти таких результатів:

1) Зроблений детальний аналіз діяльності логістичної компанії "DeCargo Group" та виявлені задачі які є на цей час актуальними для роботи компанії.

2) Описані основні методами та інструментами транспортної логістики, які допоможуть ефективно організувати та контролювати процеси перевезення вантажів.

3) Здійснений прогноз за допомогою методу ARIMA кількості заявок, які мають надійти у майбутньому до компанії та кількості, необхідних для перевезення вантажів в певному регіоні.

Результати даної роботи мають значну практичну і економічну користь.

Зроблений аналіз може бути використаний при планування кількості заявок на майбутній період і відповідно оптимізують роботу логістичного відділу компанії в умовах військової агресії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи магістра студентами галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальності 124 Системний аналіз / Т. А. Желдак, Т.В. Хом'як; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 32 с.
2. Смирнов, І. Г. Транспортна логістика: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. / І. Г. Смирнов, Т. В. Косарева . – Київ : Центр учбової літератури, 2021 . – 224 с.
3. Білоцерківський, О.Б., Брінь П.В., Замула О.О., Ширя'єва Н.В. Логістика: навч. пособ. для студ. економічних спеціальн. Харків: НТУ „ХПІ”, 2010. 152 с.
4. Сохецька А.В. Концептуальні проблеми логістичного управління в контексті підвищення конкурентоспроможності підприємства. Економіка та управління підприємствами. Інфраструктура ринку. № 43. 2020, С.288-292.
5. Чому сучасна логістика неможлива без якісної інтеграції даних. Центр транспортних стратегій: вебсайт. URL : https://cfts.org.ua/blogs/chomu_suchasna_logistika_nemozhлива_bez_yakisno_integratsi_danikh_671.
6. Hyndman R.J. Cyclic and seasonal time series. URL: <https://robjhyndman.com/hyndsight/cyclicts>.
7. Introduction – statsmodels. URL: <https://www.statsmodels.org/stable/index.html>.
8. Solar Indices | NCEI. URL: <https://www.ngdc.noaa.gov/stp/solar/solar-indices.html>.
9. Модель ARIMA. URL : https://studme.org/72685/ekonomika/model_arima
10. Моделювання та реінжиніринг бізнес-процесів: навч. посібник / С.В. Козир, В.В. Слесарев, С.А. Ус, Т.В. Хом'як; М-во освіти і науки України. – Дніпро: НТУ «ДП», 2022. – 163 с.

ДОДАТОК А.

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення				Найменування	Кількість аркушів	Примітки		
1									
2					Документація				
3									
4	САУ.КР.24.08.ПЗ				Пояснювальна записка		Формат А4		
5									
6	САУ.КР.24.08.ДМ				Демонстраційний матеріал		Презентація на CD-R		
7									
8	САУ.КР.24.08.КР				Копія роботи	1	Диск CD-R		
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
					САУ.КР.24.08.ДА.ПЗ.				
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Сидоренко І.О.				Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Аркуш	Аркушів	
К. розд.	Шевченко Ю.О.								
Керівн.	Шевченко Ю.О.					НТУ «ДП», 12; 124–21ск–1			
Н.контр.	Хом'як Т.В.								
Зав. каф.	Желдак Т.А.								

ДОДАТОК Б

Відгук

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента групи 124 -21ск - 1
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: Аналіз та оптимізація роботи логістичної компанії ФООП "DeCargo Group" в умовах воєнної агресії

Обсяг кваліфікаційної роботи _____ стор.

Мета кваліфікаційної роботи: _____

Актуальність теми _____

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки _____

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня бакалавра. Оригінальність наукових рішень полягає в _____

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає в _____

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в _____

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі (*в разі невідповідності – вказати*)

У роботі відзначено такі недоліки: Також використана модель ARIMA не має перевірку на _____

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: _____

З урахуванням висловлених зауважень автор (не) заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,
асистент кафедри САУ _____

/ Юлія ШЕВЧЕНКО

ДОДАТОК В.

Рецензія

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента групи 124 – 21ск – 1
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: Аналіз та оптимізація роботи логістичної компанії ФОП "DeCargo Group" в умовах воєнної агресії.

Обсяг кваліфікаційної роботи: _____ сторінок

Висновок про відповідність кваліфікаційної роботи завданню та освітньо-професійній програмі спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки:

1) проведено аналіз сучасної літератури в області логістики, зазначено переваги та недоліки існуючих методів; 2) наведені сучасні методи прогнозування і аналізу даних і обрано відповідний метод до існуючих даних. 3) продемонстровано володіння мовою програмування Python.

Загальна характеристика кваліфікаційної роботи, ступінь використання нормативно–методичної літератури та передового досвіду:

В роботі розв'язано актуальну прикладну задачу аналізу і прогнозування майбутніх значень заявок на перевезення вантажів шляхом використання методів системного аналізу. Виконаний огляд і актуальної аналіз літератури по темі роботи. Використана сучасна мова програмування Python для вирішення поставленої задачі.

Позитивні сторони кваліфікаційної роботи:

В роботі виконана спроба використання методів прогнозування даних за допомогою сучасних методів системного аналізу.

Основні недоліки кваліфікаційної роботи:

Бажано було в роботі виконати аналіз наданих даних різними методами і надати рекомендації, який з методів найкраще підходить для поставленої задачі. Також кожна з використаних моделей потребує перевірки ефективності використання саме для запропонованих даних.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: добре

З урахуванням висловлених зауважень автор (не) заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Рецензент,

д.т.н, професор, професор кафедри КФІВС _____ / Новицький І.В.

ДОДАТОК Г.

Лістинг програмного коду мовою Python, за допомогою якого було здійснено аналіз вхідних даних.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from statsmodels.tsa.arima.model import ARIMA
from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf, plot_pacf

# Загрузка данных
data = pd.read_excel('PolandDeCargo.xlsx', index_col='month', parse_dates=True)

# Визуализация данных
plt.plot(data)
plt.title('Щомісячний попит на автомобілі для перевезення вантажів')
plt.xlabel('Місяць')
plt.ylabel('Попит на автомобілі')
plt.show()

# Автокорреляционная функция
plot_acf(data)
plt.show()

# Частичная автокорреляционная функция
plot_pacf(data)
plt.show()

# Построение модели ARIMA
p = 3
d = 1
q = 3
model = ARIMA(data, order=(p, d, q)) # Укажите значения p, d, q
result = model.fit()

# Вывод результатов
print(result.summary())

# Прогнозирование будущих значений
forecast = result.forecast(steps=12) # Прогноз на 12 месяцев вперед
print(forecast)
```