


ДОДАТОК А

Звіт результатів перевірки на унікальність тексту в базі ХНУРЕ



by Turnitin

| | |
|--|---|
| Ім'я користувача: Олійник Олена Володимирівна каф. ПІ | ID перевірки: 1016286681 |
| Дата перевірки: 27.05.2024 11:37:54 EEST | Тип перевірки: Doc vs Internet + Library |
| Дата звіту: 27.05.2024 11:45:26 EEST | ID користувача: 100012353 |

Назва документа: 2024_М_ПІ_ІПЗм-22_3_Ареф'єв_О_О_скорочений
Кількість сторінок: 44 Кількість слів: 6805 Кількість символів: 49738 Розмір файлу: 1.28 MB ID файлу: 1016080627

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

5.76% Схожість

Найбільша схожість: 1.51% з Інтернет-джерелом (<https://studfile.net/preview/3022170>)

| | | | |
|---------------------------|----|-------|-------------|
| 5.01% Джерела з Інтернету | 83 | | Сторінка 46 |
| 2.7% Джерела з Бібліотеки | 19 | | Сторінка 46 |

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

| | |
|------------------------|-------------|
| Замінені символи | 11 |
| Підозріле форматування | 13 сторінок |

ДОДАТОК Б

Апробація результатів роботи

VII міжнародна науково-практична конференція «Scientific research: theoretical foundations and practical applications» (Відень, Австрія).

**THE ISSUES OF AUTOMATING THE SOFTWARE
COMPONENT OF TRANSPORT LOGISTICS SYSTEMS**

Arefiev Oleksii

higher education applicant

Department of Software Engineering

Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

oleksii.arefiev@nure.ua

Transport logistics plays a pivotal role in global supply chains and business process efficiency. As international trade expands and transportation volumes increase, the

566

Рисунок Б.1 – Сторінка публікації 1

Scientific Research: Theoretical Foundations and Practical Applications

importance of this sector is on the rise. Software systems in transport logistics are crucial for ensuring productivity, accuracy, and operational efficiency. However, rapid technological changes and growing market demands necessitate continuous improvement of existing software solutions. This research aims to analyze the current state of software in transport logistics and identify potential directions for its enhancement. The focus is on identifying the main challenges faced by transport-logistics companies and proposing ways to enhance software effectiveness and functionality.

Key software components in transport logistics include Transportation Management Systems (TMS), Warehouse Management Systems (WMS), Enterprise Resource Planning (ERP) systems, Supply Chain Management (SCM) systems, GPS and cargo tracking systems, and analytical and optimization tools. Each of these plays an important role in enhancing the efficiency and flexibility of transport logistics, contributing to improved customer service and reduced logistics costs.

TMS is integral for optimizing and managing all aspects of transportation operations. Modern TMS use advanced technologies like GPS integration, big data analytics, and AI to enhance decision-making. WMS focuses on automating and optimizing warehouse processes, while ERP integrates various business processes in real-time. SCM systems coordinate and optimize all stages of the supply chain.

The integration of software automation in transport logistics faces several challenges. Firstly, the rapid pace of technological change demands continual adaptation and upgrade of software systems to remain competitive. Secondly, logistics companies grapple with integrating diverse software systems such as TMS, WMS, and ERP to ensure seamless data exchange and process optimization.

Data security and privacy concerns are paramount, as logistics systems handle sensitive information. Additionally, the complexity of supply chains necessitates software capable of handling diverse, dynamic scenarios. The need for customization and scalability in software also presents challenges, requiring solutions that can adapt to various company sizes and operational scopes.

The integration of AI and machine learning for predictive analytics and decision-making introduces complexities in terms of data quality requirements and algorithmic adaptability. Finally, cost constraints and the need for a skilled workforce to manage and utilize advanced software systems are significant challenges for many logistics companies.

Advancements in AI and machine learning offer significant potential for enhancing logistics software. These technologies can improve demand forecasting, route optimization, and inventory management. The integration of IoT devices provides real-time tracking and monitoring of shipments, enhancing transparency and operational efficiency.

Cloud-based solutions can offer scalability and accessibility, facilitating remote management and data sharing. Automation in warehouse operations, such as the use of robotics and advanced inventory management systems, can significantly enhance efficiency and reduce manual errors.

Scientific Research: Theoretical Foundations and Practical Applications

Adopting green logistics software solutions can contribute to sustainable practices by optimizing routes and reducing carbon emissions. Moreover, the development of user-friendly interfaces and customization options can improve the accessibility and effectiveness of logistics software for diverse users.

The utilization of neural networks in logistics software brings a new dimension to data processing and decision-making. Various neural networks, each with unique capabilities, are compared for their suitability in logistics applications. For instance, Convolutional Neural Networks (CNNs)[3] excel in processing visual data, making them suitable for tasks like cargo recognition and damage assessment. On the other hand, Recurrent Neural Networks (RNNs)[4], especially Long Short-Term Memory (LSTM)[5] networks, are adept at handling sequential data, crucial for predicting supply chain disruptions or transportation delays.

Deep Learning techniques can optimize routing and load balancing, reducing costs and improving delivery times. However, the complexity of training and implementing these networks remains a challenge. The choice of a neural network in logistics software depends on specific operational needs, data availability, and computational resources.

In selecting the best software solution for transport logistics, a multicriteria decision-making approach is essential. This approach evaluates software options based on various criteria, including cost-effectiveness, scalability, integration capabilities, user-friendliness, and technological advancement. The decision-making process involves weighting these criteria based on their importance to the organization's specific needs. For instance, a company prioritizing cost savings might favor a solution offering robust functionality at a lower price point, even if it means compromising on some advanced features. Conversely, a company focusing on long-term scalability and integration with existing systems might invest in a more advanced, albeit expensive, solution. This methodical approach ensures a balanced consideration of all relevant factors, leading to a more informed and effective software selection.

In conclusion, the automation of software in transport logistics is a dynamic and evolving field, facing challenges such as integrating diverse systems, data security, and adapting to technological advancements. The potential for improvement is vast, with AI, machine learning, IoT, and cloud-based solutions offering significant enhancements in efficiency, data processing, and decision-making.

Future perspectives in this domain are promising, with ongoing innovations likely to further revolutionize logistics operations. The focus will likely shift towards more sustainable practices, enhanced real-time data analytics, and autonomous systems for logistics management. As technology continues to evolve, so too will the capabilities and efficiency of transport logistics systems, offering exciting opportunities for businesses to optimize their supply chains and enhance their competitive edge in the global market.

XXVIII Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті». Конференція «Інформаційні інтелектуальні системи» (Харків, Україна).

УДК 004.942:658.7

DOI: <https://doi.org/10.30837/IYF.IIS.2024.513>

РОЛЬ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ У СФЕРІ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Ареф'єв О. О.

Науковий керівник – проф. Шостак І. В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПІ,
м. Харків, Україна

e-mail: oleksii.arefiev@nure.ua

This work explores the significance of mathematical models in enhancing efficiency and decision-making in transport logistics. By employing models like linear programming, logistics operations can achieve cost reductions and service improvements. The discussion also covers the challenges of model development and the potential integration of advanced technologies such as AI and machine learning. Ultimately, the work underscores the indispensable role of mathematical models in transforming transport logistics into a more adaptive, efficient, and customer-focused field.

Логістика є значним гравцем у світі бізнесу, який підтримує глобальну економіку. Вона охоплює низку різних сфер, які допомагають компаніям працювати ефективно. Стосовно транспортної логістики – є важливою складовою глобальної економіки, що сприяє руху товарів від виробників до споживачів. Вона охоплює всі процеси, пов'язані з плануванням, реалізацією та контролем транспортування і зберігання товарів. З постійним розширенням глобальної торгівлі проблематика ефективності систем транспортної логістики стала першочерговим завданням як для бізнесу, так і для економіки.

Одним з головних елементів логістики є математичні моделі – інформаційні моделі, у яких залежності між властивостями об'єкта та його зв'язками з іншими об'єктами описуються математичними формулами, функціями, рівняннями, нерівностями тощо. У сфері логістики вони варіюються від простих лінійних моделей до більш складних.

Застосування математичних моделей у транспортній логістиці значно вплинуло на спосіб планування та виконання логістичних операцій. Ці моделі допомагають оптимізувати планування маршрутів, складські операції, управління запасами та загальну ефективність ланцюга поставок. Наприклад, моделі задач маршрутизації транспортних засобів (VRP) допомагають визначити найбільш економічно ефективні маршрути для роботи автопарку, враховуючи такі фактори, як місткість транспортного засобу, часові вікна доставки та місцезнаходження клієнта. Так само моделі управління запасами використовуються для визначення оптимальних рівнів запасів, які мінімізують витрати, але при цьому задовольняють попит. Іншим прикладом є проектування мережі ланцюгів поставок, де математичні моделі допомагають у прийнятті рішень щодо

розташування та потужності складів і розподільчих центрів, щоб мінімізувати логістичні витрати, забезпечуючи при цьому своєчасну доставку товарів. Тобто йдеться про мінімізацію витрат та збільшення прибутку.

Однією з найпоширеніших і найвпливовіших математичних моделей зокрема у сфері транспортній логістиці є модель лінійного програмування (ЛП). Задача ЛП є оптимізація лінійної цільової функції, що підлягає деяким обмеженням.

Моделі ЛП використовуються для оптимального розподілу ресурсів, наприклад, для визначення найбільш економічно ефективного розподілу товарів від декількох постачальників до декількох споживачів. Транспортні задачі зосереджені на пошуку найдешевшого способу розподілу товару від декількох постачальників до декількох споживачів, задовольняючи при цьому обмеження на попит і пропозицію. Ця модель особливо корисна в логістиці для оптимізації маршрутів і графіків перевезень, тим самим знижуючи транспортні витрати і покращуючи рівень обслуговування.

Окреме місце у задачах лінійного програмування займає симплекс-метод – це широко використовуваний алгоритм у лінійному програмуванні для розв'язання оптимізаційних задач, де метою є максимізація або мінімізація лінійної функції при лінійних обмеженнях. Розроблений Джорджем Данцигом у 1947 році, цей метод систематично досліджує вершини багатогранника для знаходження оптимального значення цільової функції. Не дивлячись на те, що його принцип є доволі простим, симплекс-метод є потужним інструментом, здатним вирішувати складні проблеми з багатьма змінними та обмеженнями. Метод перебирає допустимі розв'язки в межах обмежень, поки не знайде розв'язок, який є оптимальним та задовольняє обмеження. Цей метод застосовується в різних галузях, таких як: економіка, інженерія та логістика, що доказує свою універсальність та ефективність у розв'язанні задач лінійної оптимізації.

Існує також транспортний симплекс-метод – це спеціалізований метод лінійного програмування, який використовується для пошуку найефективнішого способу розподілу продукції від декількох постачальників до численних споживачів. Цей метод мінімізує загальні транспортні витрати на основі потужностей постачальників, попиту споживачів і транспортних витрат між кожним постачальником і споживачем. Він перебирає потенційні рішення, коригуючи поставки за маршрутами з метою зниження витрат при одночасному дотриманні всіх обмежень попиту і пропозиції. Цей підхід є високоефективним для вирішення великомасштабних транспортних і логістичних проблем.

Так як технології постійно розвиваються, особливо сфери штучного інтелекту та машинного навчання, у найближчому майбутньому буде зростати їх поєднання з математичними моделями, що буде являти собою значний зсув в аналізі та оптимізації логістичних операцій.

Використовуючи величезні об'єми даних, алгоритми машинного навчання можуть виявляти складні закономірності та прогностичні висновки, витрачаючи на це менше часу, але надаючи майже такий самий результат, як і традиційні моделі.

Симуляції, керовані штучним інтелектом, можуть моделювати велику кількість сценаріїв, надаючи особам, які приймають рішення, наглядну інформацію для зменшення ризиків і використання можливостей. Крім того, ШІ може підвищити адаптивність логістичних мереж до мінливих ринкових умов, уподобань клієнтів і зовнішніх збоїв.

Незважаючи на численні переваги математичні моделі в транспортній логістиці також мають і свої обмеження, такі як потреба в точних даних і складність розробки моделей, які точно відображають реальні сценарії. Наявність лише добре продуманої та реалізованої математичної моделі може гарантувати доволі точні результати.

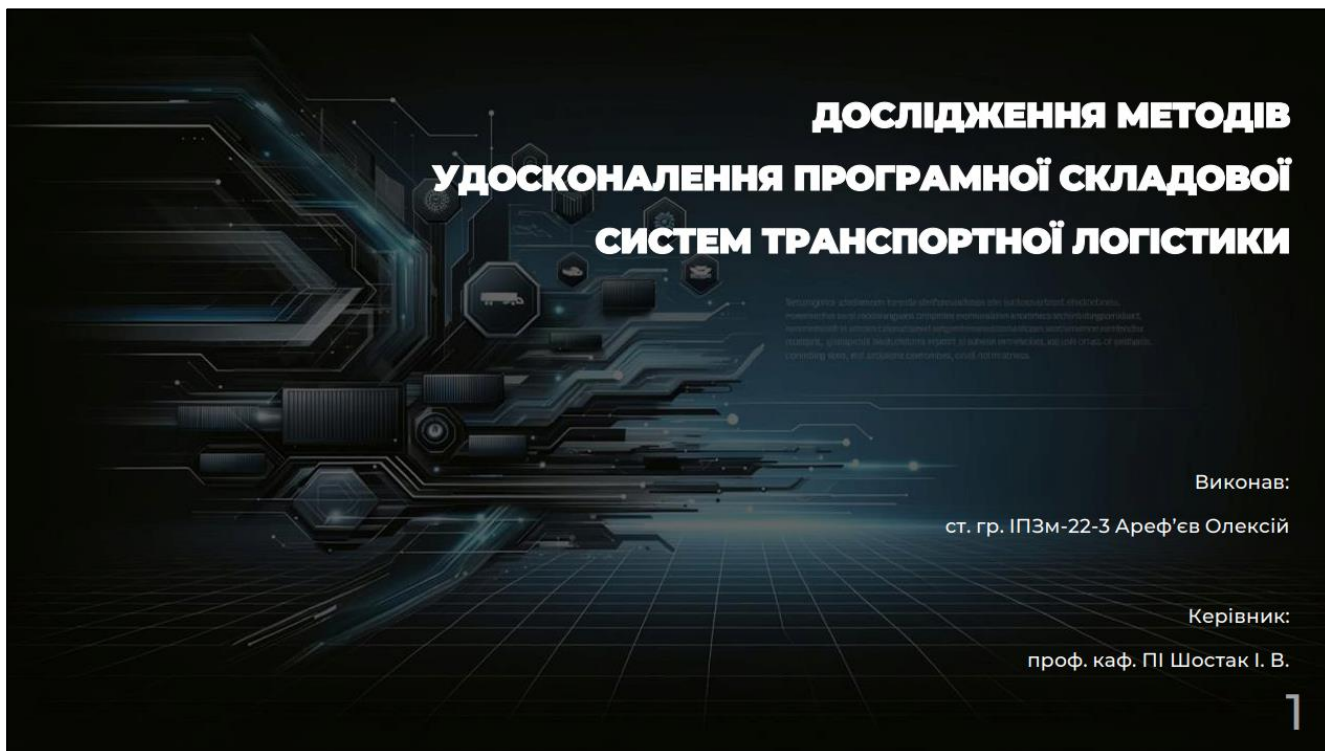
Різні математичні моделі оптимально підходять для різних аспектів транспортної логістики. Наприклад, моделі лінійного програмування часто застосовуються для розрахунку оптимальних маршрутів доставки та розподілу товарів, тоді як моделі мережевого планування добре підходять для оптимізації складських та мереж розподілу. Методи керування запасами, такі як модель EOQ (Economic Order Quantity), використовуються для визначення розміру партії товару, яка мінімізує загальні витрати на зберігання та замовлення. Тому процес вибору моделі, яка найкраще відповідає конкретним потребам і обмеженням кожного сегмента логістики є критично важливою точкою від якої залежить успішність проєктів.

Отже, математичні моделі відіграють ключову роль в оптимізації та ефективному управлінні транспортною логістикою. Незважаючи на їх складність та переваги, які вони надають для поліпшення логістичних операцій і процесів прийняття рішень, вони все ще є непростими в реалізації, особливо у проєктах з багатьма змінними. Оскільки сфера логістики продовжує покращуватися з розвитком технологій і аналітики даних, застосування і розвиток математичних моделей, безсумнівно, буде продовжувати стимулювати інновації та підвищення ефективності систем транспортної логістики в усьому світі.

Список використаних джерел:

1. What is logistics // Qyivo. URL: <https://quivo.co/us/what-is-logistics-simply-explained> (дата звернення: 19.03.2024).
2. Linear Programming: Definition, Methods and Problems // Analytics Vidhya. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2017/02/introductory-guide-on-linear-programming-explained-in-simple-english> (дата звернення: 19.03.2024).
3. Simplex method // Britannica. URL: <https://www.britannica.com/topic/simplex-method> (дата звернення: 19.03.2024).

ДОДАТОК В
Слайди презентації




**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОГРАМНОЇ СКЛАДОВОЇ
СИСТЕМ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ**

Висвітлено актуальність теми дослідження, її важливість, значення, цінність та перспективи розвитку. Розкрито основні напрями дослідження, які будуть розкриті в подальшому. Також наведено перелік питань, які будуть розкриті в подальшому.

Виконав:
ст. гр. ІПЗм-22-3 Ареш'єв Олексій

Керівник:
проф. каф. ПІ Шостак І. В.


1



**АКТУАЛЬНІСТЬ
ДОСЛІДЖЕННЯ**

- розвиток міжнародної торгівлі
- збільшення обсягів перевезень
- постійна потреба в оптимізації логістичних процесів
- інноваційні розробки та підходи

2



**МЕТА
ДОСЛІДЖЕННЯ**

Дослідити шляхи підвищення ефективності функціонування програмних систем транспортної логістики.

3



ОСНОВНІ СИСТЕМИ

TMS WMS ERP SCM

3 4

ПІДГОТОВКА ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

| | Точність даних (%) | Швидкість обробки | Складність впровадження | Масштабованість | Вартість за 750 символів (1000 токенів) |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|---|
| BERT | 93.2 | 3 | 2 | 3 | 0.002 |
| GPT-4 | 85.5 | 4 | 3 | 2 | 0.01 |
| TensorFlow та Keras | 70 | 2 | 1 | 3 | 0 |
| RoBERTa | 92.5 | 3 | 2 | 3 | 0 |
| Yolo | 76.5 | 2 | 3 | 1 | 0 |

5

ПІДГОТОВКА ДО ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

| | Точність даних (%) | Швидкість обробки | Складність впровадження | Масштабованість | Вартість за 750 символів (1000 токенів) | Q* |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|---|-------|
| BERT | 1 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.2 | 0.304 |
| GPT-4 | 0.668 | 1 | 1 | 0.5 | 1 | 0.311 |
| TensorFlow та Keras | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0.079 |
| RoBERTa | 0.969 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0 | 0.300 |
| Yolo | 0.28 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0.101 |

Q* - результат застосування лінійної адитивної згортки

6

ЗАДАЧА РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ

загальна форма математичної моделі

$$Z = 10x_1 + 70x_2 + 50x_3 + 100x_4 + 60x_5 \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 5x_4 + 3x_5 \leq 500 \\ 3x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 2x_5 \leq 250 \\ 8x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_5 \leq 300 \\ 4x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 2x_5 \leq 100 \\ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0 \end{cases}$$

програмне вирішення

```
objective_coefficients = [-10, -70, -50, -100, -60]
matrix_coefficients = [[2, 4, 0, 5, 3],
                       [0, 3, 5, 4, 2],
                       [8, 2, 3, 0, 4],
                       [4, 2, 3, 2, 2]]
limits = [500, 250, 300, 100]
coefficient_bounds = [(0, float('inf'))] * 5
```

```
linprog(c = objective_coefficients,
        A_ub = matrix_coefficients,
        b_ub = limits,
        bounds = coefficient_bounds,
        method = 'simplex')
```

```
message: Optimization terminated successfully.
success: True
status: 0
fun: -5000.0
x: [ 0.000e+00  0.000e+00  0.000e+00  5.000e+01  0.000e+00]
nit: 7
```



7

ПОРІВНЯННЯ ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ШІ

8

ПРОГРАМА РЕАЛІЗАЦІЯ

```
freight_rates = pd.read_excel("Supply chain logisitcs problem.xlsx", sheet_name='FreightRates')
freight_rates.head()
```

| | Carrier | orig_port_cd | dest_port_cd | minm_wgh_qty | max_wgh_qty | svc_cd | minimum cost | rate | mode_dsc | tpt_day_cnt | Carrier type |
|---|---------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------|--------------|--------|----------|-------------|--------------|
| 0 | V444_6 | PORT08 | PORT09 | 250.0 | 499.99 | DTD | 43.2272 | 0.7132 | AIR | 2 | V88888888_0 |
| 1 | V444_6 | PORT08 | PORT09 | 65.0 | 69.99 | DTD | 43.2272 | 0.7512 | AIR | 2 | V88888888_0 |
| 2 | V444_6 | PORT08 | PORT09 | 60.0 | 64.99 | DTD | 43.2272 | 0.7892 | AIR | 2 | V88888888_0 |
| 3 | V444_6 | PORT08 | PORT09 | 50.0 | 54.99 | DTD | 43.2272 | 0.8272 | AIR | 2 | V88888888_0 |
| 4 | V444_6 | PORT08 | PORT09 | 35.0 | 39.99 | DTD | 43.2272 | 1.0552 | AIR | 2 | V88888888_0 |

```
freight_rates.describe()
```

| | minm_wgh_qty | max_wgh_qty | minimum cost | rate | tpt_day_cnt |
|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| count | 1540.000000 | 1540.000000 | 1540.000000 | 1540.000000 | 1540.000000 |
| mean | 155.886637 | 4636.143633 | 12.329033 | 2.892656 | 2.186364 |
| std | 475.952049 | 20251.309727 | 22.946192 | 4.603877 | 2.000895 |
| min | 0.000000 | 0.453592 | 1.202000 | 0.033200 | 0.000000 |
| 25% | 15.010000 | 21.500000 | 3.656800 | 0.470400 | 1.000000 |
| 50% | 41.010000 | 47.500000 | 7.417000 | 1.661200 | 2.000000 |
| 75% | 67.229614 | 99.990000 | 11.494500 | 3.932200 | 2.000000 |
| max | 10000.000000 | 99999.990000 | 425.027200 | 128.027200 | 14.000000 |

9

ГРТ-4 РЕАЛІЗАЦІЯ

Supply chain logisitcs problem.xlsx
Spreadsheet

The document "Supply chain logisitcs problem.xlsx" contains supply chain logistics data. Take the "FreightRates" sheet and show first 5 rows

The first 5 rows of the "FreightRates" sheet are as follows:

| Carrier | orig_port_cd | dest_port_cd | minm_wgh_qty | max_wgh_qty | svc_cd | minimum cost | rate |
|---------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------|--------------|------|
| V444_6 | PORT08 | PORT09 | 250.0 | 499.99 | DTD | 43.2272 | 0.71 |
| V444_6 | PORT08 | PORT09 | 65.0 | 69.99 | DTD | 43.2272 | 0.75 |
| V444_6 | PORT08 | PORT09 | 60.0 | 64.99 | DTD | 43.2272 | 0.78 |
| V444_6 | PORT08 | PORT09 | 50.0 | 54.99 | DTD | 43.2272 | 0.82 |
| V444_6 | PORT08 | PORT09 | 35.0 | 39.99 | DTD | 43.2272 | 1.05 |

This table includes details on the carrier, origin and destination port codes, minimum and maximum weight quantities, service codes, minimum cost, rate, mode of transport, transportation day count, and carrier type. [-]

Perform next tasks I provide for FreightRates sheet

Give next information about number values for each column: count, mean, std, min, 25%, 50%, 75%, max.

Provide this information as table.

< 2/2 >

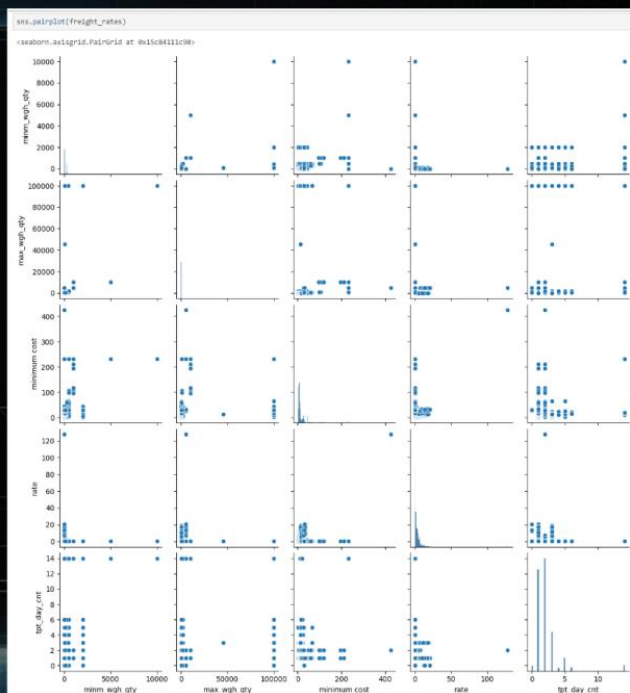
Here are the descriptive statistics for the numerical columns in the "FreightRates" sheet:

| Column | Count | Mean | Std | Min | 25% | 50% | 75% | Max |
|--------------|-------|---------|----------|------|-------|-------|-------|----------|
| minm_wgh_qty | 1540 | 155.89 | 475.95 | 0.00 | 15.01 | 41.01 | 67.23 | 10000.00 |
| max_wgh_qty | 1540 | 4636.14 | 20251.31 | 0.45 | 21.50 | 47.50 | 99.99 | 99999.99 |
| minimum cost | 1540 | 12.33 | 22.95 | 1.20 | 3.66 | 7.42 | 11.49 | 425.03 |
| rate | 1540 | 2.89 | 4.60 | 0.03 | 0.47 | 1.66 | 3.93 | 128.03 |
| tpt_day_cnt | 1540 | 2.19 | 2.00 | 0.00 | 1.00 | 2.00 | 2.00 | 14.00 |

These statistics provide a comprehensive overview of the numerical data within the "FreightRates" sheet, including the count, mean, standard deviation, minimum, 25th percentile, median (50th percentile), 75th percentile, and maximum values for each numerical column. [-]

10

ГРАФІКИ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ МІЖ КОЛОНКАМИ



11

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

```
def calc_iqr_limits(column_name):
    Q1 = freight_rates[column_name].quantile(0.25)
    Q3 = freight_rates[column_name].quantile(0.75)

    IQR = Q3 - Q1

    lower_limit = Q1 - 1.5 * IQR
    upper_limit = Q3 + 1.5 * IQR

    return lower_limit, upper_limit
```

GPT-4

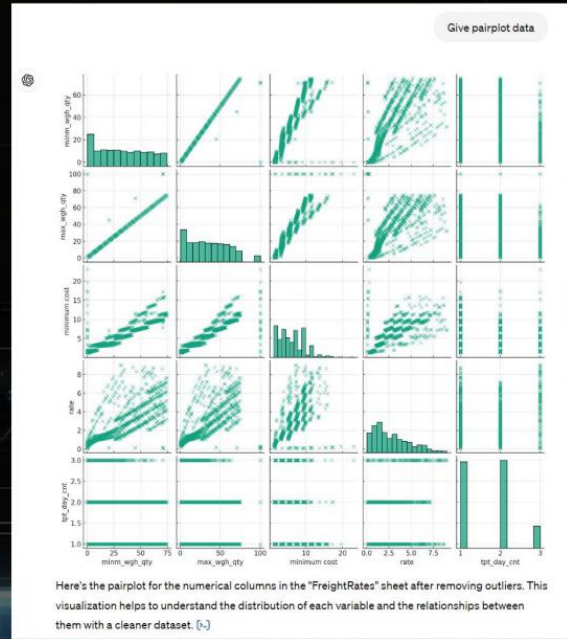
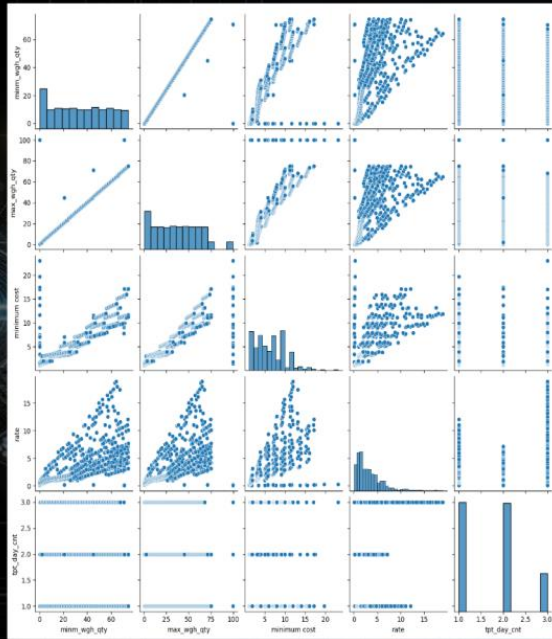
Detect outliers and remove them

Before removing outliers, the "FreightRates" sheet contained 1,540 rows. After outlier detection and removal using the Interquartile Range (IQR) method, 1,089 rows remain. This process removed outliers across all numerical columns in the dataset. [-]

12

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

GPT-4



13

СТВОРЕННЯ РЕГРЕСІЙНОЇ МОДЕЛІ

14

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

```
X = data_frame[['minm_wgh_qty', 'max_wgh_qty', 'rate', 'tpt_day_cnt']]
y = data_frame['minimum cost']
```

МАСИВИ ДЛЯ НАВЧАННЯ
ТА ЦІЛЬОВОЮ ЗМІННОЮ

```
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.4, random_state=101)
```

НАВЧАННЯ

```
from sklearn.linear_model import LinearRegression
```

```
lm = LinearRegression()
lm.fit(X_train, y_train)
```

```
LinearRegression()
```

```
coeff_df = pd.DataFrame(lm.coef_, X.columns, columns=['Coefficient'])
coeff_df
```

КОЕФІЦІЄНТИ ОТРИМАНОЇ МОДЕЛІ

| | Coefficient |
|--------------|-------------|
| minm_wgh_qty | 0.042745 |
| max_wgh_qty | 0.077994 |
| rate | 0.296855 |
| tpt_day_cnt | -0.396625 |

15

ГРТ-4 РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ПОРІВНЯННЯ МЕТРИК

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ

```
from sklearn import metrics
```

```
print('MAE:', metrics.mean_absolute_error(y_test, predictions))
print('MSE:', metrics.mean_squared_error(y_test, predictions))
print('RMSE:', np.sqrt(metrics.mean_squared_error(y_test, predictions)))
```

```
MAE: 0.8060278754580981
MSE: 1.6399340915369338
RMSE: 1.2805991142964819
```

ГРТ-4 РЕАЛІЗАЦІЯ

Now begin to train regression model.
Features to train: 'minm_wgh_qty', 'max_wgh_qty', 'rate', 'tpt_day_cnt';
Target variable: 'minimum cost'.

Provide MAE, MSE and RMSE

< 2/2 >

After training the linear regression model with 'minm_wgh_qty', 'max_wgh_qty', 'rate', and 'tpt_day_cnt' as features and 'minimum cost' as the target variable, the model evaluation metrics are as follows:

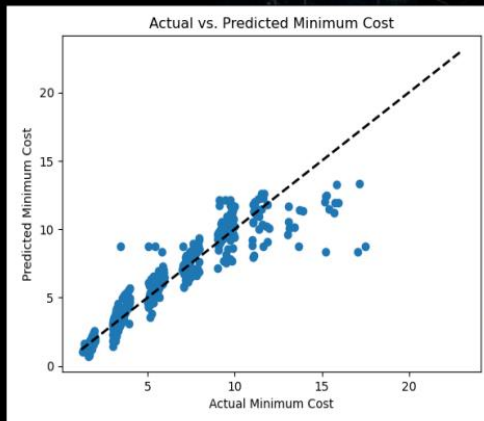
- Mean Absolute Error (MAE): 0.79
- Mean Squared Error (MSE): 2.16
- Root Mean Squared Error (RMSE): 1.47

These metrics provide insight into the average errors in predicting the minimum cost using the selected features. [-]

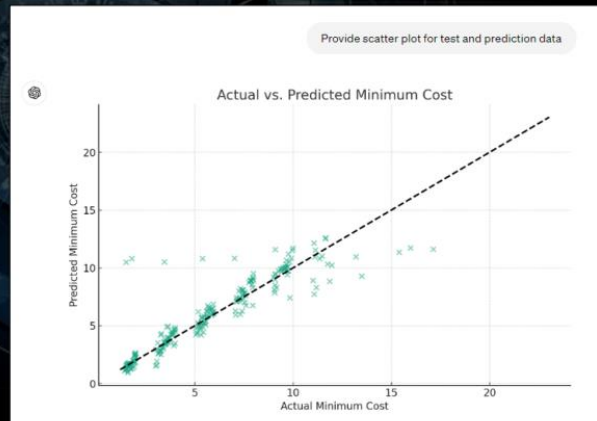
16

ПОРІВНЯННЯ ГРАФІКІВ

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ



СРТ-4 РЕАЛІЗАЦІЯ



17

ПІДСУМКИ

18



- надано теоретичний матеріал щодо транспортної логістики
- відібрана модель штучного інтелекту за допомогою лінійної адитивної згортки
- сформовано та вирішено багатокритеріальну задачу за допомогою симплекс методу
- порівняно реалізації аналізу даних: програмну та зі застосуванням штучного інтелекту

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ