

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Раціоналізація транспортних перевезень з використанням  
інформаційних технологій

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МНм-61  
спеціальності 275.03 Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Жарський А. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Вовк Ю. Я.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Цьонь О. П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ляшук О. Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О. Л.  
(прізвище та ініціали)

«    »  
(підпис)

20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Жарському Андрію Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Раціоналізація транспортних перевезень з використанням інформаційних технологій

Керівник роботи Вовк Ю. Я., к.т.н., доц.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14.12.2020

3. Вихідні дані до роботи Інформаційні матеріали, джерела з мережі Інтернет

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Вступ. 2. Теоретичний розділ. 3. Аналітико-дослідницький розділ. 4. Проектно-рекомендаційний розділ. 5. Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. 6. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
Ілюстративний матеріал

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ                     | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата   |                  |
|----------------------------|---|----------------|------------------|
|                            |   | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці              | Окіпний І. Б., доц.                       |                |                  |
| Безпека в надзв. ситуаціях | Клепчик В. М., ст. викл.                  |                |                  |
|                            |   |                |                  |
|                            |   |                |                  |
|                            |   |                |                  |
|                            |   |                |                  |
|                            |   |                |                  |

7. Дата видачі завдання 30.09.2020**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів роботи                               | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1     | Вступ   |                                |          |
| 2     | Теоретичний розділ                                |                                |          |
| 3     | Аналітико-дослідницький розділ                    |                                |          |
| 4     | Проектно-рекомендаційний розділ                   |                                |          |
| 5     | Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях |                                |          |
| 6     | Висновки  |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |
|       |   |                                |          |

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)Жарський А. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)Вовк Ю. Я.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

### **Жарський А.В. Раціоналізація транспортних перевезень з використанням інформаційних технологій – Рукопис.**

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 275.03 – транспортні технології (на автомобільному транспорті). – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, – Тернопіль, 2020.

В першому розділі розглянуто теоретичні засади оптимізування транспортування пасажирів. В другому розділі проведено удосконалення моделі транспортної задачі. Здійснено побудову наміру перевезень на основі удосконаленої моделі.

В третьому розділі проведено вивчення удосконаленої моделі транспортної задачі та її використання.

В четвертому розділі розглянуто заходи з охорони праці при проведенні шиномонтажних робіт, вплив природних факторів, метеорологічних умов та добових змін освітленості на безпеку життєдіяльності на транспорті.

Кваліфікаційна робота викладена на 58 сторінках і містить 14 таблиць та 12 рисунків. Робота складається з вступу, 4 розділів і висновків. Для написання дипломної роботи було використано 16 літературних джерел.

**ТРАНСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,  
РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

## ABSTRACT

### **Zharsky A. V. Rationalization of transportation using information technology - Manuscript.**

Qualifying work for the master's degree in the specialty 275.03 - transport technology (in road transport). - Ternopil Ivan Puluj National Technical University, - Ternopil, 2020.

In the first section the theoretical bases of optimization of transportation of passengers are considered. In the second section the model of the transport problem is improved. The construction of the transportation plan on the basis of the improved model is carried out.

In the third section, a study of the improved model of the transport problem and its use.

The fourth section considers measures for labor protection during tire work, the impact of natural factors, meteorological conditions and daily changes in lighting on the safety of life in transport.

The qualifying work is set out on 58 pages and contains 14 tables and 12 figures. The work consists of an introduction, 4 sections and conclusions. 16 literary sources were used to write the thesis.

TRANSPORTATION, INFORMATION TECHNOLOGIES,  
RATIONALIZATION OF TRANSPORTATION

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| ВСТУП  | 8  |
| 1. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.   |    |
| ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОПТИМІЗУВАННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПАСАЖИРІВ  | 10 |
| 1.1. Опис актуальності вивчення методів оптимізування транспортних перевезень                        | 10 |
| 1.2. Аналізування наявних методів оптимізування транспортних перевезень                              | 12 |
| 1.3. Обґрунтування мети та формування вимог до удосконалення математичної моделі транспортної задачі | 22 |
| 1.4. Формування критеріїв оптимальності до удосконаленої математичної моделі транспортної задачі     | 24 |
| 1.5. Постановка задачі вивчення  | 25 |
| 2. АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.   | 27 |
| РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ  |    |
| 2.1. Оцінювання можливості удосконалення математичної моделі   | 27 |
| 2.2. Втілення послідовності реалізації моделі перевезень   | 31 |
| 2.3. Побудова наміру перевезень на основі моделі   | 35 |
| 3. ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.  |    |
| ВИВЧЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ТА ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ                                 | 36 |
| 3.1. Здійснення досліджень удосконаленої моделі й аналізування ефективності                          | 36 |
| 3.2. Інформаційне забезпечення задачі оптимізування транспортних перевезень                          | 44 |
| 3.3. Аналізування використання удосконаленої моделі транспортної задачі                              | 49 |

|  |    |
|--|----|
| 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ   | 52 |
| 4.1. Охорона праці при проведенні шиномонтажних робіт  | 52 |
| 4.2. Вплив природних факторів на безпеку життєдіяльності на транспорті.<br>Метеорологічні умови та добові зміни освітленості | 55 |
| 4.3. Надзвичайні ситуації на автомобільному транспорті   | 57 |
| ВИСНОВКИ   | 59 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ   | 61 |

## ВСТУП

Найважливіший чинник ефективного розвитку економіки будь-якої держави є транспорт. За його участі формують регіональні товарні ринки економічних відносин.

У різних аспектах транспорт розглядають як логістичний ланцюг. З точки зору вивчення ефективності певних видів транспорту, представляє інтерес перевезення вантажів між пунктами відправлення та призначання у кожному з них. Врахувавши інтереси клієнтури необхідного виду транспорту необхідно брати до уваги, переробку, зберігання, пакування та розпакування, подача матеріалів до машин у цеху та всі пов'язані з цим інформаційні процеси, що супроводжують матеріальний потік. На основі цього оптимальний вибір транспортних послуг є якість перевезення, що має більший вплив на загальні затрати.

Особливу увагу приділено різним видам транспорту, а саме автомобільний транспорт. Він більш рухливий за своєю суттю і менше залежить від зовнішніх чинників. Автомобільний транспорт у більшості країн займає провідне місце за обсягам вантажних та пасажирських перевезень. Даний вид транспорту є гнучким з точки зору маршрутів та розкладу руху. Для перевезення вантажів "від дверей до дверей", позбавляючи трейдера необхідності непотрібного переміщення вантажів здійснюється вантажними автомобілями. Дані автомобілі забезпечують високу ефективність наданих послуг.

Управління матеріальними потоками - це бізнес-концепція, заснована на залученні окремих взаємопов'язаних елементів у загальний процес з метою запобігання нераціональному використанню ресурсів компанії. Одним із напрямків організування транспортної логістики є оптимізування не тільки затрат на залучення на підприємстві автотранспорту, але й оптимізування перевезень. І оскільки до 50% усіх логістичних затрат пов'язано з транспортними затратами, то, відповідно, ефективність вирішення цих питань



буде залежати від прибутку компанії, її позиції на ринку, іміджу, конкурентоспроможності тощо.

Оптимізування переміщень вантажів - це використання методик і технологій, що дозволяють розрахувати маршрути на затрати, пов'язані з перевезенням.

Об'єктом вивчення у рамках кваліфікаційної роботи є процес оптимізування переміщень вантажів на етапі побудови транспортних маршрутів або їх коригування.

Предметом вивчення є методи оптимізування перевезень, котрі використовуються при побудові транспортних шляхів.

Метою роботи є вивчення існуючих методик оптимізування транспорту та удосконалення математичної моделі транспортної проблеми, котра повинна бути більш ефективною, якщо вона використовується разом із наявними методами оптимізування, способом введення нових обмежень щодо якості шляхів та інтенсивності руху на них шляху.

Кваліфікаційна робота виконується відповідно до вимог стандарту ДСТУ 3008-2016 [1] та керівних принципів з розробки та оформлення кваліфікаційних робіт [2].

# 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ОПТИМІЗУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ

### 1.1. Опис актуальності вивчення методик оптимізування переміщення вантажів

На сьогоднішній день транспорт є найбільшою сферою діяльності для будь-якого підприємства і невід'ємна частина економіки яка дає можливість розвитку даної кваліфікаційної роботи. Важливим питанням для бізнесу є налагодження всіх процесів, починаючи від вибору трейдерів і закінчуючи доставкою товарів до вантажоотримувача. У той же час, однією з найважливіших і найвищих затрат є управління матеріальними потоками перевезень[3].

На даний час управління матеріальними потоками є однією з найбільш затребуваних наук та практик управління. І не лише у економіці, а й у інших сферах. Управління матеріальними потоками займається оптимізацією систем на основі потоків. Це можуть бути як струмені у звичному розумінні цього слова (нафтопроводи, газопроводи та інші комунікації), так і транспортні струмені, струмені ресурсів у виробництві, струмені інформації у мережах [4].

Добре побудована транспортна система дозволить зменшення затрат на утримання флоту та мінімізує ризик затримок та пошкодження вантажу. На основі цього необхідно оптимізувати транспортну систему логістики, таким чином зменшуючи затрати, не втрачаючи якості переміщення вантажів [4].

Транспортна задача - це послідовність розв'язування лінійних рівнянь або розв'язання інших методик для знаходження оптимального проєкту переміщення вантажів. Для вирішення таких проблем є пункти - від точки трейдера до точки вантажоотримувача (вантажотримувача). Мета з

вирішенням таких проблем є оптимізація транспортної діяльності підприємства із зменшенням затрат [5].

Будь яку транспортну компанію можна повідомити про затори вчасно, їй буде простіше скорегувати маршрут руху своїх транспортних засобів заздалегідь або автомобільним транспортом. Поінформованість, економія, розрахунок переміщень вантажів на маршруті та інші технології оптимізування дозволить здійснити доставку вантажу клієнтові швидко, вчасно і з максимальною безпекою.

Для оптимізації автомобільного транспорту використовують методики і технології, що дозволяють точно розрахувати час управління маршрутами та затрати, пов'язані з переміщенням вантажів [5].

Концепція оптимізування переміщень вантажів полягає у удосконаленні системи переміщення вантажів (доставка, завантаження / розвантаження) товарів вантажоотримувачів [6].

Для якісної транспортної лінії використовують методи оптимізування перевезення вантажів, пасажирів, забезпечення безпеки вантажу, а також точний розрахунок часу відправлення, прибуття, навантаження та вивантаження [6].

На затрати та прибуток автотранспортної компанії впливають різноманітні чинники, а саме час виконання, ефективність вантажних перевезень. З оптимізацією переміщень вантажів компанія завжди впевнено рухатиметься до зростання та надання найвищої якості послуг у сфері логістичних послуг.

## 1.2. Аналіз існуючих методик оптимізування переміщення вантажів

У сучасному логістичному управлінні розроблена методологічна база, котра дозволяє зменшити затрати на перевезення вантажів і пасажирів.

Вирішення даних проблем здійснюють на основі математичного моделювання, алгоритмів комп'ютерного розрахунку або евристичні моделі.

Пошук оптимального розподілу однорідних об'єктів з мінімізацією затрат на рух лінійного програмування є транспортна задача [7].

Вирішення транспортної проблеми здійснює початок з пошукування дійсного початкового рішення (еталонного проєкту перевезень), а саме, щоб складські запаси трейдерів були поділені між вантажоотримувачами [8].

У цьому дослідженні буде розглянуто та проаналізовано математичну модель класичного транспорту та наступні методи оптимізування транспорту (найпоширеніші та найрелевантніші): метода північно-західного кута, метода мінімальних затрат (мінімальні розцінки) та метода потенціалів для визначення оптимальний намір транспортувати.

Модель транспортного завдання

Транспортна проблема є специфічним завданням лінійного програмування, що використовується для визначення найбільш економічного наміру транспортувати однорідну продукцію від трейдерів до вантажоотримувачів [9]. Математична модель транспортної задачі така:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

для меж:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, m}); \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n}); \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}), \quad (4)$$

де  $x_{ij}$  - число продукції, що транспортується від окремого трейдера до окремого вантажоотримувача;  $c_{ij}$  - затрати на переміщення вантажів одиниці продукції від окремого трейдера до окремого вантажоотримувача;  $a_i$  - складські запаси продукції окремого трейдера;  $b_j$  - попит на продукцію окремого вантажоотримувача.

Якщо у транспортній проблемі загальна число продукції трейдерів дорівнює загальному попиту всіх вантажоотримувачів, тобто

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad (5)$$

тоді таке транспортне завдання називається збалансованим, або закритим. Якщо ця умова не виконується, транспортне завдання називається незбалансованим або відкритим [9].

План транспортної задачі називається будь-яким цілісним рішенням системи обмежень (2) - (4) транспортної задачі, котре позначається матрицею

$$x = (x_{ij}) (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}). \quad (6)$$

Оптимізаційний план транспортної задачі називається матрицею:

$$X^* = (x_{ij}^*) (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}), \quad (7)$$

який задовольняється умовою задачі і цільовою функцією (1) та набуває найменшого значення.

Значення транспортного завдання наведено у вигляді таблиці, котра зображена на рисунку 1.1.

| Пункти відправлення | Пункти призначення |     |          |     |          | Запаси |
|---------------------|--------------------|-----|----------|-----|----------|--------|
|                     | $B_1$              | ... | $B_j$    | ... | $B_n$    |        |
| $A_1$               | $C_{11}$           | ... | $C_{1j}$ | ... | $C_{1n}$ | $a_1$  |
|                     | $x_{11}$           | ... | $x_{1j}$ | ... | $x_{1n}$ |        |
| ...                 | ...                | ... | ...      | ... | ...      | ...    |
| $A_i$               | $C_{i1}$           | ... | $C_{ij}$ | ... | $C_{in}$ | $a_i$  |
|                     | $x_{i1}$           | ... | $x_{ij}$ | ... | $x_{in}$ |        |
| ...                 | ...                | ... | ...      | ... | ...      | ...    |
| $A_m$               | $C_{m1}$           | ... | $C_{mj}$ | ... | $C_{mn}$ | $a_m$  |
|                     | $x_{m1}$           | ... | $x_{mj}$ | ... | $x_{mn}$ |        |
| Потреби             | $b_1$              | ... | $b_j$    | ... | $b_n$    |        |

Рисунок 1.1 – Значення вихідних даних транспортного завдання

### Аналіз методи північно-західного кута

Методи північно-західного кута полягає у тому, що заповнення таблиці переміщення вантажів транспортного завдання починаються з верхнього лівого (північно-західного) кута, з неможливим врахуванням затрат на переміщення вантажів. Запис здійснюється у клітинку менше з двох чисел  $a_1$  та  $b_1$ . Потім перейдіть до наступної комірки у тому ж рядку чи стовпці та заповніть її тощо. Завершіть заповнення цієї таблиці у нижній правій комірці. Таким чином, значення пропозиції будуть розташовані по діагоналі по таблиці [10].

Для закріплення даного алгоритму, розглянуто наступний приклад більш докладно: на трьох підставах  $A_1, A_2, A_3$  отримано товарів на суму 140; 180; 160. Цей вантаж повинен перевозитися до п'яти пунктів призначення  $B_1; B_2; B_3; B_4; B_5$  у кількості 60; 70; 120; 130; 100.

Розцінки на перевезення записані у таблиці, наведеній на рисунку 1.2.

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |        |
| $A_1$               | 2                  | 3     | 4     | 2     | 4     | 140    |
| $A_2$               | 8                  | 4     | 1     | 4     | 1     | 180    |
| $A_3$               | 9                  | 7     | 3     | 7     | 2     | 160    |
| Потреби             | 60                 | 70    | 120   | 130   | 100   | 480    |

Рисунок 1.2 - Розцінки на перевезення

Для знаходження проєкту перевезення, по-перше, не врахувавши затрати на перевезення, нами здійснено потреби першого пункту призначення 1, використавши складські запаси першого пункту відправлення № 1. У нашому прикладі потреби товару у пункті пункти  $B_1$  становлять  $b_1 = 60$ , а складські запаси трейдера складають  $a_1 = 140$ . Встановлено, що запаси першого пункту відправлення можна повністю здійснити потреби першого пункту призначення. Тому у клітинку  $A_1B_1$  записуємо менше значень  $a_1, b_1$ , тобто 60 [10]. Рисунок 1.3 показує результат першого кроку побудови наміру перевезення (задоволення потреб першого пункту призначення  $B_1$ ):

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |        |
| $A_1$               | 2<br>60            | 3     | 4     | 2     | 4     | 140    |
| $A_2$               | 8                  | 4     | 1     | 4     | 1     | 180    |
| $A_3$               | 9                  | 7     | 3     | 7     | 2     | 160    |
| Потреби             | 60                 | 70    | 120   | 130   | 100   | 480    |

Рисунок 1.3 - Задоволення потреб першого пункту призначення  $B_1$ 

Тепер перейдемо до визначення потреби другого призначення -  $B_2$  (рис. 1.4), потреби якого складають  $b_2 = 70$ . Проведено задоволення потреби пункту  $A_1$  залишок запасів першого пункту відправлення становить (цього достатньо для задоволення потреб другого призначення). Тому записуємо значення 70 у клітинку  $A_1B_2$  і продовжуємо задовольняти потреби точки  $B_3$ .

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |        |
| $A_1$               | 2                  | 3     | 4     | 2     | 4     | 140    |
|                     | 60                 | 70    |       |       |       |        |
| $A_2$               | 8                  | 4     | 1     | 4     | 1     | 180    |
|                     |                    |       |       |       |       |        |
| $A_3$               | 9                  | 7     | 3     | 7     | 2     | 160    |
|                     |                    |       |       |       |       |        |
| Потреби             | 60                 | 70    | 120   | 130   | 100   | 480    |

Рисунок 1.4 - Задоволення потреб другого пункту призначання  $B_2$ 

Залишок запасів у першому пункті призначання після задоволення потреб пунктів призначання  $B_1$  та  $B_2$  становить  $140 - 60 - 70 = 10$ . Отже, третій вантажоотримувач від першого трейдера може перевезти лише 10 одиниць продукції (рис. 1.5). Тому ми помістимо число 10 у клітинку  $A_1B_3$ .

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |        |
| $A_1$               | 2                  | 3     | 4     | 2     | 4     | 140    |
|                     | 60                 | 70    | 10    |       |       |        |
| $A_2$               | 8                  | 4     | 1     | 4     | 1     | 180    |
|                     |                    |       |       |       |       |        |
| $A_3$               | 9                  | 7     | 3     | 7     | 2     | 160    |
|                     |                    |       |       |       |       |        |
| Потреби             | 60                 | 70    | 120   | 130   | 100   | 480    |

Рисунок 1.5 - Задоволення потреб третього пункту призначання  $B_3$ 

З розрахунків встановлено, що запаси I-го трейдера вичерпано, переходимо до запасів трейдера №2. Складські запаси трейдера №2 становлять  $a_2 = 180$ . Оскільки потреби третього пункту складатимуть  $120 - 10 = 110$ . Тому у комірці  $A_2$  запишемо число 110, і третього вантажоотримувача, таким чином, також отримав необхідну число продуктів. Наступні кроки для задоволення потреб напрямків однакові, тому кінцевий результат буде показано на рисунку 1.6.

Для задовольнити потреб наступного вантажоотримувача, а саме  $q_4 = 4$  результати частково використаних запасів II-го пункту відправлення виробничий баланс становить  $180 - 110 = 70$ . Під час розрахунків було встановлено, що



відправлення з другого пункту до четвертого можлива кількість продукту становить 70 одиниць. Дані результати записуємо в клітинку  $A_2B_4$  дане число продукції, а запаси трейдера  $A_2$  повністю вичерпані [10].

Баланс потреб четвертого пункту становить  $130 - 70 = 60$ . Для відправлення  $A_3$  використаєм запаси трейдера  $A_3$  та здійснемо запис  $A_2B_4$  у клітинку число 60, де встановлено потреби четвертої точки [10].

Вантажоотримувач  $B_5$  потреби якого становлять  $B_5 = 100$ , які повністю задовольняє третього трейдера  $160 - 60 = 100$ , та записуємо в клітинку  $A_3B_5$  запишемо номер 100. Таким чином ми ожержали заключну таблицю у які заповнені комірочки містять цифри, що вказують на можливий план переміщення вантажів товару із загальною вартістю  $F = 60 \cdot 2 + 70 \cdot 3 + 10 \cdot 4 + 110 \cdot 1 + 70 \cdot 4 + 60 \cdot 7 + 100 \cdot 2 = 1380$  □ умовний од. Результат будівництво посилення намір транспортувати методом північно-західного кута показано на рисунку 1.6.

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ | $B_5$ |        |
| $A_1$               | 2                  | 3     | 4     | 2     | 4     | 140    |
|                     | 60                 | 70    | 10    |       |       |        |
| $A_2$               | 8                  | 4     | 1     | 4     | 1     | 180    |
|                     |                    |       | 110   | 70    |       |        |
| $A_3$               | 9                  | 7     | 3     | 7     | 2     | 160    |
|                     |                    |       |       | 60    | 100   |        |
| Потреби             | 60                 | 70    | 120   | 130   | 100   | 480    |

Рисунок 1.6 - Довідковий проєкт перевезення

#### Аналіз методи мінімальних затрат

Ідея методи мінімальних елементів полягає у тому, що на кожному кроці заповнюється комірочка таблиці, котра має найнижчу одиницю собівартості продукції. Цю дію повторюють, поки вся продукція не розподілиться між пунктами відправлення та призначення [11].

За допомогою цього методи робимо рішення наступної задачі. Приклад: За трьома основами  $A_1, A_2, A_3$  отримано товарів на суму 160, 140 та 170 одиниць відповідно. Цей вантаж потрібно транспортувати до чотирьох пунктів призначення  $B_1, B_2, B_3, B_4$ , потреби якого 120, 50, 190, 110 [11].

Розцінки на перевезення записані у таблиці, наведеній на рисунку 1.7.

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |        |
| $A_1$               | 7                  | 8     | 1     | 2     | 160    |
| $A_2$               | 4                  | 5     | 9     | 8     | 140    |
| $A_3$               | 9                  | 2     | 3     | 6     | 170    |
| Потреби             | 120                | 50    | 190   | 110   | 470    |

Рисунок 1.7 - Розцінки на перевезення

Найменшу цінність має транспорт, котрий здійснюється від  $A_1$  до  $B_3$ , ціна перевезення одиниці продукції становила 1 умовну одиницю. Отже в трейдера №1 на складі знаходиться 160 одиниць продукції, а адресат  $q_3$  налічує – 190 одиниць. Розрахунки показали, що транспортування від першого до третього трейдера моливо тільки 160 одиниць продукції [11]. Отже, складські запаси I-го пункту відправлення вичерпні (і в таблиці I-й рядок видалено, рис. 1.8).

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |        |
| $A_1$               | 7                  | 8     | 1     | 2     | 160    |
| $A_2$               | 4                  | 5     | 9     | 8     | 140    |
| $A_3$               | 9                  | 2     | 3     | 6     | 170    |
| Потреби             | 120                | 50    | 190   | 110   | 470    |

Рисунок 1.8 - Часткове задоволення потреб призначання  $q_3$

З решти комірок виберіть ту, у якій розташований маршрут із мінімальними затратами на переміщення вантажів. У нас є дві такі клітини:  $A_3B_2$  та  $A_1B_4$ . Виходячи з того, що клітинка  $A_1B_4$  знаходиться у першому рядку, і ми її видалили з попереднього кроку, ми заповнимо клітинку  $A_3B_2$ . Відправлення запасу до пункту складає  $A_3 = 170$ , а  $B_2 = 50$ , отже, завдяки запасам третього трейдера потреби другого вантажоотримувача задовольняються у повному

обсязі (графі номер два є видалено з розгляду) у результаті ми отримуємо таблицю, зображену на рисунку 1.9.

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |        |
| $A_1$               | 7                  | 8     | 1     | 2     | 160    |
|                     |                    |       | 160   |       |        |
| $A_2$               | 4                  | 5     | 9     | 8     | 140    |
|                     |                    |       |       |       |        |
| $A_3$               | 9                  | 2     | 3     | 6     | 170    |
|                     |                    | 50    |       |       |        |
| Потреби             | 120                | 50    | 190   | 110   | 470    |

Рисунок 1.9 - Потреби пункту призначення  $B_2$

Вибераємо клітинку (серед тих, які незаповнені) з найменшими затратами на переміщення вантажів. Така комірка буде  $A_3B_3$ . Складські запаси третього пункту відправлення становлять  $A_3 = 170 - 50 = 120$ , а потреби третього пункту призначення становлять  $B_3 = 190 - 160 = 30$ , а потім поміщають у клітинку  $A_3B_2$  значення 30. Отже потреби третього пункту задовольняються призначення, а стовпець, у якому цей пункт видалється з розгляду (рис. 1.10).

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |        |
| $A_1$               | 7                  | 8     | 1     | 2     | 160    |
|                     |                    |       | 160   |       |        |
| $A_2$               | 4                  | 5     | 9     | 8     | 140    |
|                     |                    |       |       |       |        |
| $A_3$               | 9                  | 2     | 3     | 6     | 170    |
|                     |                    | 50    | 30    |       |        |
| Потреби             | 120                | 50    | 190   | 110   | 470    |

Рисунок 1.10 - Потреби пункту призначення  $B_3$

Продовжуючи цей процес, поки всі складські запаси не будуть вичерпані і потреби не будуть задоволені, ми отримуємо таблицю (рис. 1.11), у заповнених комірках якої містяться цифри, що вказують на можливий план переміщення вантажів із загальною вартістю

$$F = 120 \cdot 4 + 50 \cdot 2 + 160 \cdot 1 + 3 \cdot 30 + 20 \cdot 8 + 90 \cdot 6 = 1530$$

| Пункти відправлення | Пункти призначення |       |       |       | Запаси |
|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|--------|
|                     | $B_1$              | $B_2$ | $B_3$ | $B_4$ |        |
| $A_1$               | 7                  | 8     | 1     | 2     | 160    |
|                     |                    |       | 160   |       |        |
| $A_2$               | 4                  | 5     | 9     | 8     | 140    |
|                     | 120                |       |       | 20    |        |
| $A_3$               | 9                  | 2     | 3     | 6     | 170    |
|                     |                    | 50    | 30    | 90    |        |
| Потреби             | 120                | 50    | 190   | 110   | 470    |

Рисунок 1.11 - Довідковий проєкт перевезення методом мінімальних затрат

### Аналіз потенційних методик

Щоб знайти оптимальний намір транспортної проблеми, необхідно спочатку визначити еталонний проєкт перевезення за допомогою методи північно-західного кута або методи мінімального елемента, котрі були розглянуті у попередніх розділах [12].

Теорема: Якщо  $X^*$  - якого виконуються дані обмеження то опорний план транспортної задачі буде:

$$\beta_j + \alpha_i = C_{ij} \text{ для } x_{ij} > 0$$

$$\beta_j + \alpha_i \leq C_{ij} \text{ для } x_{ij} = 0 \quad (8)$$

тоді цей довідковий план є оптимальним.  $\alpha_i; \beta_j$  - їх називають потенціалами пунктів відправлення та пунктів призначання.

Перевірка еталонного наміру на оптимальність проводиться за допомогою методи потенціалів [12].

Послідовність цього методи такий:

знайти потенціал пунктів відправлення ( $\alpha_i$ ) та пунктів

мета ( $\beta_j$ ). Для цього ми будемо лінійне рівняння виду  $\beta_j + \alpha_i = C_{ij}$  для кожної окупованої комірки. у результаті ми отримана система лінійних рівнянь, вирішуючи яку знаходимо шукані потенціали. Примітка: Там завжди  $n + m - 1$  окуповані клітини. Отже, ми отримуємо  $n + m - 1$  залежність з  $n + m$  є невідомими. Для вирішення цієї системи встановимо  $\alpha_1 = 0$ ;

для всіх вільних клітинок знаходимо значення  $\alpha_{ij} = C_{ij} - \beta_j - \alpha_i$ . Якщо всі набряки  $\alpha_{ij}$  позитивні, то побудований контрольний план є оптимальним. Якщо серед значень  $\alpha_{ij}$  є негативні елементи, то побудований опорний план є не оптимальним і існує ймовірність переходу до іншого еталонного наміру.

Послідовність переходу до іншого еталонного наміру такий:

- негативні  $\alpha_{ij}$  знайдемо максимальне значення за модулем, Це і клітина має бути зайнята;
- для комірки, де встановлене максимальне значення за модулем, здійснюєм цикл перерахунку;
- починаючи з комірки, де знаходиться, кожна вершина циклу позначена знаками  $+ \dot{r} -$ , чергуючи їх послідовно;
- для значень комірок, позначених  $-$ , отримано мінімальне значення;
- ми додаємо це (мінімальне) значення до комірок, позначених знаком плюс, і віднімаємо мінімальне значення з комірок, позначених знаком мінус.

Клітина, де було розміщено мінімальне значення, є вільна. Внаслідок чого отримано результат для нового довідкового плану, котрий необхідно перевірити на оптимальність [12].

### **1.3. Обґрунтування цілі з формуванням вимог транспортної проблеми з удосконаленням математичної моделі**

Добре організована транспортна система дозволяє зменшити затрати на утримання флоту, а також мінімізувати ризик затримок та пошкодження вантажу. Для цього необхідно постійно оптимізувати систему транспортної логістики, тим самим зменшуючи затрати, не втрачаючи якості переміщення вантажів.

При неконтрольованому зростанні витрат необхідно здійснити оптимізацію транспорту а саме:

- затрати на навантаження та розвантаження;

- затрати на доставку до кінцевої та проміжної точок;
- затрати на паливо та затрати на технічне обслуговування автомобіля;
- заробітна плата шоферам, механікам тощо.

Для визначення зростання показників в зв'язку із збереженням обсягу та швидкість переміщень вантажів необхідно зробити аналіз поточної логістичної стратегії. Як правило, аналізують такі періоди:

- спосіб місця розташування вантажу та вибір транспортного засобу;
- транспортні маршрути;
- проектування складів компанії;
- підбір логістичних посередників (за необхідності).

Мета удосконалення математичної моделі

У класичній транспортній проблемі маршрут доставки товарів оцінюється за відстань, пройдену транспортним засобом, але не включає багато інших чинників, що впливають на час доставки.

Тому мета даної роботи є впровадження математичної моделі транспортної проблеми, що дає можливість здійснення оптимізації організації доставки вантажу із зменшенням транспортних затрат з потребами якості шляху, інтенсивності руху та погодних умов.

Вимоги до математичної моделі

На основі результатів аналізування існуючих математичних методик та математичної моделі типової транспортної задачі вимоги до впровадження:

- удосконалення математичної моделі типової транспортної проблеми з урахуванням різних чинників, таких як якість покриття та затори на шляхах, котрі безпосередньо впливають на процес доставки товарів до пунктів призначання, а отже, знижують цінність вантажу;
- застосування удосконаленої моделі та побудова маршрутів наявними методами має дати результат, котрий повинен бути оптимальним з точки зору транспортних витрат;

- удосконалена модель повинна бути орієнтована на оперативне коригування маршрутів, якщо це необхідно;
- методи не повинні займати багато часу.

#### **1.4 Формування мірил оптимальності для удосконалена математична модель транспортної задачі**

Для оцінки та результатів вивчення, насамперед застосування впровадженої математичної моделі із використанням існуючих методик оптимізації вантажних перевезень, сформовано критерії ефективності, котрі наведені у таблиці 1.1.

Мінімум транспортних робіт у тоннах-кілометрах та цінність вантажних переміщень вантажів є основними критеріями оптимальності транспортної проблеми. Крім того, трапляються випадки, коли неможливо відновити маршрут більш оптимально, і навпаки - з додатковими затратами, оскільки інших альтернатив немає. До вищезазначених мірил оптимальності слід додати, перелічену цінність доставки на *i*-му маршруті не повинна бути вища ніж 10 відсотків від первинної ціни.

Таблиця 1.1 - Критерії ефективності удосконаленої математичної моделі транспортної проблеми

| Критерій   | Метода розрахунку   |
|--|---|
| Цінність перевезення (за скоригованим маршрутом) | $C_{ij} \rightarrow x_{ij}$ або<br>$C_{ij}$ (після регулювання) - $C_{ij} \leq 10\%$ , де $i$ є трейдером;<br>$j$ - вантажоотримувач  |
| Мінімум транспортні роботи у тон-кілометрах      | $Z_{\text{після корегування}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$<br>$i = 1, j = 1$ або<br>$Z$ після регулювання - $Z \leq 10\%$<br>де $x_{ij}$ - число транспортованої продукції від окремого трейдера до окремого вантажоотримувача;<br>$C_{ij}$ - цінність переміщення вантажів на одиницю продукції від окремого трейдера до окремого вантажоотримувача; $a_i$ - складські запаси продукції окремого трейдера; $b_j$ - попит на продукцію окремого вантажоотримувача. |

### 1.5. Постановка навчального завдання

Об'єктом вивчення у рамках атестаційної роботи магістра є процес оптимізування переміщень вантажів на етапі побудови транспортних маршрутів або їх коригування.

Предметом вивчення є методи оптимізування транспорту, котрі використовуються при будівництві транспортних шляхів, та знаходяться у математичному апараті інформаційних систем.

Метою роботи є вивчення методик побудови основного наміру перевезення та удосконалення математичної моделі транспортної проблеми, котра повинна бути більш ефективною, якщо вона використовується разом із наявними методами оптимізування, способом введення нових обмежень щодо якості шляхів та потоку руху на цих шляхах.

Для досягнення цієї цілі необхідно дослідити такі питання:



- проаналізувати існуючі методи оптимізування переміщення вантажів;
- обґрунтувати ціль удосконалення математичної моделі транспортної проблеми та утворювати вимоги до неї;
- утворювати критерії оптимальності до методик оптимізування перевезень;
- розробити удосконалену модель транспортної проблеми з урахуванням різних чинників у побудові транспортних шляхів;
- застосовувати удосконалену модель транспортної проблеми разом із наявними методами оптимізування переміщень вантажів на практиці, щоб відобразити її переваги перед класичною моделлю.

#### Висновки до розділу

Розглянуто теоретичні засади оптимізування пасажирських перевезень. Проведено аналіз доступних методик оптимізування перевезень, обґрунтовано ціль та формування вимог до удосконалення математичної моделі транспортної проблеми, розглянуто формування мірил оптимальності до удосконаленої математичної моделі транспортної проблеми тощо.

## 2 АНАЛІТИКО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.

### РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАВДАННЯ

#### 2.1. Оцінювання можливості удосконалення математичної моделі

Проаналізувавши відомі моделі переміщень вантажів встановлено, що доставки вантажу оцінюється лише транспортним засобом, котрий проїхав на маршруті. В даних моделях не включенні чинники, які впливають на час доставки транспортного засобу, інтенсивності руху, погодних умов та пропускна здатність доріг. У зв'язку з цим створення математичної моделі, котра включає вплив цих чинників на час доставки товару, має особливе значення.

Удосконалення моделі зосереджено на оперативному коригуванні маршрутів з урахуванням якості та пропускну здатності шляхів. Тобто пошукування іншого маршруту до пункту призначання та перенесення ціни доставки.

Для коригування можуть знадобитися різні ситуації на шляхах - погіршення шляхів через зміну погодних умов, масштабні аварії, перекриття шляхів на ремонт тощо.

Щоб інформація про стан та транспортну спроможність шляхів була актуальною, бажано через певний проміжок часу оновити цю інформацію за допомогою сторонніх систем, таких як GoogleMaps.

Створюючи таку модель, недоцільно відмовлятися від відомих добре розроблених економіко-математичних методик. Потрібно лише зробити коригування для підвищення їх точності способом введення додаткових змінних [13].

Визначте змінні математичної моделі. Вводяться такі змінні:

$$T = \{M, S, G, Q, C\}, \quad (2.1)$$

де  $M$  - набір маршрутів;

$S$  – довжина шляху;

$G$  – пропускна здатність шляху;

$Q$  – якість покриття шляхів;

$C$  – цінність доставки від  $i$ -го трейдера до  $j$ -го споживача.

Згідно з новою моделлю, оптимізування переміщень вантажів полягає у зменшенні ціни доставки  $C$  (або не перевищенні допустимої відсоткової різниці у ціні) на основі змінних  $S, G, Q$  для іншого маршруту.

$$C_{\text{Відправлення}} = (F * S * P) + R, \quad (2.2)$$

де  $F$  - середня споживання пального;

$S$  - відстань;

$P$  - цінність 1 літра пального;

$R$  - інші витрати.

Інші затрати  $R$  - це сукупність таких даних, як зарплата шофера, амортизаційні витрати на транспортний засіб (затрати на ремонт, технічне обслуговування тощо), податки та прибуток. Дані індекси у основному є статичні і не мають значного вплива на повторний перерахунок цін доставки, на відміну від спожитого пального, відстані маршруту та ціни 1 літра пального.

Середнє статистичне споживання пального  $F$  залежить від дозволеної максимально допустимої швидкості транспортного засобу на  $i$ -му дорозі  $V_{max}$ , що, у свою чергу, залежить від пропускної здатності шляху  $G$  та якість покриття  $Q$ . Таким чином:

$$V_{max} = \begin{cases} V_k, & V_k \leq V_{pdr}; \\ V_{pdr}, & V_k > V_{pdr}, \end{cases} \quad (12)$$

де  $V_{pdr}$  - максимально припустима прудкість, котру слід визначити правила дорожнього руху на цій частині шляху;

$V_k$  - максимальна прудкість, котра дозволяє розвивати  $k$ -й транспортний засіб.

Пропускна здатність  $G$  окремого шляху має ознаки індексу, котрі обчислюється професійними експертами та подаються у вигляді таблиці (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 - Приклад індексів пропускної здатності шляху

| Сезон року | Коефіцієнт пропускної здатності ( $G$ ) на $i$ -му шляху |      |      |      |
|------------|--|------|------|------|
|            | 1  | 2    | 3    | 4    |
| Літо       | 0,99   | 0,91 | 0,98 | 0,99 |
| Осінь      | 0,75   | 0,6  | 0,83 | 0,87 |
| Взимку     | 0,6  | 0,4  | 0,55 | 0,78 |
| Весна      | 0,99   | 1    | 0,79 | 0,93 |

Індекси якості покриття шляху  $Q$  також розраховується професійними експертами та оновлюється протягом певного періоду за допомогою сторонніх систем, таких як GoogleMaps.

Отримана інформація про стан шляхів від GoogleMaps можна абсолютно безкоштовно. Інформація про стан шляху характеризується 4 станами (аварійним, незадовільним, задовільним, нормальним) та відповідним діапазоном індексів:

$$Q_{\text{ділянки дороги}}^f = \begin{cases} \text{аварійний, якщо } 0 \leq Q < 0,25; \\ \text{незадовільний, якщо } 0,25 \leq Q < 0,5; \\ \text{задовільний, якщо } 0,5 \leq Q < 0,75; \\ \text{задовільний, якщо } 0,75 \leq Q < 1. \end{cases} \quad (13)$$

Таким чином, для отримання затрати пального необхідно розрахувати середню прудкість транспортного засобу на всіх ділянках окремого маршруту з урахуванням максимальних індексів швидкості та якості та місткості секцій:

$$V_{sr} = \sum_{i=1}^n V_{max} * G * Q, \quad (14)$$

де  $V_{max}$  - максимально припустима прудкість на окремій частині шляху;

$G$  - індекс пропускної здатності на окремій частині шляху;

$Q$  - індекс якості покриття на окремій частині шляху.

Таким чином, маючи показник середньої швидкості всіх частин шляхів, середній споживання пального  $F$  отримують із таблиці, котра вказує витрату пального на транспортний засіб залежно від швидкості (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 - Приклад середньої затрати пального

| Швидкість, км / год | Середня витрата пального автомобіля (l), л / 100 км |    |    |
|---------------------|---|----|----|
|                     | 1   | 2  | 3  |
| <60                 | 25  | 27 | 21 |
| 60 - 80             | 20  | 25 | 14 |
| > 80                | 15  | 19 | 11 |

Тому, отримавши всі важливі індекси, такі як  $S$ ,  $G$ ,  $Q$  для іншого маршруту, необхідно розрахувати цінність доставки, застосувавши ці індекси до математичного виразу (11) і порівняти результат із вартістю початкового маршруту відповідно до визначені критерії оптимальності.

## 2.2. Реалізація послідовності реалізації транспортної моделі

Удосконалена математична модель транспортної проблеми, запропонована у цій сертифікаційній роботі, загалом не суттєво змінює існуючий послідовність побудови оптимального руху, але додає кілька інших етапів, котрі, у першу чергу, пов'язані з регулюванням маршрутів руху з урахуванням чинників якості та пропускної спроможності. Тому, застосовуючи нову модель проблеми, оптимізування матиме наступні етапи:

- отримання даних про цінність доставки від окремого трейдера до окремого вантажоотримувача;

- побудова основного задуму переміщень вантажів одним із досліджуваних методик - північно-західним кутом або методом мінімальних витрат;

- оптимізування опорного наміру методом потенціалів;
- отримання остаточного наміру перевезення (накладна);
- коригування маршруту (при необхідності).

На цьому етапі здійснюється пошукування інших маршрутів і проводять розрахунки нових цін доставки, отримавши актуальні дані про затори та якість альтернативних шляхів. Таке коригування та реструктуризація маршрута потрібні для перевезення або здійснення з тих чи інших причин необхідно відбудувати маршрут за альтернативними маршрутами через неможливість здійснити перевезення за поточним маршрутом. Перешкодами для перевезення є певні незручності: перекрита дорога, масштабні аварії, пагане покриття шляхів ділянок тощо. Отже, переміщення вантажів, відповідно.

Для здійснення коригування маршруту, потрібно враховувати такі умови:

- отримання даних про якість та поточний стан заторів на альтернативних маршрутах. Цей етап є одним із найважливіших у застосуванні нової математичної моделі. Залежно від цих даних цінність кожної доставки буде додатково коригуватися з урахуванням цих чинників;

- перерахунок ціни доставки вантажу з урахуванням вищезазначених чинників. Після перерахунку ціни ці результати слід порівняти з початковими відповідно до мірил оптимальності, визначених у постановці проблеми.

Послідовність оптимізування транспортних маршрутів включає п'ять етапів, котрі описані вище, і на основі яких цей послідовність був розроблений з застосуваннями удосконаленої моделі транспортної проблеми. Основний послідовність представлений на рисунку 2.1.

При здійсненні “коригування маршруту”, його розкладання також наведено нижче. Деталі етапу “коригування маршруту” наведені на рисунку 2.2.

Як показано на рисунку 2.2, однією з особливостей та переваг нової математичної моделі є те, що за допомогою таких служб, як GoogleMaps, можна отримувати сучасні затори на шляхах та використовувати їх з інформацією про стан шляхів та більш точно розраховувати затрати на доставку. Дорожній лист оновлюється відповідно до перерахунків.

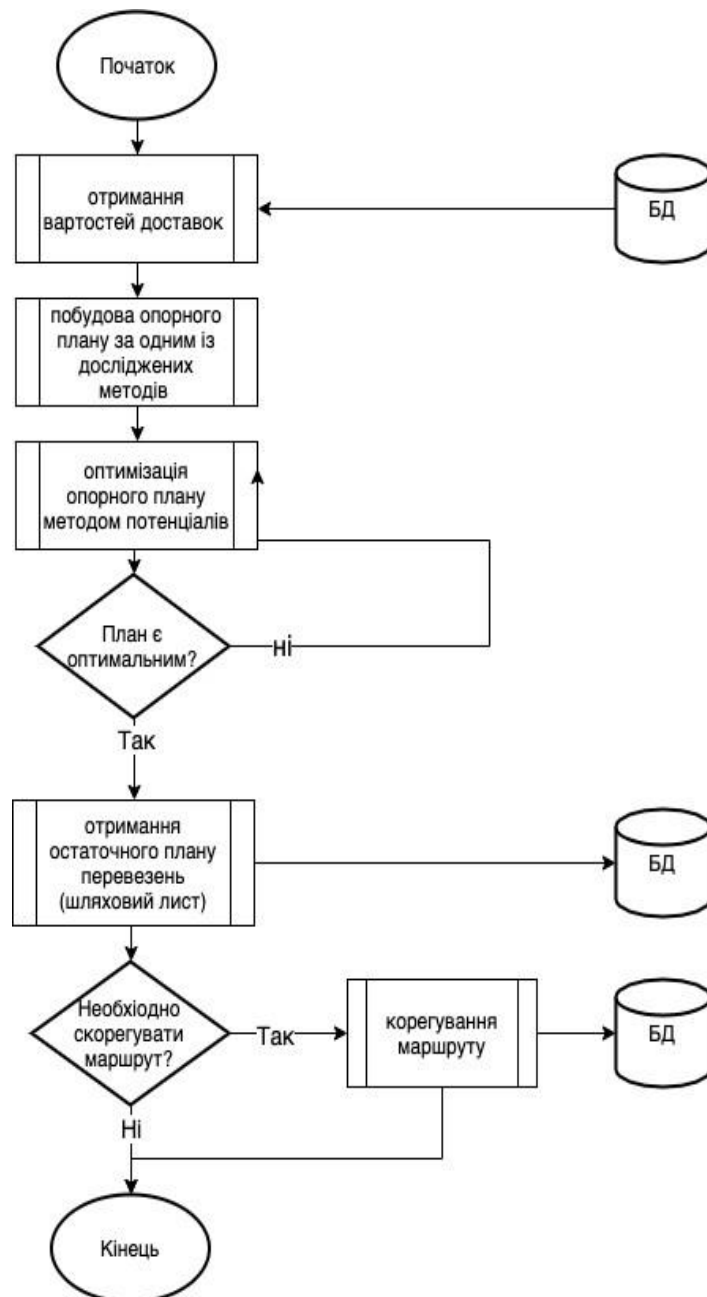


Рисунок 2.1 - Основний послідовність оптимізування переміщення вантажів

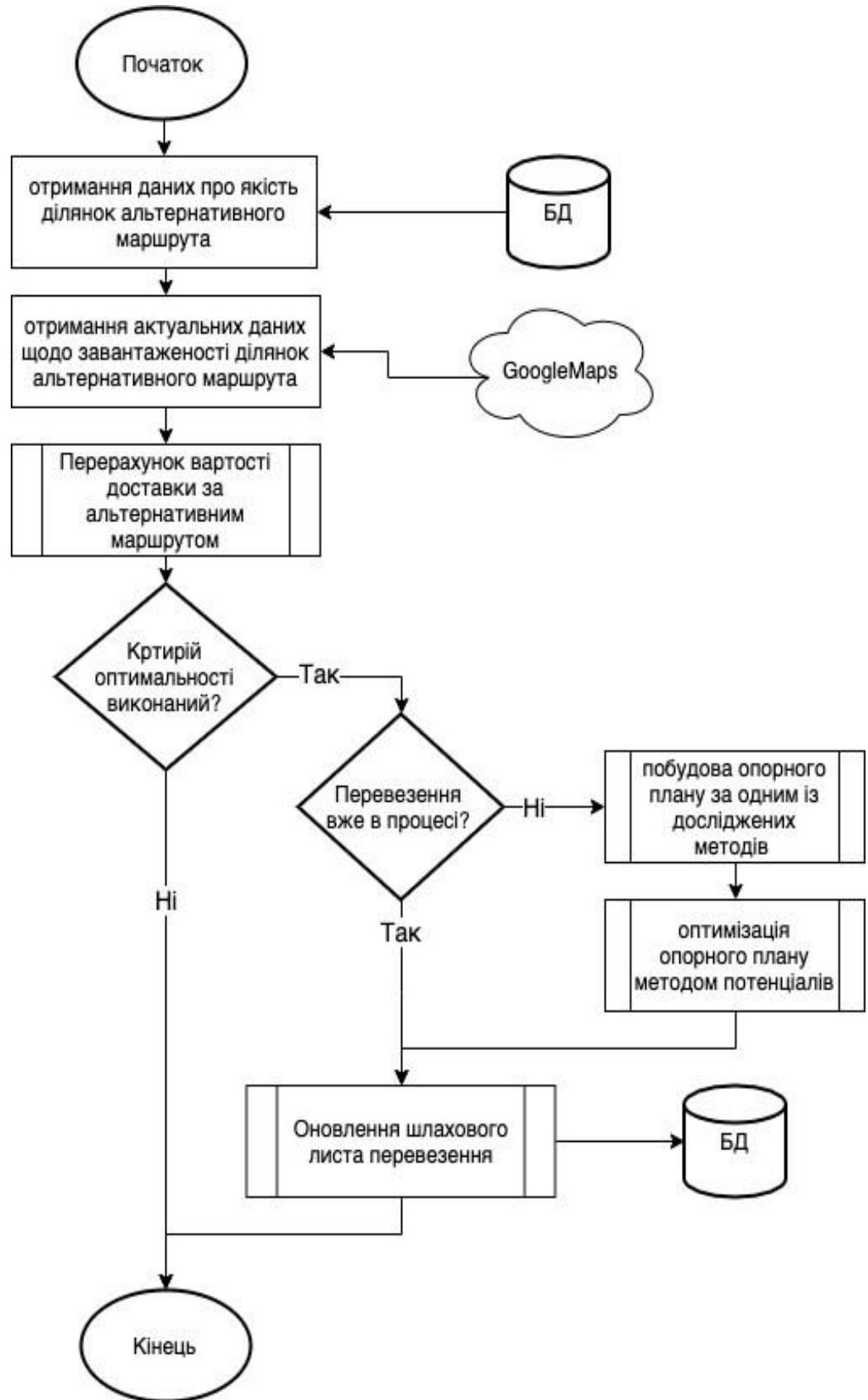


Рисунок 2.2 - Деталізація алгоритму коригування маршруту



### 2.3. Конструкції задуму переміщень вантажів на основі моделі

Для реалізації удосконаленої математичної моделі транспортної проблеми у рамках інформаційної системи необхідно модифікувати існуючу інформаційну підтримку ІС - її логічну структуру (тобто базу даних), у якій можна зберігати та оновлювати інформацію про поточний стан якості шляху та їх навантаження (пропускна здатність). загальні маршрути АТР. Для обліку інформації про якість та затори на шляхах із бази даних приведено фрагмент логічної моделі та споживання пального транспортних засобів на рисунку 2.3

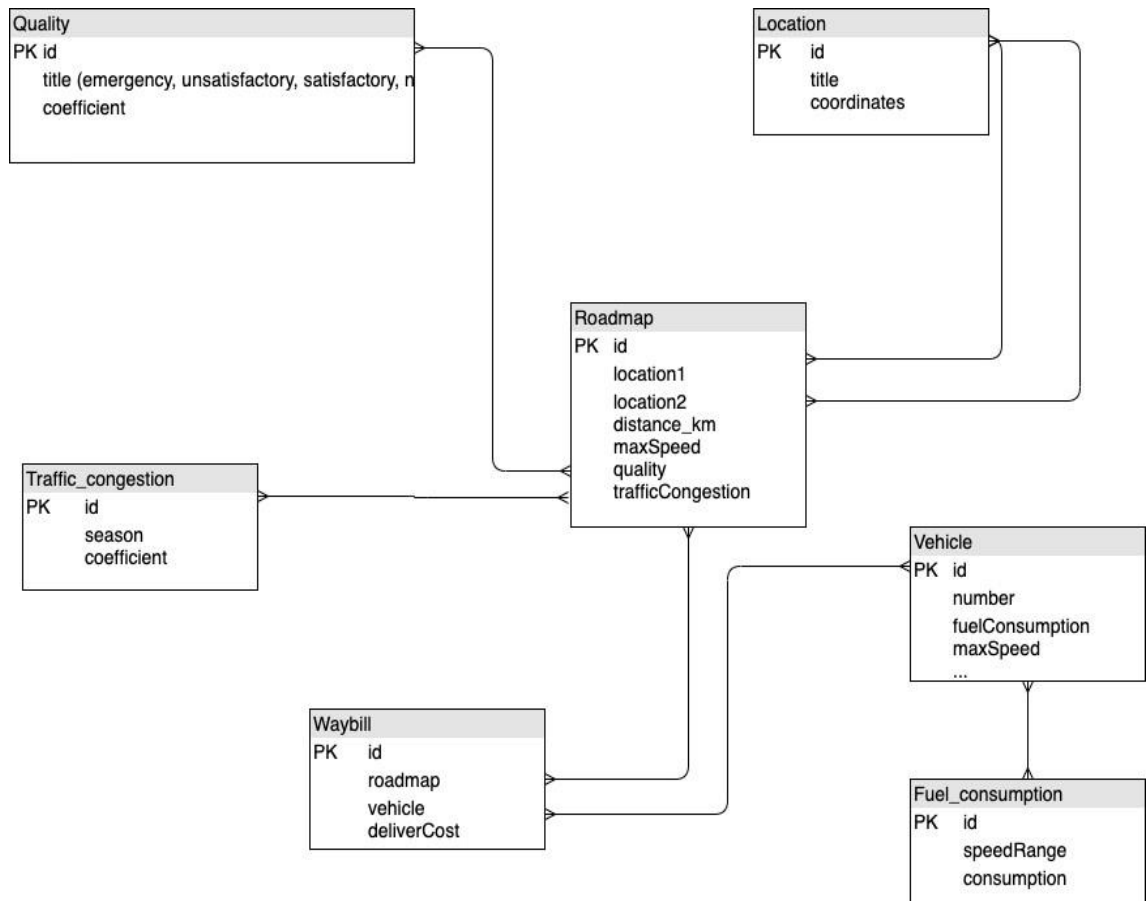


Рисунок 2.3 - Фрагмент із бази даних логічної моделі з врахуванням інформації про якість та затори на шляхах з споживанням пального транспортними засобами

### **3 ПРОЕКТНО-РЕКОМЕНДАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ. ВИВЧЕННЯ РОЗШИРЕНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАВДАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ**

В результаті досліджень доступних методик оптимізування переміщень вантажів на етапі побудови їх маршрутів були отримані дані та опис роботи доступних методик. На основі результатів була розроблена удосконалена математична модель транспортної проблеми, котра буде детально вивчена у цьому розділі науково-сертифікаційних робіт.

#### **3.1 Проведення досліджень удосконаленої моделі та аналізування ефективності**

Методологія вивчення - це сукупність підходів, методик і прийомів наукового вивчення. Методологія вивчення включає такі елементи як: оснащення, прилади, число експериментів, план роботи, час і гроші. Встановлення закономірностей розвитку досліджуваного явища є основним у завданні наукового вивчення [14].

Методи вивчення можна розділити на:

- загальні;
- приватні.

У цій сертифікаційній роботі для аналізування та вивчення результатів буде використаний теоретичний метода моделювання. У моделюванні об'єкт вивчення, існуючий у дійсності, переноситься на штучно створену модель. Це робиться для більш успішного моделювання ситуацій та отримання результатів, яких було б важко досягти насправді.

Оскільки предметна область цієї сертифікаційної роботи, а саме перевезення, сама по собі досить складна, і дослідити результати, наприклад,

емпіричним методом буде надзвичайно складно і дуже дорого, тому методика моделювання є гарною альтернативою у цьому справа.

Завдяки такому методи вивчення результатів можна оцінити отримані рішення у рамках наукової роботи, а також проаналізувати їх ефективність на основі певних мірил ефективності, наведених раніше у таблиці 1.1.

#### Аналіз ймовірності упровадження удосконаленої моделі

Запропонована математична модель транспортної проблеми побудована на основі наукових досліджень інформаційних систем, а також різних математичних підходів для вирішення проблем оптимізації перевезення.

Ймовірність результатів досить висока, оскільки вивчення проводилося способом моделювання ситуацій, заснованих на реальних вихідних даних, що мають усі необхідні математичного виразу та алгоритми. Результати були одержані відповідно до етапів оптимізування переміщення вантажів. Для побудови ефективної нової математичної моделі яка дозволить оцінити сформульованими критеріями ефективності.

Аналізування ефективності удосконаленої моделі з застосуваннями мірил ефективності

Для здійснення обчислень та аналізування результатів ефективності мають бути достовірною інформацією про цінність та середній споживання пального, котрі використовуються у автотранспортних компаніях, котрі є перевізниками країни.

По перше, для оптимізування перевезення, було визначено у попередньо, є отримання всіх вихідних даних про потреби вантажоотримувачів та складські запаси складів (таблиця 3.1), дані про маршрути, якими можна доставити вантаж, і цінність доставки та вартість, залежно від потреби вантажоотримувача 3.2).

Таблиця 3.1 - Вихідні дані про потреби вантажоотримувачів та складські запаси складів

|          | Споживач1 | Споживач2 | Споживач3 | Акції |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Трейдер1 |           |           |           | 92    |
| Трейдер2 |           |           |           | 25    |
| Трейдер3 |           |           |           | 70    |
| Потреба  | 63        | 87        | 37        |       |

Наступним кроком, після отримання даних про маршрути та розрахунку ціни доставки та вартістив на переміщення вантажів за одиницю товару відповідно, потрібно заповнити таблицею 3.1 матриці вартістив (результати приведено таблиці 3.3) та запропонувати довідковий план за вивченими методами - північно-західний кут та метода мінімальних витрат.

Довідковий план часто буває не оптимальним, тому здійснюємо удосконалення відповідно до певних мірил оптимальності, використовуючи метода потенціалів.

Кінцевий результат, а саме оптимальний транспортний план, наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.2 - Дані маршрутів і вартістив, за якими можливо доставити товар між кожним трейдером та вантажоотримувачем

| Від постачальника | До споживача | Витрата палива ( $F$ ), л/100 км | Відстань ( $S$ ), км | Вартість палива ( $P$ ), за 1л | Вартість доставки ( $C_{\text{доставки}}$ ) | Потреби | Тариф перевезення ( $C$ ) за 1 одиницю товару |
|-------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------------|---|---------|---|
| Постачальник1     | Споживач1    | 20                               | 500                  | 32                             | 3200  | 63      | 50,8  |
| Постачальник1     | Споживач2    | 28                               | 450                  |                                | 4032  | 87      | 46,3  |
| Постачальник1     | Споживач3    | 18                               | 700                  |                                | 4032  | 37      | 108,8   |
| Постачальник2     | Споживач1    | 23                               | 200                  |                                | 1472  | 63      | 23,4  |
| Постачальник2     | Споживач2    | 30                               | 150                  |                                | 1440  | 87      | 16,5  |
| Постачальник2     | Споживач3    | 29                               | 210                  |                                | 1948,8                                      | 37      | 52,7  |
| Постачальник3     | Споживач1    | 19                               | 305                  |                                | 1854,4                                      | 63      | 29,4  |
| Постачальник3     | Споживач2    | 25                               | 401                  |                                | 3208  | 87      | 36,9  |
| Постачальник3     | Споживач3    | 27                               | 333                  |                                | 2877,2                                      | 37      | 77,7  |

Таблиця 3.3 - Вартісна матриця

|          | Споживач1 | Споживач2 | Споживач3 | Акції |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Треjder1 | 50,8      | 46,3      | 108,8     | 92    |
| Треjder2 | 23,4      | 16,5      | 52,7      | 25    |
| Треjder3 | 29,4      | 36,9      | 77,7      | 70    |
| Потреба  | 63        | 87        | 37        |       |

Таблиця 3.4 - Оптимізаційний план переміщення вантажів

|          | Споживач1 | Споживач2 | Споживач3 | Акції |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Треjder1 | 50,8 [5]  | 46,3 [87] | 108,8     | 92    |
| Треjder2 | 23,4      | 16,5      | 52,7 [25] | 25    |
| Треjder3 | 29,4 [58] | 36,9      | 77,7 [12] | 70    |
| Потреба  | 63        | 87        | 37        |       |

Мінімальні затрати таким чином будуть:

$$Z = 50 * 8,5 + 46,3 * 87 + 52,7 * 25 + 29,4 * 58 + 77,7 * 12 = 8437,2.$$

Щодо останнього етапу, котрий безпосередньо стосується теми сертифікаційних робіт, припускаємо, що після формування проєкту переміщення вантажів є інформація, що на одному з маршрутів сталася велика аварія, і вся частина шляху була обмежена для ремонт. З іншого боку, погодні умови різко погіршились, що може зробити транспорт дуже ризикованим та небезпечним.

По даних ділянках проходить маршрут перевезення від І-го трейдера (Треjder1) до першого вантажоотримувача (Вантажоотримувач 1) та від Трейдера3 до Вантажоотримувача2.

Для оперативного пошукування альтернативних видів транспорту (етап коригування маршруту) та перерахунки кінцевих транспортних затрат за певними критеріями оптимальності є головним завданням, підрахунки маршрутів приведені у таблицях 3.5 та 3.6.

Таблиця 3.5 – Дані альтернативних маршрутів

| Перевезення             | Альтернативні ділянки маршруту | Відстань ( $S$ ), км | Максимальна швидкість ( $V_{max}$ ), км/год | Коефіцієнт пропускної здатності ( $G$ ) | Коефіцієнт якості покриття ( $Q$ ) |
|-------------------------|--------------------------------|----------------------|---|---|------------------------------------|
| Постачальник1-Споживач1 | ділянка1                       | 220                  | 90  | 1                                       | 1                                  |
|                         | ділянка2                       | 330                  | 87  | 0,9                                     | 0,92                               |
| Постачальник3-Споживач2 | ділянка3                       | 170                  | 75  | 0,85                                    | 0,72                               |
|                         | ділянка4                       | 260                  | 70  | 0,9                                     | 0,7                                |

Таблиця 3.6 – Перерахована вартість доставки та тариф перевезення для альтернативних маршрутів

| Перевезення             | Альтернативна відстань ( $S$ ), км | Середня швидкість ( $V_{sr}$ ), км/год | Витрата палива ( $F$ ), л/100 км | Вартість палива ( $P$ ), за 1л | Вартість доставки ( $C_{доставки}$ ) | Потреби | Тариф перевезення ( $C$ ) за 1 одиницю товару |
|-------------------------|------------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------|---|
| Постачальник1-Споживач1 | 550                                | 81                                     | 15                               | 32                             | 2640                                 | 63      | 41,9  |
| Постачальник3-Споживач2 | 430                                | 45                                     | 25                               |                                | 3440                                 | 87      | 39,5  |

Припустимо, що процес переміщення вантажів ще не розпочався, і маючи нові перелічені розцінки на перевезення для інших маршрутів, у цьому випадку необхідно перебудувати оптимальний транспортний план за наявними методами для порівняння загальних затрат за певними критеріями. Новий довідковий план після коригування маршрутів та перерахунку транспортних вартістей наведено у таблиці 3.7.

У випадку, коли необхідно скорегувати маршрут безпосередньо під час виконання переміщення вантажів (за будь-яких обставин непереборної сили), етапи будуть однаковими, за винятком того, що вам не потрібно будувати оптимізаційний план знову, а потрібно лише перерахувати цінність переміщення вантажів з урахуванням цих коригувань.

Таблиця 3.7 - Оптимізаційний план переміщення вантажів після коригування маршрутів

|          | Споживач1 | Споживач2 | Споживач3 | Акції |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Треjder1 | 41,9 [5]  | 46,3 [87] | 108,8     | 92    |
| Треjder2 | 23,4      | 16,5      | 52,7 [25] | 25    |
| Треjder3 | 29,4 [58] | 39,5      | 77,7 [12] | 70    |
| Потреба  | 63        | 87        | 37        |       |

Таким чином, мінімальні затрати на скоригований намір перевезення становитимуть:

$$Z_{\text{після корегування}} = 41,9 * 8,5 + 46,3 * 87 + 52,7 * 25 + 29,4 * 58 + 77,7 * 12 = 8192,7.$$

Отже, провівши всі підрахунки побудов початкових оптимальних даних переміщень вантажів до етапу коригування деяких маршрутів та відповідно здійснено підрахунок нових оптимальних даних які дали можливість обробити результати критеріїв ефективності.

Порівняльна оцінка результатів цін скоригованих переміщень вантажів та загальних транспортних затрат приведено у таблицях 3.8 та 3.9.

Таблиця 3.8 – Результати обчислення критерія ефективності щодо вартості скорегованих перевезень для початкового та скорегованого планів перевезень відповідно

| Критерій   | Спосіб обчислення   | Перевезення                 | Початковий тариф | Перерахований тариф | Відношення, % |
|--|---|-----------------------------|------------------|---------------------|---------------|
| Вартість вантажного перевезення для скорегованого маршруту | $C_{ij} \rightarrow \min$<br>або<br>$C_{ij(\text{після корегування})} - C_{ij} \leq 10\%$ | Постачальник1<br>-Споживач1 | 50,8             | 41,9                | - 18 %        |
|  |   | Постачальник3<br>-Споживач2 | 36,9             | 39,5                | + 7 %         |

Таблиця 3.9 – Результати обчислення критерія ефективності щодо сумарних затрат для початкового та скорегованого планів перевезень відповідно

| Критерій                                       | Спосіб обчислення   | Початкова вартість | Перерахована вартість | Відношення, % |
|--|---|--------------------|-----------------------|---------------|
| Мінімум транспортної роботи в тонно-кілометрах | $Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min$<br>або<br>$Z_{\text{після корегування}} - Z \leq 10\%$ | 8437,2             | 8192,7                | - 3 %         |

На основі результатів розрахунку мірил ефективності припустити запропонована модель працює і отримані результати досліджень відповідають критеріям ефективності.

Згідно з результатами, наведеними у таблиці 3.8 показує, що ціна перевезення за скоригованим маршрутом, видно, від Трейдера<sup>1</sup> та Отримувача<sup>1</sup> зменшилась на 18% , оскільки якість покриття альтернативних видів транспорту дуже висока, а затори низькі.

Водночас цінність проїзду від Трейдера<sup>3</sup> до Вантажоотримувача<sup>2</sup> зпідвищилась на 7% , оскільки у цьому випадку інший маршрут має значно гірший стан шляхів та досить щільний рух відповідно.

Однак, згідно з результатами таблиці 3.9, загальна цінність усіх переміщень вантажів зменшилась майже на 3%.

Так, насправді, процентне скорочення загальних затрат не є великим (лише 3%), але це пов'язано з тим, що початковий план переміщень вантажів базується на вже перевірених і найбільш вигідних маршрутах, і вони не завжди мають дуже хороші альтернативи ( маршрути). Тому це сильно впливає на кінцевий результат. Слід зазначити, що показник затрат у межах 3% є досить є неперепустимим для великих перевізників.

Щодо використаних результатів вивчення, доречно сказати, що запропоновану математичну модель транспортної проблеми цілком можлива для використання у реальних інформаційних системах, яка орієнтована не тільки на транспорт автомобільних підприємств, а й у інших райони. Використавши модель транспортної проблеми, яка отримана від проблем переміщення вантажів, що дає можливість отримати оптимальні замовлення на виробництво продукції з різними затратами.

До даної математичної моделі транспортної проблеми введенні змінні, котрі враховують затори та стан шляхів. Коригування маршруту перераховують цінність доставки, внаслідок чого торкаючись оптимізування трафіку. Дана удосконалена модель дає можливість використання у інших сферах, як метод оптимізування, додавши до наявної моделі необхідні змінні.



### 3.2. Програмне забезпечення завдання оптимізування перевезень

Програмний софт - це набір інструментів, для роботи з комп'ютерами та виконання конкретних завдань. На відміну від апаратного забезпечення, котре описує фізичні аспекти комп'ютера, програмний софт - термін, що використовується для позначення програм, сценаріїв та програм, що працюють на пристрої [15].

Програмний софт часто поділяється на програмний софт або завантажені користувачем програми, котрі задовольняються бажанням, що включається операційними системами та будь-якою програмою, що підтвержує програмний софт.

Програмний софт створює інтерфейс, котрий дозволяє ефективно використовувати всі інші типи програмного забезпечення з апаратним забезпеченням. Чим кращий та простіший цей інтерфейс, тим простіше буде навчити їх користуватися, і це допоможе підвищити ефективність штату.

Інформаційна система є додатком для оптимізування транспортного руху при побудові наміру перевезення або його коригування (рис. 4.1).

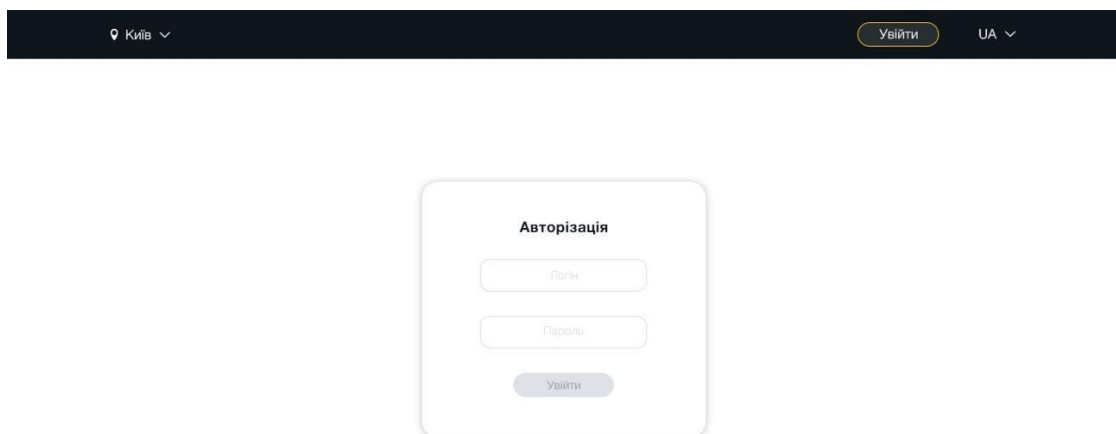


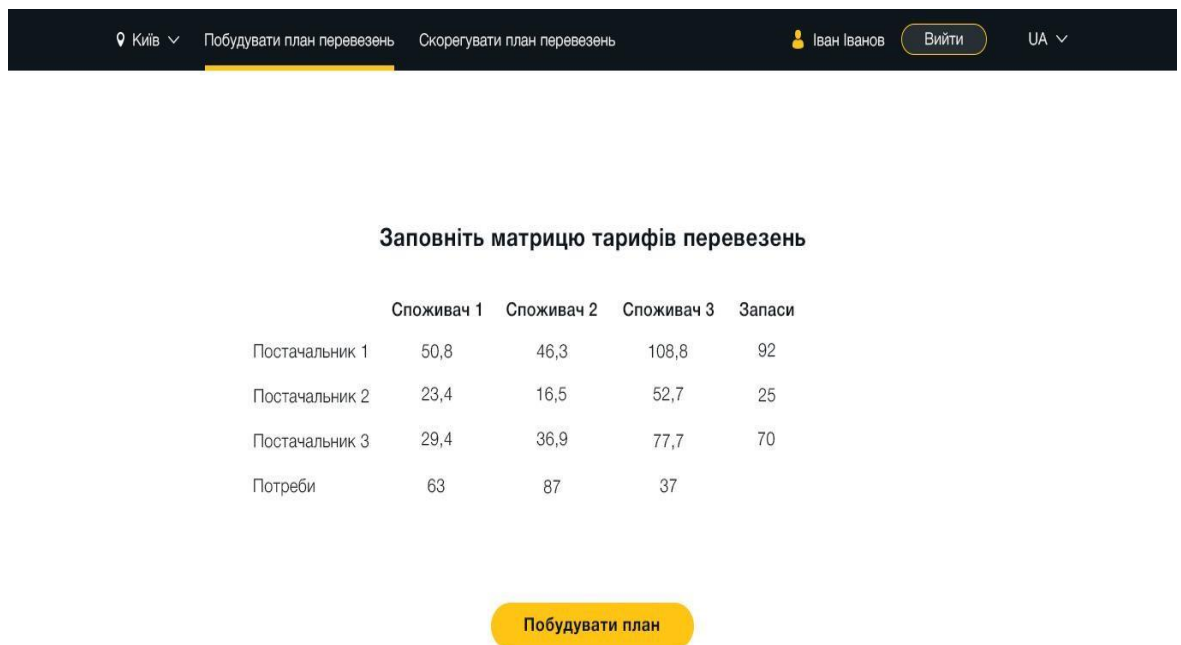
Рисунок 3.1 - Інтерфейс веб-авторизації

Після успішної авторизації користувачеві програми (логістику) пропонується вибір із наступних варіантів - скласти проєкт перевезення або скоригувати вже створений проєкт перевезення, якщо це необхідно.

На рисунку 3.2 показана форма для нового наміру перевезення у класичній формі для транспортного завдання - заповнення запасів трейдерів, потреб вантажоотримувачів та ціни перевезення відповідно (вартістьна матриця).

Детальна інформація про вантажні перевезення та поточний стан маршруту за допомогою сервісу GoogleMaps. відображено на рисунку 3.3

Внаслідок проблем на маршруті, оператору транспортних одиниць негайно пропонується скорегувати маршрут способом пошукування іншого маршруту.



|                | Споживач 1 | Споживач 2 | Споживач 3 | Запаси |
|----------------|------------|------------|------------|--------|
| Постачальник 1 | 50,8       | 46,3       | 108,8      | 92     |
| Постачальник 2 | 23,4       | 16,5       | 52,7       | 25     |
| Постачальник 3 | 29,4       | 36,9       | 77,7       | 70     |
| Потреби        | 63         | 87         | 37         |        |

Побудувати план

Рисунок 3.2 - Веб-інтерфейс для побудови наміру транспортувати

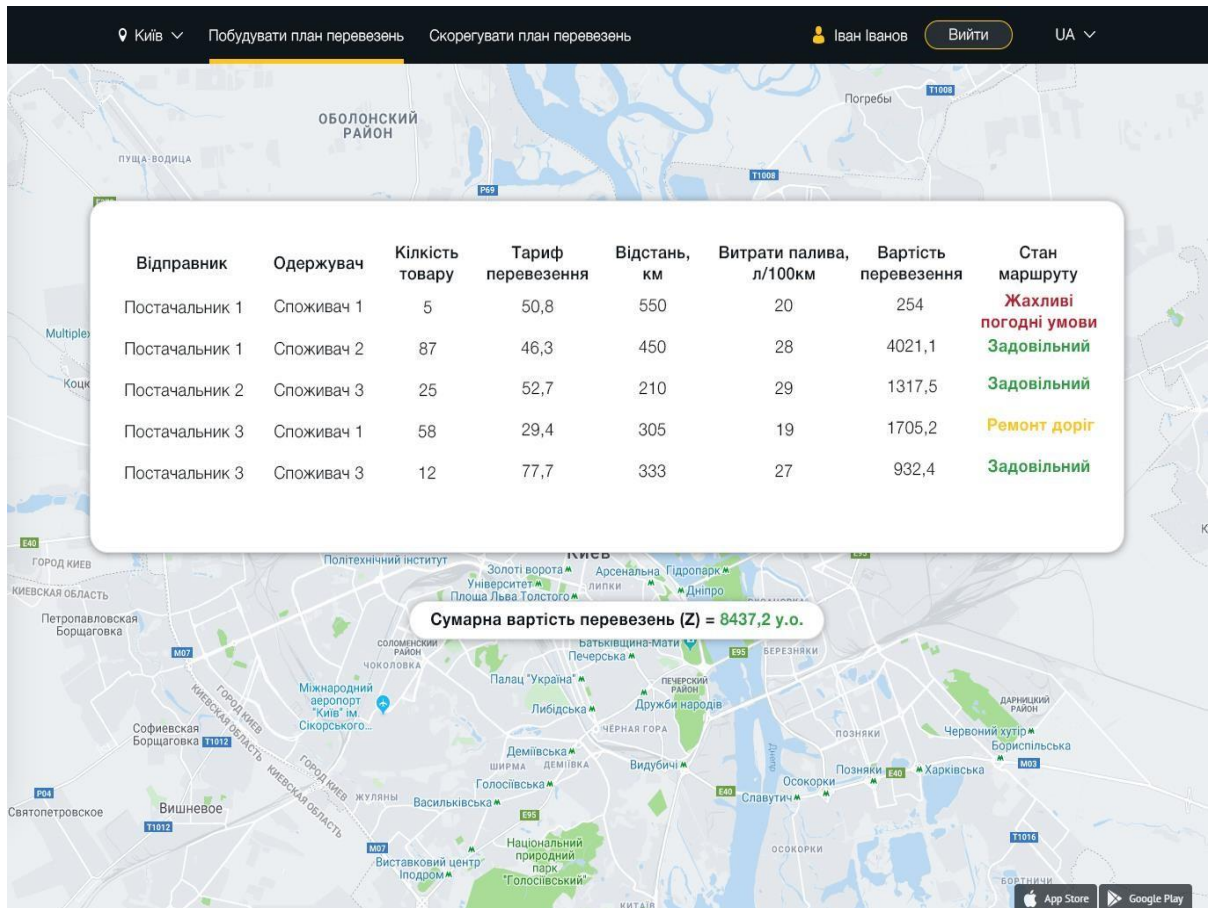


Рисунок 3.3 - Веб-інтерфейс вбудованого маршруту перевезень

Веб-інтерфейс пошукування іншого шляху наведено на рисунку 3.4.

Управителю автоматично пропонується інший шлях на основі інформації, отриманої від служби GoogleMaps, про поточний стан та транспортну спроможність шляхів цього іншого шляху.

На основі інформації про стан та затори на шляхах іншого маршруту оператор транспортних одиниць може негайно спостерігати за переліченими даними про цінність перевезення (вартість) та у випадку, якщо цінність нового вартість зменшилася або не перевищує 10% від первісної ціни (згідно відповідно до сформульованих мірил ефективності), управителль може зберегти інший маршрут.

Сумарна вартість перевезень (Z) = 8437,2 у.о.

## Альтернативний маршрут

Постачальник 1 | Дорога 1 | Дорога 2 | Споживач 1

| Дорога   | Відстань, км | Швидкість, км/год | Коефіцієнт пропускної здатності | Коефіцієнт якості покриття |
|----------|--------------|-------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Дорога 1 | 220          | 90                | 0,89                            | 1                          |
| Дорога 2 | 330          | 87                | 0,92                            | 0,9                        |

## Показники до корегування та після

| Відстань До, км | Відстань Після, км | Витрати палива До, л/100км | Витрати палива Після, л/100км | Тариф До | Тариф Після | Відношення тарифів, % |
|-----------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------|----------|-------------|-----------------------|
| 500             | 550                | 20                         | 15                            | 50,8     | 41,9        | -18%                  |

Зберегти маршрут

Рисунок 3.4 - Веб-інтерфейс для пошукування іншого шляху (коригування маршруту)

Після цього (коригування маршруту) оператор транспортних одиниць повертається на сторінку з оновленим планом переміщення вантажів, де явно відображаються всі коригування маршрутів, а також сумарні затрати (рис. 4.5). Управитель може зберегти оновлений проєкт перевезення.

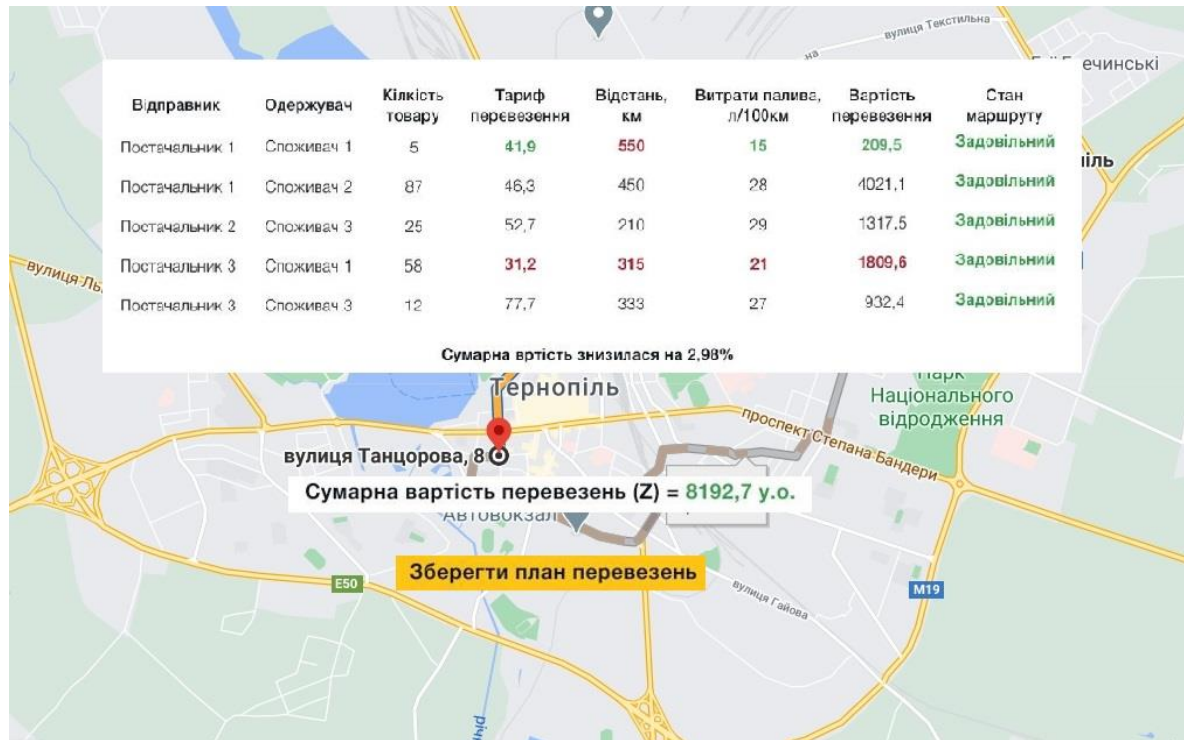


Рисунок 3.5 - Інтерфейс обновленого наміру трафіку після коригування певних маршрутів

Для генерування результатів запиту користувачів у зашифрованій формі та перевірка доступу користувачів використовують програмну платформу через API є сервер додатків. [18].

Щоб підключити всі локальні мережі автотранспортної компанії, через маршрутизатор потрібно побудувати магістраль, а також встановити комутатори для створення вузлів локальної мережі, що поєднують усі перераховані вище технічні засоби.

### 3.3 Аналіз використання удосконаленої моделі транспортної проблеми

Доведення результатів на практиці - один з найважливіших етапів. Для представлення роботи існуючих методик із застосуваннями удосконаленої моделі транспортної проблеми було використано програмне забезпечення, що дозволяє виконувати всі етапи оптимізування транспорту на етапі побудови їх маршрутів або оперативного коригування.

Перевагами упровадження цього програмного забезпечення є:

- простота використання. IT має дуже простий і зрозумілий користувальницький інтерфейс;
- інформація про стан шляхів на маршруті певного транспорту завжди актуальна завдяки інтеграції із сервісом GoogleMaps. На основі цієї інформації оператор транспортних одиниць може оптимізувати маршрут переміщення вантажів альтернативними маршрутами за мінімальних витрат. Крім того, оператор транспортних одиниць може вручну регулювати маршрут, альтернативні маршрути якого також надає GoogleMaps, на випадок, якщо оператор транспортних одиниць дізнається про наявність певних проблем у деяких частинах маршруту (сувора погода, велика аварія тощо) від водіїв інші довірені особи;
- результати коригування наміру транспортувати порівнюються відповідно до мірил ефективності.

Є деякі обмеження, єдиними недоліками є те, що вхідні дані про складські запаси та потреби трейдерів та вантажоотримувачів, повиністю вводяться в ручній формі, великих замовлень це може бути не досить ефективним з точки зору затрат на оплату праці.

IT дозволяє оптимізувати перевезення під час створення / коригування цілей перевезення.

## Розділ 4

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1. Охорона праці при проведенні шиномонтажних робіт

При виконанні шиномонтажних робіт можуть мати місце такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- виліт замкового кільця при накачуванні чи підкачуванні шини;
- розрив покриття при накачуванні шини;
- падіння вивішених частин автомобіля;
- самовільний рух автомобіля;
- падіння працівників при відкручуванні або закручуванні гайок;
- падіння колеса або шини;
- ураження електричним струмом;
- знижена температура повітря в холодний період року.

Проведення шиномонтажних робіт повинно здійснюватися на спеціально відведеній ділянці (посту), яка оснащена устаткуванням, пристроями та інструментом, згідно нормативно-технологічної документації.

Перед зняттям колеса необхідно перевірити положення замкового кільця, ослабити затягнення гайок, автомобіль вивісити на спеціальному підйомнику або за допомогою іншого підйомного механізму відповідно до вимог пп. - цих Правил.

Перед відкручуванням гайок кріплення бездискових коліс із маточини, для знімання або переставлення їх, необхідно повністю випустити повітря з шини.

Операції зі зняття, переміщення та встановлення коліс вантажного автомобіля, автобуса, причепа, напівпричепа масою понад кг повинні бути механізовані (використовуватися спеціальні візки, гайковерти тощо).

Перед демонтажем шини (з диска колеса) повітря з камери повинно бути повністю випущене. Демонтаж шини, яка щільно прилягає до обода, повинен

виконуватися на спеціальному стенді або за допомогою знімного пристосування. Монтаж і демонтаж шин на лінії необхідно проводити монтажним інструментом.

Перед монтажем шини необхідно перевірити справність і чистоту обода, диска колеса, бортового і замкового кільця, а також шини.

Замкове кільце при монтажі шини на диск колеса повинно надійно входити у виїмку обода всієї внутрішньої поверхнею.

Ободи і їх елементи не допускаються до монтажу при виявленні на них деформацій, тріщин, гострих кромek і задирок, іржі в місцях контакту з шиною, розробки кріпильних отворів більше за допустимі розміри.

забороняється:

- при демонтажі шини вибивати диск кувалдою (молотком);
- зняття одного із здвоєних коліс з автомобіля без застосування домкрата, шляхом наїзду другого здвоєного колеса на предмет;
- при накачуванні шини повітрям поправляти її положення на диску постукуванням;
- монтувати шини на диску коліс, що не відповідають розміру шин, і якщо вони мають задирки та пошкодження, які перешкоджають монтажу;
- під час накачування шини або коли шина знаходиться під тиском, поправляти положення бортового та замкового кільця, бити по замковому кільцю молотком, кувалдою або іншими предметами;
- накачувати шину більше норми, встановленої заводом-виробником;
- перекочувати вручну колеса, диски та шини масою понад кг;
- застосовувати при монтажі шини замкові та бортові кільця, що не відповідають даній моделі.

Накачування та підкачування знятих з транспортних засобів шин в умовах підприємства повинні виконуватися монтировщиком шин тільки в запобіжних клітках (пристроях) або з використанням інших запобіжних пристроїв, що перешкоджають вильоту кільця та травмуванню працюючих при розриві шини.

При накачуванні шин в дорожніх умовах необхідно використовувати переносні запобіжні пристрої, запобіжну вилку відповідної довжини і міцності або покласти колесо замковим кільцем униз.



Довжина шланга для накачування шин не повинна бути більша, ніж відстань від місця його приєднання на магістралі стиснутого повітря або воздуходаточная колонки до середини запобіжної кліті (пристрої).

Запобіжні кліті (пристрої) повинні розташовуватися в безпосередній близькості від магістралі стиснутого повітря (воздуходаточная колонки).

Кран на магістралі стиснутого повітря повинен закриватися (відкриватися) спеціальним "ключем-маркою".

Накачування шин слід вести у два етапи:

спочатку до тиску , МПа (, кг / кв. см) з перевіркою положення замкового кільця, а потім, переконавшись, що кромка кільця знаходиться під бортом шини, - до максимального тиску, встановленого інструкцією.

У разі виявлення неправильного положення замкового кільця необхідно випустити повітря з накачується шини, поліпшити фінансове становище кільця, а потім повторити раніше вказані операції. При повторному неправильному положенні замкового кільця його необхідно замінити.

Підкачування шин без демонтажу слід проводити, якщо тиск повітря в них знизився не більше ніж на % від норми і є упевненість, що правильність монтажу не порушена.

Перед накачуванням шин на розбірних ободах з болтовим з'єднанням необхідно переконатися, що всі гайки затягнуті однаково, згідно Керівництву (інструкції) з профілактичного обслуговування автомобілів. Не допускаються до експлуатації ободи, у яких немає хоча б однієї гайки.

На ділянці накачування шин повинен бути установлений дозатор тиску повітря або манометр, що дозволяють регулювати величину тиску для різних шин.

Редуктор на стенді для демонтажу та монтажу шин повинен бути закритий кожухом.

Для огляду внутрішньої поверхні шини необхідно застосовувати спредер.

При огляді шин необхідно працювати тільки в рукавицях.

При роботі з пневматичним стаціонарним підйомником для переміщення шин великого розміру необхідна обов'язкова фіксація піднятої шини стопорним пристроєм.

#### **4.2. Вплив природних факторів на безпеку життєдіяльності на транспорті. Метеорологічні умови та добові зміни освітленості**

Режим функціонування транспорту знаходиться в прямій залежності від природних факторів. Великий вплив на характер руху транспортних засобів надають метеорологічні умови, які можуть значно ускладнити і навіть призупинити їх роботу.

Метеорологічні умови характеризують стан атмосфери і що відбуваються в ній. До таких умов відносяться температура, тиск, вологість повітря, напрям і швидкість вітру, хмарність, опади, тумани, грози, тривалість сонячного сяйва, температура і стан ґрунту, висота снігового покриву та ін. Метеоумови можуть бути тривалий час впливають, як, наприклад, негативна температура і сніговий покрив в зимовий час, і короткочасно проявляються - опади, туман або ожеледь.

Транспортна безпека в найбільшою мірою залежить від наявності та характеру опадів, які визначають дальність видимості, погіршують зчеплення шин з дорожнім покриттям. Особливу небезпеку для всіх видів транспорту являє *туман*. Сильний туман призводить майже до повної відсутності видимості, в результаті чого швидкість руху транспортних засобів повинна бути різко знижена, а в авіації і на водному транспорті рух може бути повністю припинено. При низької хмарності погіршуються умови зльоту і посадки літаків, що іноді вимагає закриття аеропортів. Грозові фронти в атмосфері також є джерелом небезпеки для літаків і крутяться льотів.

Стан ґрунту є важливою умовою функціонування регулярних доріг. У весняний період ґрунт дорожнього земляного полотна перезволожується, і його міцність знижується. Розріджений ґрунт має слабку опір навантаженню, створюваної колесами автомобіля. Тому у весняний період на дорогах інших

категорій вводять обмеження для руху транспортних засобів великої вантажопідйомності.

Слизькі дороги є згідно зі статистикою однією з головних причин автотранспортних аварій і катастроф. До 30% аварій на автомобільному транспорті в зимовий період обумовлено *ожеледними явищами*. На більшій частині території країни тривалість цього періоду становить від 5 до 20 діб. Ожеледицею називають шар льоду на поверхні дорожнього покриття в результаті випадання дощу або мряки при плюсовій температурі повітря (3 °С) на покриття з мінусовою температурою. У 95% випадків ожеледь з'являється при низькій температурі повітря, і його відносної вологості від 80 до 100%. Коефіцієнт зчеплення шин з поверхнею слизької дороги зменшується, що призводить до різкого зниження безпеки руху.

Сніговий покрив на дорозі також створює небезпеку для транспорту. Наявність шару снігу на проїжджій частині товщиною 3 ... 5 см викликає необхідність зниження швидкості руху автомобілів, а при товщині понад 25 см рух стає неможливим. Ущільнення снігу колесами автомобілів, що рухаються призводить до утворення снігового накату із слизькою поверхнею. Снігові замети створюють перешкоди руху і можуть викликати його припинення.

Основним способом захисту доріг від снігових заметів та боротьби з криги є снігоочищення - один з найбільш поширених видів робіт із зимового утримання доріг, але в той же час трудомісткий і дорогий.

### **Добові зміни освітленості**

Потенційна небезпека несприятливих метеорологічних умов зростає при експлуатації транспорту в темний час доби - в період між закінченням вечірніх і початком ранкових сутінків. Протягом цього періоду аварійність збільшується в порівнянні з денним часом діб, хоча інтенсивність руху знижується в 2 - 3 рази. Це пов'язано з погіршенням умов видимості і відповідним зменшенням обсягу інформації, яка сприймається особою, яка керує транспортним засобом. Так, наприклад, на залізницях найбільш складні умови для роботи машиністів поїздів

складаються в другій половині нічного періоду доби - приблизно з 3 до 7 ч. У цей час збільшується число випадків проїзду забороняють сигналів, що є найбільш поширеним порушенням безпеки руху. Для великих міст і їх приміських зон число проїздів забороняють сигналів зростає в більшій мірі з 5 годин ранку, що пов'язано з зростаючій інтенсивністю руху.

Умови руху по дорогах в темний період доби істотно відрізняються від денних. При природному освітленні в денний час на горизонтальній ділянці дороги водій бачить предмети на відстані близько 1 км. У похмуру погоду дальність видимості скорочується до 800 м, а в тумані - в ще більшому ступені. Вночі при висвітленні дальнім світлом фар великі предмети помітні на відстані 100 ... 130 м, значно меншому, ніж те, яке потрібно для безпечного руху, особливо з великою швидкістю. При русі в нічний час освітлювальні прилади транспортного засобу висвітлюють лише частину знаходиться попереду простору, і багато предметів у напрямку руху залишаються поза зоною видимості. Водієві доводиться керуватися здогадками про можливі перешкоди або небезпеки. Вночі об'єкти з'являються в освітленій зоні раптово, час на їх упізнання зростає, а на прийняття рішення скорочується. Встановлено, що час реакції водія вночі також збільшується в середньому в 2 рази: якщо в денний час при хорошій видимості протягом 1 з водій може сприймати 3 - 5 об'єктів, то вночі - лише один-два.

Різкі зміни освітленості і яскравості предметів, що зустрічаються на дорозі, вимагають часу для акомодатії (звикання) очей водія. Протягом цього часу здатність розрізнення предметів погіршується в ще більшому ступені, і число помилок при управлінні транспортним засобом зростає.

Залежно від сили і інтенсивності світлового впливу, а також індивідуальних особливостей водія дію засліплення триває від декількох секунд до 2 хв. Найбільшу небезпеку становить раптове осліплення на поворотах або переломах вертикального профілю дороги, а в міських умовах - на перехрестях.

Ще більш небезпечні умови руху по дорозі вночі під час дощу. Світловий потік фар, потрапляючи на мокру поверхню, відбивається від неї, як від дзеркала, і тому видимість різко погіршується. Відблиски на вологій поверхні, а також

забруднення вітрового скла, маятниковий рух щіток склоочисників створюють велике навантаження на зір і прискорюють стомлюваність водія: втома настає в середньому в 2 рази швидше, ніж у світлий час доби.

Туман, як і сильний дощ або снігопад, знижує прозорість атмосфери. Утвориться пелена розсіює світло фар, і навіть в денний час рух пов'язане з високим ступенем ризику. Такі умови руху вважаються несприятливими з точки зору безпеки життєдіяльності на транспорті.

Таким чином, ступінь інформованості водія про дорожню ситуацію знаходиться в прямій залежності від умов видимості: освітленості дороги й узбіччя, ступеня забруднення скла салону автомобіля, наявності в повітрі туману, снігу, пилу, диму і ін., А також від наявності розмітки і дорожніх показників .

Як правило, вищеназвані негативні умови діють в сукупності, що підвищує ризик ДТП.

З усього парку автомобілів зазвичай схильна до впливу цих негативних факторів певна група транспортних засобів, зокрема великовантажні автомобілі та спеціалізована техніка. Великовантажні автомобілі на відміну від легкових, особливо тих, які належать приватним особам, експлуатуються всесезонно, причому найчастіше саме в темний час доби, коли дороги вільніші. Спеціалізована техніка, наприклад снігоприбиральні машини, працює в умовах поганої видимості - вночі, в сильний снігопад.

Експериментальні дослідження з визначення дальності видимості перешкод дозволили розрахувати і рекомендувати орієнтовні значення безпечної швидкості руху легкових автомобілів. Всі сучасні системи освітлення при використанні ближнього світла фар забезпечують безпечний рух вночі зі швидкістю 40 ... 55 км / год, при використанні дальнього світла фар - 90 ... 110 км / ч. Таким чином, обмеження видимості в умовах темного часу доби вимагає регламентування швидкості руху і здійснення інших заходів щодо підвищення безпеки руху.

### 4.3. Надзвичайні ситуації на автомобільному транспорті

Основним засобом для перевезення пасажирів і вантажів на невеликі відстані (100 - 200 кілометрів) є автомобільний транспорт. У нашій країні на його частку припадає понад 50% обсягу всіх пасажирських і 75% вантажних перевезень. У 2003 році автомобільним транспортом було перевезено близько 25 мільярдів пасажирів, що становить 52% від загального обсягу перевезень усіма видами транспорту.

Автомобільний транспорт займає лідируюче положення за кількістю НС і кількості людських жертв. За даними ООН, в результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП) щорічно в світі гине близько 1,3 мільйона осіб, стають інвалідами 8 мільйонів чоловік, економічні втрати становлять в середньому 500 мільярдів доларів. Автодорожній травматизм займає третє місце в світі серед причин смертності населення. Щодоби в Росії відбувається понад 400 ДТП, в них гине понад 80, травмується близько 500 осіб. Щорічно на дорогах Росії реєструється понад 160 тисяч ДТП, в яких беруть участь транспортні засоби: автомобілі, мотоцикли, моторолери, трамваї, тролейбуси, трактори та інші самохідні механізми. В автопригодах щорічно гине в середньому 30 тисяч росіян, інвалідами стають близько 200 тисяч чоловік. У Росії кількість загиблих в ДТП в 5 - 10 разів більше, ніж в країнах Європи. Соціально-економічні збитки від ДТП в Україні величезний, він обчислюється сотнями мільярдів рублів. ДТП відбуваються в результаті зіткнення - 37,9%, наїзду - 37,1%, перекидання - 16,1%.

В останні роки в нашій країні відзначено стійке зростання кількості ДТП, числа загиблих і поранених, матеріальних втрат. Ризик виявитися в ДТП, отримати травму або загинути має досить високу ступінь ймовірності.

Джерелом підвищеної небезпеки на дорогах є сукупність факторів, серед яких на одному з перших місць стоять автомобілі. Це пов'язано з величезним їх кількістю, великою швидкістю руху і масою, обмеженою маневреністю, наявністю «людського фактора», неможливістю миттєвої зупинки в разі виникнення небезпечної ситуації. Якщо автомобіль рухається зі швидкістю 60

км / год, то після початку гальмування він проходить шлях в 15 метрів, при швидкості 100 км / год гальмівний шлях збільшується в чотири рази і становить 60 метрів. Найчастіше в результаті ДТП транспортні засоби різко зупиняються після удару або перекидання; деформуються, відбувається заклинювання дверей, нерідкі пожежі, вибухи, викиди небезпечних речовин. Транспортний засіб з людьми може опинитися у воді, в лавині, селевий потік і т.д.

#### Основні причини ДТП

1. Незнання або порушення Правил дорожнього руху.
2. Перевищення швидкості руху.
3. Несправність транспортного засобу.
4. Поганий стан дороги.
5. Перехід проїжджої частини дороги в невстановленому місці.
6. Наїзд на пішохода.
7. Невміння орієнтуватися в складній дорожній обстановці.
8. Несприятливі погодні умови: туман, ожеледь, дощ, снігопад.

## ВИСНОВКИ

У роботі проведено вивчення методик раціоналізації транспортних перевезень.

Актуальність вивчення існуючих методик оптимізування транспорту, довела ціль удосконалення математичної моделі транспортної проблеми, котра може бути використана з наявними методами, а також сформулювала проблему та визначила критерії ефективності відповідно.

В результаті досліджень була розроблена удосконалена математична модель транспортної проблеми, нові обмеження якої необхідні для вирішення проблеми побудови маршруту руху або його оперативного регулювання з урахуванням таких чинників, як поточна якість шляхів та пропускна спроможність. Описано етапи оптимізування транспортних переміщень вантажів при побудові основного наміру перевезень, а також розроблено послідовність реалізації удосконаленої моделі з уже наявними методами.

На основі удосконаленої математичної моделі були проведені наукові розрахунки та отримані результати проаналізовані відповідно до сформульованих мірил ефективності. Крім того, були проаналізовані ймовірність та обсяг цієї моделі. Для демонстрації побудови транспортних намірів за допомогою удосконаленої моделі було розроблено відповідне програмний софт.

Розроблена модель транспортної проблеми не є досконалою і потребує удосконалення, тому у майбутньому вона має на меті продовжити вивчення у напрямку оптимізування переміщень вантажів на етапі побудови еталонного проєкту або його оперативного коригування. Але, незважаючи на це, результати досліджень свідчать про те, що завдання було успішно виконано.

У роботі розглядаються заходи з охорони праці під час роботи з шинами, вплив природних чинників, метеорологічних умов та щоденних змін освітлення на безпеку життя на транспорті.



**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. ДСТУ 3008-2016. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. - К., 2016. - 37 с.
2. Методичні вказівки виконання дипломної роботи за спеціальністю 275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» / Уклад.: Попович, П.А., Шевчук О., Дзюра В.О. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – 24 с.
3. Тенденції розвитку транспорту і зв'язку [Електронний ресурс] // 2015 URL: <http://buklib.net/books/33285/> (дата звернення: 24.11.2019).
4. Транспортная логистика: учебно-методическое пособие для вузов / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск: БНТУ, 2012. – 377 с.
5. Решение задач по оптимизации транспортных перевозок [Електронний ресурс] // 2016 URL: <http://provodim24.ru/optimizacija-transportnyhperevozok.html/> (дата звернення 25.11.2019).
6. Оптимизация перевозок и транспортной логистики [Електронний ресурс] // 2015 URL: <https://www.axelot.ru/optimizatsiya-transportnoy-logistiki/> – (дата звернення 27.11.2019).
7. Оптимизация работы транспорта: методы и решения логистики [Електронний ресурс] // 2017 URL: <http://arprime.ru/optimizacia/transportnyeprocessy-i-rashody-predpriatia> – (дата звернення 28.11.2019).
8. Широков А. П. Математические модели и методы в управлении транспортными системами. Учебно – методическое пособие. В 2 – х частях. Часть 2. Решение транспортных задач методами линейного программирования. – Хабаровск: ДВГУПС, 1999. – 51 с.
9. Транспортна задача. Математична постановка задачі [Електронний ресурс] // 2012 URL: <http://www.mathros.net.ua/transportna-zadachamatematychna-postanovka-zadachi.html> – (дата звернення 28.11.2019).

- 10.Метод північно-західного кута [Електронний ресурс] // 2012 URL: <http://www.mathros.net.ua/metod-pivnichno-zahidnogo-kuta.html> – (дата звернення 28.11.2019).
- 11.Метод мінімального елемента [Електронний ресурс] // 2012 URL: <http://www.mathros.net.ua/metod-minimalnogo-elementa.html> – (дата звернення 28.11.2019).
- 12.Метод потенціалів [Електронний ресурс] // 2012 URL: <http://www.mathros.net.ua/znahodzhennja-optymalnogo-planu-transportnoizadachi-metodom-potencialiv.html> – (дата звернення 29.11.2019).
- 13.Левыкин, В.М. Обобщенная модель системы сбалансированных показателей [Текст] / В. М. Левыкин, О. С. Хворостинина // АСУ и приборы автоматики. – 2010. – № 153. – С. 40–45.
- 14.Методы исследования, как они есть [Електронний ресурс] // 2017 URL: <https://nauchniestati.ru/blog/metody-issledovaniya/> – (дата звернення 29.11.2019).
- 15.Вовк, Ю. Я., Вовк, И. П., & Ляшук, О. Л. (2018). Интеллектуальные транспортные системы в контексте ресурсосбережения. In *Автомобиле-и Тракторостроение* (pp. 63-66).
- 16.Aulin, V., Hrynkiv, A., Lyashuk, O., Vovk, Y., Lysenko, S., Holub, D., ... & Lavrentieva, O. (2020). Increasing the Functioning Efficiency of the Working Warehouse of the “UVK Ukraine” Company Transport and Logistics Center. *Communications-Scientific letters of the University of Zilina*, 22(2), 3-14.