

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ АВТОЗАПЧАСТИН ТА
КОМПЛЕКТУЮЧИХ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ В УМОВАХ ТОВ
«ОМЕГА»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи Тз-311сп2

Спеціальності 275 Транспортні технології
(за видами)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Організація перевезень і логістичне управління
на автомобільному транспорті»

ЄЛЬЦОВ І.С.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник _____
ОСТРОГЛЯД О.О.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент _____
ЩЕРБИНА А.В.

(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
 Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
 Ступінь вищої освіти _____ бакалавр _____
 Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) «Організація перевезень і логістичне управління на автомобільному транспорті» _____
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології» _____

Сергій ТУРПАК

« 20 » травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ЄЛЬЦОВА Ігоря Сергійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки автозапчастин та комплектуючих у міжміському сполученні в умовах ТОВ «Омега»
керівник проєкту (роботи) к.т.н. ОСТРОГЛЯД Олена Олександрівна,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі маршрути доставки автозапчастин, обсяги відправлень продукції з головного складу до регіональних складів, відстані перевезень, тривалість вантажних операцій
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 1.1 Загальні відомості про Компанію «Омега» 1.2 Характеристика асортименту продукції компанії «Омега» 1.3 Аналіз існуючих маршрутів доставки та постановка завдань роботи 2. Розрахункова частина 2.1 Статистичний аналіз вантажопотоків продукції 2.2 Розробка оптимального маршруту розвезення дрібних партій вантажів 2.3 Визначення основних показників роботи автомобілів на маршруті 3. Економічна частина
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів)
Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ОСТРОГЛЯД О.О., доцент		
2	ОСТРОГЛЯД О.О., доцент		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш.викл.		

7. Дата видачі завдання «20» травня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	20.05. – 24.05.	
2	Розрахункова частина	24.05. – 30.05.	
3	Спеціальна частина	30.05. – 02.06.	
4	Економічна частина	02.06. – 06.06.	
5	Оформлення дипломної роботи, підготовка презентації та доповіді, перевірка дипломної роботи на плагіат, отримання рецензії та захист роботи	06.06. – 20.06.	

Студент(ка)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Ігор СЛЬЦОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 54 с., 10 рис., 6 табл., 8 джерел посилань, 1 дод.

АВТОЗАПЧАСТИНИ, ВАНТАЖООБОРОТ, ВИТРАТИ, ДРІБНОПРАТІЙНА ВІДПРАВКА, ЗАДАЧА КОМІВОЯЖЕРА, МАРШРУТ, РЕГІОНАЛЬНИЙ СКЛАД.

Об'єкт дослідження – транспортно-логістична система доставки автозапчастин і комплектуючих ТОВ «Омега».

Мета роботи – удосконалити процес доставки автозапчастин та комплектуючих у міжміському сполученні в умовах ТОВ «Омега» шляхом оптимізації маршруту руху транспортних засобів.

Методи дослідження – аналітичний, розрахунки на ЕОМ.

В магістерській роботі досліджено процес удосконалення доставки автозапчастин і комплектуючих у міжміському сполученні в умовах ТОВ «Омега». Проаналізовано діяльність ТОВ «Омега», охарактеризовано асортимент продукції, географію розташування складів та існуючі маршрути доставки. Проведено статистичний аналіз вантажопотоків та запропоновано оптимальний маршрут для доставки дрібних партій вантажів на основі рішення задачі комівояжера. Визначено основні показники роботи автомобілів на маршруті.

Проведено розрахунок витрат на доставку за новим маршрутом та визначено загальну вартість транспортних послуг. Результати роботи спрямовані на підвищення ефективності транспортного обслуговування та зниження витрат на логістику.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальні відомості про Компанію «Омега».....	7
1.2 Характеристика асортименту продукції компанії «Омега».....	11
1.3 Аналіз існуючих маршрутів доставки та постановка завдань роботи.....	15
2 Розрахункова частина.....	18
2.1 Статистичний аналіз вантажопотоків продукції.....	18
2.2 Розробка оптимального маршруту розвезення дрібних партій вантажів.....	21
2.3 Визначення основних показників роботи автомобілів на маршруті.....	38
3 Економічна частина.....	44
3.1 Визначення вартості здійснення доставки за пропонованим маршрутом.....	44
3.2 Розрахунок загальних витрат.....	47
Висновки.....	51
Перелік джерел посилань.....	52
Додаток А. Розташування регіональних складів та крос-доків Компанії «Омега».....	53

ВСТУП

В сучасних умовах економічного розвитку та зростаючих вимог до якості обслуговування, організація логістичних процесів набуває особливого значення. Особливо це актуально для компаній, що працюють у сфері постачання автозапчастин та комплектуючих. ТОВ «Омега» є одним з провідних постачальників на ринку, що забезпечує потреби численних автосервісів та роздрібних клієнтів. Ефективна організація доставки у міжміському сполученні стає ключовим чинником, який впливає на конкурентоспроможність компанії, задоволеність клієнтів та оптимізацію витрат.

В даній роботі досліджується процес організації доставки автозапчастин та комплектуючих у міжміському сполученні в умовах діяльності ТОВ «Омега». Вивчаються логістичні процеси, що впливають на швидкість та якість доставки, а також аналізуються існуючі проблеми та можливі шляхи їх вирішення. Особлива увага приділяється питанням оптимізації маршрутизації, вибору транспортних засобів, підвищення ефективності логістичних операцій. Задача комівояжера є важливим інструментом для оптимізації маршрутів, що дозволяє знизити витрати на транспортування, мінімізувати час доставки та підвищити ефективність використання транспортних засобів. У роботі буде проведено аналіз існуючих методів вирішення задачі комівояжера та розроблено рекомендації щодо їх застосування у діяльності ТОВ «Омега».

Успішна реалізація логістичних стратегій вимагає комплексного підходу та врахування різноманітних факторів, включаючи технічні, економічні та організаційні аспекти. Дослідження базуватиметься на аналізі теоретичних підходів та практичних методів управління логістичними процесами.

Отже, дана робота спрямована на розробку ефективних рішень для вдосконалення процесу доставки автозапчастин та комплектуючих. Реалізація запропонованих заходів дозволить компанії знизити витрати, підвищити рівень обслуговування клієнтів та зміцнити свої позиції на ринку.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальні відомості про Компанію «Омега»

Компанія «Омега» є провідним оператором ринку автокомпонентів в Україні, маючи за плечима 30 років успішної діяльності. Це єдина компанія, що дає змогу отримувати з єдиного джерела всі затребувані продуктивні групи: запчастини до легкових і вантажних іномарок, запчастини до всіх автомобілів виробництва країн СНД, а також шини, АКБ, мастила і технічні рідини. Також це єдина компанія, яка не продає кінцевому споживачеві в роздріб зі своїх оптових складів. Компанія поєднує знання, досвід та ресурси для забезпечення динамічного розвитку та підтримки своїх партнерів. Завдяки глибокому розумінню труднощів, з якими стикаються партнери при управлінні бізнесом, «Омега» використовує всі доступні ресурси та експертизу для сприяння їх успішному розвитку.

Компанія постійно розширює асортимент продукції, вдосконалює сервіс супроводу замовлень та реалізує навчальні програми у співпраці з провідними світовими постачальниками автокомпонентів. Метою «Омеги» є максимальна підтримка партнерів, спрощення взаємодії та підвищення ефективності їх діяльності. Компанія позиціонує себе як надійного бізнес-партнера, якому можна довіряти.

Високоякісні автозапчастини, що пропонує «Омега» [1], є необхідною умовою для стабільної роботи як особистих автомобілів, так і корпоративних автопарків. Компанія здійснює оптові поставки автодеталей по всій Україні, співпрацюючи з підприємствами та станціями технічного обслуговування на вигідних умовах. Висока надійність та професіоналізм компанії дозволяють повністю задовольняти очікування та потреби автопідприємств різних форм власності та напрямків діяльності. Каталог «Омега» включає понад 171 000 автомобільних запчастин для різних марок автомобілів, що охоплює практично всі існуючі моделі.

Заснована в 1990 р. у Харкові компанія «Омега» перший час була орієнтована на продаж запчастин для КамАЗів. У 1995 році колектив складався з 6 співробітників, які працювали в невеликому магазині зі складом. Автозапчастини для ГАЗа і МАЗа були додані в продуктову лінійку в 1997-1998 роках. У 1998 році компанія запустила новий напрямок бізнесу - надання послуг перевезення за допомогою свого транспорту.

У 2001 році компанія, в якій працювали вже близько сотні людей, приступила до дистрибуції шин, в основному для вантажних автомобілів. До 2002 року продуктивний портфель було розширено до 3000 SKU (товарних позицій).

У 2002-2004 роках компанія почала займатися дистрибуцією вантажівок і важкої техніки, зокрема КамАЗ і МАЗ. У 2004 році було запущено «Логістичний центр ОМЕГА» із загальною площею зберігання в 15,000 кв. м. У 2006 році продуктивний портфель компанії, в якій працювало вже вісімсот співробітників, налічував 15000 SKU від понад 50 виробників.

У 2007 році Компанія «Омега» почала використовувати додаткові складські потужності загальною площею зберігання в 28,600 кв. м. для зберігання шин. У 2010-2012 були задіяні додаткові 9,000 кв. м. для зростаючого списку SKU - з фокусом на запчастини для іномарок. У 2012 р. відкрито регіональний розподільний склад у Києві, що дає змогу скоротити час доставки товару партнерам у західні та південні регіони.

Компанія «Омега» має в своєму розпорядженні найрозгалуженішу партнерську мережу роздрібних магазинів, має найбільший в Україні склад запасних частин і комплектуючих до вантажних і легкових автомобілів країн СНД і далекого зарубіжжя. А також надає можливість здійснювати замовлення зі складів своїх постачальників.

У травні 2012 року компанія Компанія «Омега» увійшла до складу учасників одного з найбільших закупівельних спілок TEMOT International - об'єднання провідних європейських компаній у сфері автобізнесу. Завдяки TEMOT Компанія «Омега» отримала доступ до найсучасніших систем елект-

ронних каталогів, баз даних крос-кодів та іншої інформації, необхідної сучасним автосервісам. Це як інформація від європейських компаній, що спеціалізуються на збиранні, формуванні та наданні баз даних, так і бази даних, які закупівельна спілка формує самостійно і надає в користування дистрибуторам. Крім того, TEMOT International гарантує своїм учасникам можливість отримувати продукцію безпосередньо від провідних постачальників, укладаючи контракти з ними на оптимальних умовах.

Оптові постачальники автозапчастин, такі як «Омега», користуються особливою популярністю серед багатьох замовників. Співпраця з компанією відзначається прозорістю та вигодою, забезпечуючи можливість легко знаходити та замовляти необхідні автодеталі. Наявність власних гуртових складів запчастин в Україні (рис. 1.1) гарантує швидку доставку до будь-якого населеного пункту [1].



Рисунок 1.1 – Гуртовий склад Компанії «Омега»

Компанія співпрацює з різними секторами, включаючи перевізників, аграрні підприємства, виробничі підприємства, автомагазини та станції технічного обслуговування (СТО). Офіційна діяльність компанії підтверджена наявністю всіх необхідних документів і сертифікатів на кожну запчастину, що гарантує високу якість продукції та професіоналізм.

Компанія «Омега» забезпечує швидке постачання автокомпонентів своїм партнерам завдяки розвиненій логістичній інфраструктурі. Три основні логістичні центри, розташовані в Харкові («Омега»), Києві («Чайка» та Логістичний шинний центр), разом із регулярним поповненням товарів на 19 регіональних складах (рис 1.2), дозволяють ефективно обслуговувати 18 500 точок доставки у 1700 населених пунктах України [Додаток А].

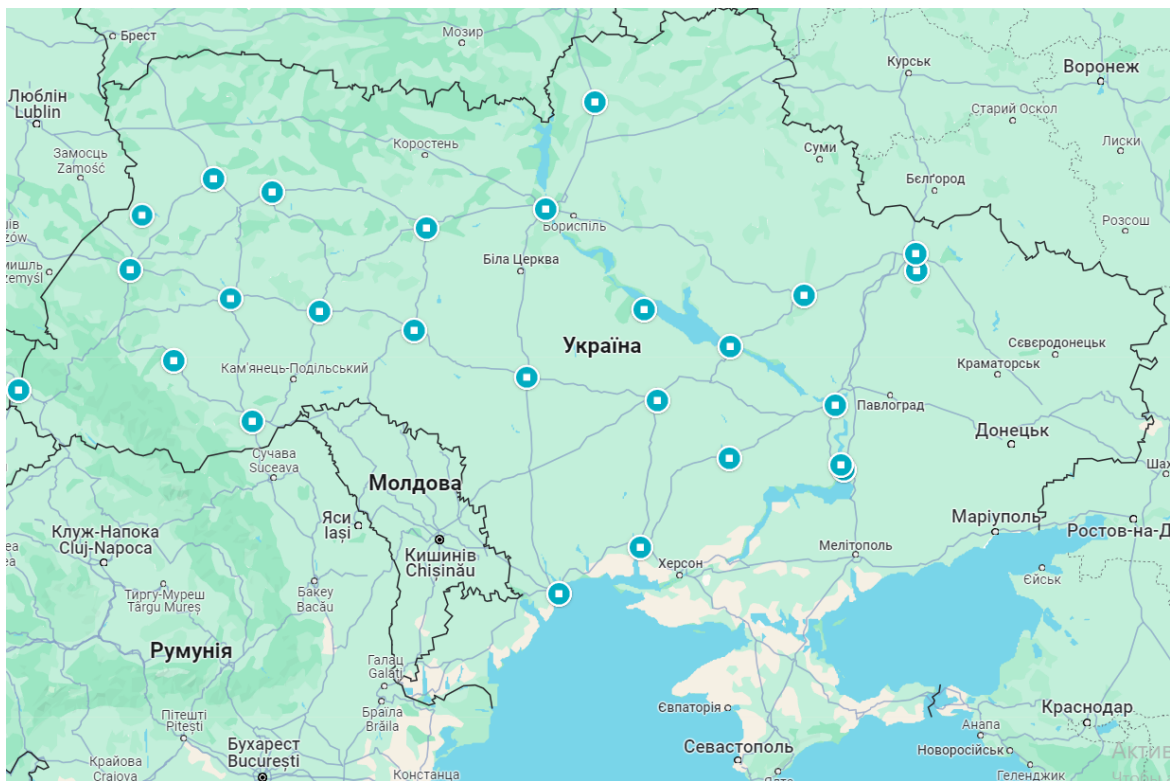


Рисунок 1.2 – Розташування складів Компанії «Омега»

Для задоволення потреб партнерів, яким необхідно отримати товар у день замовлення, компанія пропонує сервіс «сьогодні-на-сьогодні», який здійснюється до п'яти разів на день. Такий підхід забезпечує безперервну на-

явність усього асортименту товарів та мінімізує час доставки, що є критично важливим для підтримки безперебійної роботи бізнесу партнерів.

1.2 Характеристика асортименту продукції компанії «Омега»

В асортименті компанії "ОМЕГА-Автопоставка" - продукція понад 300 виробників. У більш ніж 100 продуктових категоріях представлено близько 90 тис. SKU.

Запчастини до вантажної техніки. Якісні запчастини для вантажної техніки є критично важливими для забезпечення надійної роботи та тривалої експлуатації транспортних засобів. Компанія «Омега» пропонує широкий асортимент оригінальних запчастин для вантажних автомобілів за вигідними гуртовими цінами.

Сегмент запчастин для вантажного транспорту займає близько 47% діяльності компанії «Омега», що підкреслює значущість цього напрямку. В умовах воєнних дій, коли авіасполучення в Україні припинилося і вантажні перевезення здійснюються переважно залізничним та автомобільним транспортом, попит на запчастини для вантажівок значно зріс. Компанія пропонує гуртові поставки запчастин від відомих світових брендів, що дозволяє задовольнити потреби підприємств та їхніх клієнтів.

Запчастини до легкової техніки. В Україні якісні запчастини для легкових автомобілів є необхідністю для автовласників і компаній, які спеціалізуються на ремонті та обслуговуванні автомобілів. Компанія «Омега» виступає надійним партнером у цьому секторі, співпрацюючи з тисячами автомагазинів, СТО та підприємств різної форми власності.

Основною цільовою аудиторією компанії є не окремі автовласники, а підприємства, автомагазини та СТО. «Омега» розробила зручний алгоритм співпраці з гуртовими клієнтами, надаючи персонального менеджера для ко-

жного клієнта, який допомагає швидко оформити замовлення та оперативно вирішувати питання.

Компанією «Омега» представлено широкий асортимент запчастин для легкових автомобілів. Наявність складів по всій Україні, забезпечують зручну логістику.

Асортимент запасних частин для легкових автомобілів включає запчастини відомих світових брендів. Компанія «Омега» надає послуги з гуртових поставок деталей до більшості популярних в Україні марок автомобілів.

Запчастини до сільгосптехніки. В останні роки в Україні спостерігається зростаючий інтерес до фермерства та сільського господарства. Важливими гравцями у цьому секторі є як дрібні фермери, так і великі аграрні холдинги. Україна займає лідируючі позиції у світовому аграрному секторі, і компанія «Омега» відіграє ключову роль у постачанні запчастин до сільськогосподарської техніки.

Компанія є офіційним постачальником запчастин до сільськогосподарської техніки, співпрацює з фермерами, агрохолдингами, компаніями, які спеціалізуються на ремонті і обслуговуванні сільськогосподарської техніки.

Асортимент запчастин, що пропонує компанія, включає:

- запчастини для тракторів
- запчастини до сівалок
- запчастини до комбайнів
- запчастини до жаток

Шини. На сучасному ринку шини користуються високим попитом, що стимулює велику кількість компаній займатися їх продажем. Шинний сервіс є невід'ємною складовою обслуговування як легкового, так і вантажного транспорту та сільськогосподарської техніки. ТОВ «Омега», працюючи на ринку України з 1990 року, є провідним постачальником шин, займаючи лідируючі позиції в цій галузі.

В умовах воєнних дій, що вплинули на логістичні потужності та склади, керівництво та співробітники компанії «Омега» докладають максимум

зусиль для забезпечення безперебійної роботи. Компанія пропонує співпрацю роздрібним продавцям та організаціям, які потребують шини гуртом, включаючи СТО, автопідприємства, сільськогосподарські підприємства, інтернет-магазини та стаціонарні магазини.

Асортимент шин, що надається компанією «Омега», включає понад 6400 позицій для різних типів транспорту, що дозволяє задовольнити потреби широкого кола клієнтів. Як офіційний дистриб'ютор шин в Україні, компанія ретельно підходить до вибору виробників і постачальників, забезпечуючи високу якість кожної партії продукції.

Основні пропозиції компанії «Омега» включають:

- шини для легкових машин.
- шини для вантажних автомобілів.
- шини для сільськогосподарської техніки.

Компанія пропонує шини від відомих світових брендів за вигідними цінами, що дозволяє забезпечити клієнтам надійність і якість автопарку (рис. 1.3). Такий підхід сприяє підтримці високих стандартів обслуговування та задоволенню потреб користувачів, що є важливим фактором успішної діяльності у сфері дистрибуції шин.

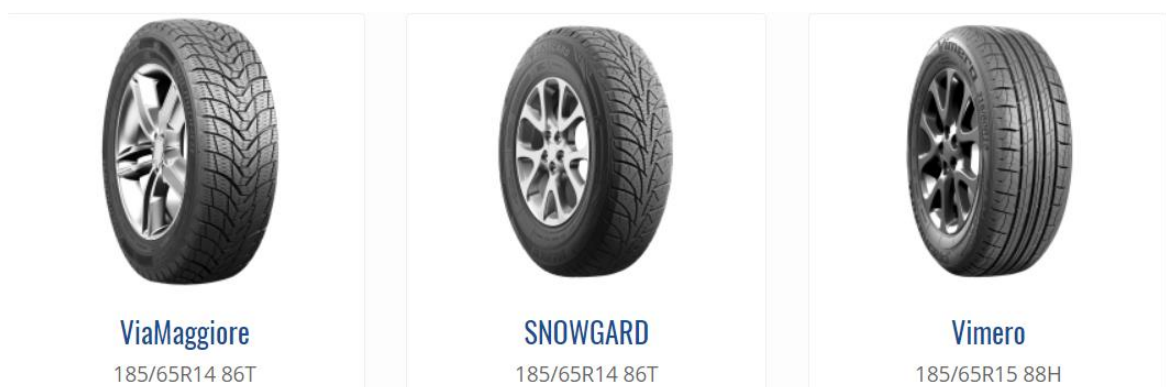


Рисунок 1.3 - Шини бренду ROSAVA

Автомобільні та мотоциклетні акумулятори. Якісні та надійні акумулятори є критично важливими для комфортного та безперебійного викори-

стання автомобілів різних типів. Зростання попиту на акумулятори для легкових, вантажних автомобілів, громадського транспорту та спецтехніки підкреслює значущість цього сегменту ринку. Основні напрями співпраці компанії «Омега»:

- СТО;
- автомагазини (онлайн та офлайн);
- автопарки та перевізники;
- виробничі та агропідприємства.

Компанія пропонує понад 430 моделей акумуляторів для легкових, вантажних автомобілів та сільськогосподарської техніки, що дозволяє задовольнити широкий спектр потреб клієнтів. Наявність широкого асортименту моделей акумуляторів забезпечує можливість вибору відповідних технічних характеристик для різних типів техніки. Забезпечення наявності продукції на регіональних складах гарантує швидке та зручне постачання необхідних акумуляторів. Компанія «Омега» пропонує акумулятори від перевірених світових брендів, включаючи: AFA, BOSCH, KAINAR, Energizer, EXIDE, VARTA, Voltmaster та інші (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 - Асортимент акумуляторів Компанії «Омега»

Технічні рідини та масла. Забезпечення ефективної роботи сучасних автомобілів без потреби в капітальних ремонтах вимагає використання висо-

коякісних технічних рідин і мастил. Особливо це стосується моторних мастил і олив, які впливають на роботу двигуна і трансмісійної системи. Компанія «Омега» спеціалізується на гуртових поставках технічних рідин від світових виробників. До асортименту продукції входять технічні рідини, рідини для гідروпідсилювача керма, гальмівні рідини, охолоджуючі рідини, моторні і трансмісійні мастила, моторні мастила (оливи для двигуна), трансмісійні мастила.

1.3 Аналіз існуючих маршрутів доставки та постановка завдань роботи

Для доставки продукції з головного складу до регіональних складів компанія заключає договори з перевізниками, які в подальшому виконують перевезення за наявними замовленнями. В рамках дослідження будуть розглядатися маршрути транспортного підприємства, що здійснює обслуговування таких складів компанії:

- Уманський крос-док;
- Криворізький регіональний склад і крос-док;
- Кременчуцький регіональний склад;
- Кропивницький регіональний склад;
- Хмельницький регіональний склад;
- Дніпровський регіональний склад і крос-док;
- Київський регіональний склад.

На теперішній час доставка дрібних партій продукції організована за трьома маршрутами, наведеними на рис.1.5 – 1.7. Перевезення здійснюються 5-тонними автомобілями, кожен з яких вміщає 2-3 партії продукції.

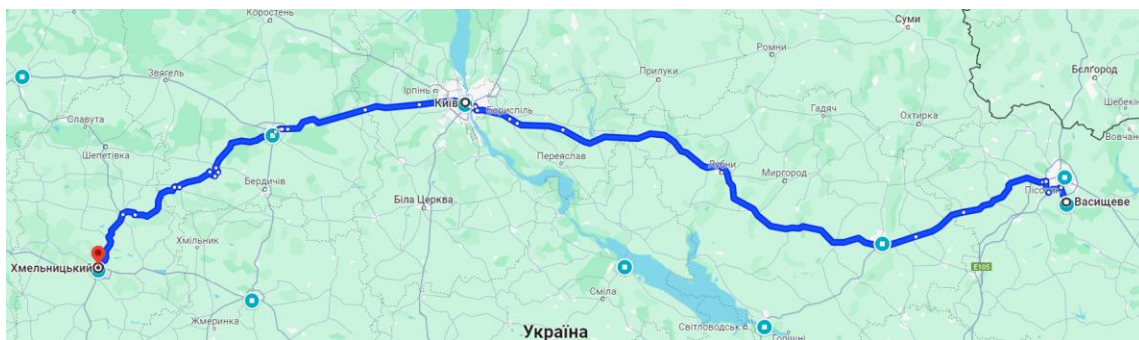


Рисунок 1.5 – Маршрут №1. Васищеве – Київ – Хмельницький

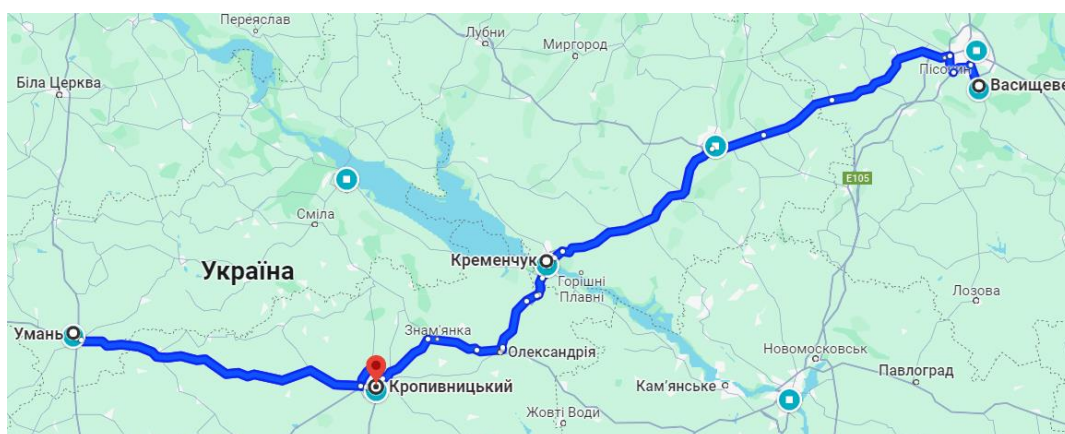


Рисунок 1.6 – Маршрут №1. Васищеве – Кременчук –
Кіровоградський – Умань

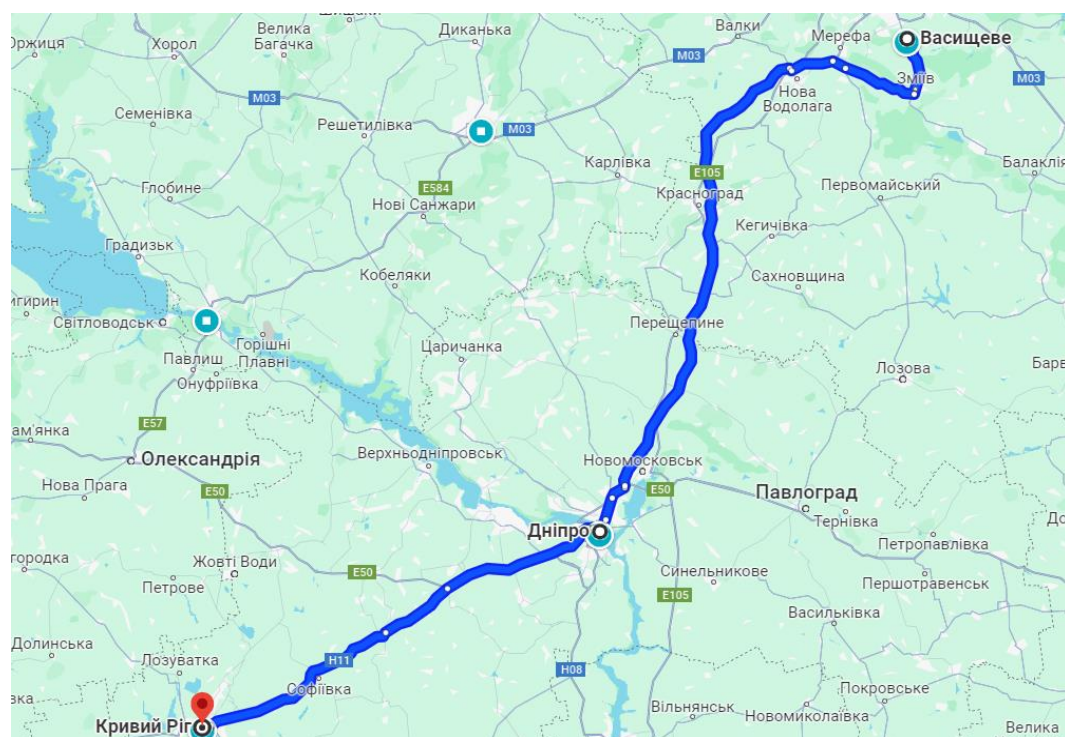


Рисунок 1.7. Васищеве – Дніпро – Кірий Ріг

В даній роботі пропонується залучення до здійснення перевезень 20-тонних автомобілів замість 5-тонних. Це дозволить компонувати більше партій вантажу в одному транспортному засобі і більш раціонально організувати відправку продукції з головного складу.

Отже були поставлені наступні завдання дослідження:

- розробити один спільний маршрут, що передбачає розвезення продукції до всіх точок призначення;
- розрахувати тривалість обороту та необхідну кількість транспортних засобів;
- визначити собівартість перевезень при організації перевезень за пропонуваним маршрутом.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Статистичний аналіз вантажопотоків продукції

Для розробки оптимального маршруту виконаємо дослідження існуючих вантажопотоків за розглядуваними напрямками.

Таблиця 2.1 – Обсяги відправлень продукції з головного складу в м. Васищеве до регіональних складів

Місяць	Місто призначення							Усього, т
	Умань	Кривий Ріг	Кременчук	Кропивницький	Хмельницький	Дніпро	Київ	
1	40	61	48	39	37	74	97	396
2	37	58	51	38	38	69	94	385
3	38	59	52	45	35	72	93	394
4	49	48	54	42	34	71	95	393
5	55	55	52	43	31	68	99	403
6	38	47	51	40	36	66	92	370
7	45	54	54	38	32	70	90	383
8	44	52	49	37	38	71	98	389
9	50	58	47	39	37	73	96	400
10	51	60	45	38	34	69	97	394
11	53	53	49	41	35	68	95	394
12	40	55	48	40	33	69	94	379
Усього	540	660	600	480	420	840	1140	4680

Виконаємо статистичний аналіз щомісячних вантажопотоків за кожним напрямком:

Вибірка № 1 – Умань

Вибірка № 5 – Хмельницький

Вибірка № 2 – Кривий Ріг

Вибірка № 6 – Дніпро

Вибірка № 3 – Кременчук

Вибірка № 7 – Київ

Вибірка № 4 – Кропивницький

Попередньо вибірки перевірялися на наявність аномальних значень [2].

В ході перевірки таких значень виявлено не було.

Результати аналізу наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Статистичний аналіз вантажопотоків

Номер вибірки	1	2	3	4	5	6	7
Середнє значення	45	55	50	40	35	70	95
Стандартне відхилення	6,42	4,49	2,80	2,37	2,30	2,30	2,59
Дисперсія	41,27	20,18	7,82	5,64	5,27	5,27	6,73
Коефіцієнт варіації	0,14	0,08	0,06	0,06	0,07	0,03	0,03
Коефіцієнт нерівномірності	1,14	1,08	1,06	1,06	1,07	1,03	1,03

Таким чином, з урахуванням визначеного коефіцієнта нерівномірності середньомісячні обсяги відправлень на регіональні склади компанії складуть:

1. Уманський крос-док	51,42 т
2. Криворізький регіональний склад і крос-док	59,49 т
3. Кременчуцький регіональний склад	52,80 т
4. Кропивницький регіональний склад	42,37 т
5. Хмельницький регіональний склад	37,30 т
6. Дніпровський регіональний склад і крос-док	72,30 т
7. Київський регіональний склад	97,59 т
Всього	413,27 т

Визначимо розрахункові місячні вантажопотоки з урахуванням нерівномірності відправок

Для 1-го місяця:

$$Q_{розр}^1 = 40 \cdot 1,14 + 61 \cdot 1,08 + 48 \cdot 1,06 + 39 \cdot 1,06 + 37 \cdot 1,07 + 74 \cdot 1,03 + 97 \cdot 1,03 = 419,42 \text{ т.}$$

Аналогічні розрахунки проводимо для кожного місяця, результати наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Корегування розрахункового обсягу вантажопотоків

Місяць	Розрахунковий обсяг відправок , т	Місяць	Розрахунковий обсяг відправок , т	Місяць	Розрахунковий обсяг відправок , т
1	419,42	5	427,98	9	424,46
2	407,71	6	391,8	10	418,28
3	417,26	7	406,18	11	418,4
4	416,82	8	412,21	12	401,48

Кількість рейсів на місяць визначаємо за формулою [3]:

$$N_{рейс}^м = \frac{Q_{міс}}{q_{вант}} \quad (2.1)$$

де $Q_{міс}$ - розрахунковий обсяг відправлень на місяць, т

$q_{вант}$ - номінальна вантажопідйомність автомобіля, т.

При залученні до здійснення перевезень автомобілів вантажопідйомністю 21 т середньомісячна кількість рейсів складатиме:

$$N_{\text{рейс}}^m = \frac{413,27}{21} = 19,68.$$

Приймаємо 20 рейсів на місяць.

2.2 Розробка оптимального маршруту розвезення дрібних партій вантажів

Для визначення оптимального маршруту розвезення партій вантажів на регіональні склади сформулюємо задачу комівояжера [4], яка полягає у пошуку найбільш вигідної черговості об'їзду вказаних міст в маршруті.

Сформульована задача - задача цілочисельна. Нехай $x_{ij} = 1$, якщо автомобіль переїжджає з i -ого міста до j -ого і $x_{ij} = 0$, якщо це не так.

Формально введемо $(n + 1)$ місто, розташоване там само, де і перше місто, тобто відстані від $(n + 1)$ міста до будь-якого іншого, відмінного від першого, дорівнюють відстаням від першого міста. При цьому, якщо з першого міста можна лише вийти, то в $(n + 1)$ місто можна лише прийти.

Введемо додаткові цілі змінні, що дорівнюють номеру відвідування цього міста на шляху. $u_1 = 0$, $u_{n+1} = n$. Для того, щоб уникнути замкнутих шляхів, вийти з першого міста і повернутися в $(n + 1)$, запровадимо додаткові обмеження, які пов'язують змінні x_{ij} і змінні u_i (u_i цілі невід'ємні числа).

Тоді математична модель задачі матиме наступний вигляд:

$$\begin{aligned} \min & \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \right), & i, j = 1 \div n, \quad i \neq j \\ & \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, & i \neq j, & \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, & j \neq i \end{aligned}$$

Враховуючі задані обмеження:

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1, j = 2..n + 1,$$

$$i = 1..n, i \neq j, \quad \text{при } i = 1 \quad j \neq n + 1$$

$$0 \leq u_i \leq n, \quad x_{i,n+1} = x_{i1}, \quad i = 2..n$$

Для початку складаємо матрицю відстаней між пунктами маршруту (табл.. 2.4).

Таблиця 2.4 - Матриця відстаней

	Васищеве	Умань	Кривий Ріг	Кременчук	Кропивницький	Хмельницький	Дніпро	Київ
1. Васищеве	М	573	378	272	402	830	230	510
2. Умань	573	М	291	308	165	286	418	211
3. Кривий Ріг	378	291	М	156	119	566	146	417
4. Кременчук	272	308	156	М	132	585	161	291
5. Кропивницький	402	165	119	132	М	447	246	300
6. Хмельницький	830	286	566	585	447	М	697	330
7. Дніпро	230	418	146	161	246	697	М	485
8. Київ	510	211	417	291	300	330	485	М

Візьмемо як довільний маршрут:

$$X_0 = (1,2); (2,3); (3,4); (4,5); (5,6); (6,7); (7,8); (8,1)$$

$$\text{Тоді } F(X_0) = 573 + 291 + 156 + 132 + 447 + 697 + 485 + 510 = 3291 \text{ км.}$$

Для визначення нижньої межі множини скористаємося операцією редукції або приведення матриці за рядками, для чого необхідно в кожному рядку матриці D знайти мінімальний елемент.

$$d_i = \min(j) d_{ij}$$

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	d_i
1	M	573	378	272	402	830	230	510	230
2	573	M	291	308	165	286	418	211	165
3	378	291	M	156	119	566	146	417	119
4	272	308	156	M	132	585	161	291	132
5	402	165	119	132	M	447	246	300	119
6	830	286	566	585	447	M	697	330	286
7	230	418	146	161	246	697	M	485	146
8	510	211	417	291	300	330	485	M	211

Потім віднімаємо d_i з елементів розглянутого рядка. У зв'язку з цим у знову отриманій матриці в кожному рядку буде як мінімум один нуль.

i j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	M	343	148	42	172	600	0	280
2	408	M	126	143	0	121	253	46
3	259	172	M	37	0	447	27	298
4	140	176	24	M	0	453	29	159
5	283	46	0	13	M	328	127	181
6	544	0	280	299	161	M	411	44
7	84	272	0	15	100	551	M	339
8	299	0	206	80	89	119	274	M

Таку саму операцію редукції проводимо по стовпцях, для чого в кожному стовпці знаходимо мінімальний елемент:

$$d_j = \min(i) d_{ij}$$

i j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	M	343	148	42	172	600	0	280
2	408	M	126	143	0	121	253	46
3	259	172	M	37	0	447	27	298
4	140	176	24	M	0	453	29	159
5	283	46	0	13	M	328	127	181
6	544	0	280	299	161	M	411	44
7	84	272	0	15	100	551	M	339
8	299	0	206	80	89	119	274	M
d_j	84	0	0	13	0	119	0	44

Після віднімання мінімальних елементів отримуємо повністю редуковану матрицю, де величини d_i і d_j називаються константами приведення.

i j	1	2	3	4	5	6	7	8
1	M	343	148	29	172	481	0	236
2	324	M	126	130	0	2	253	2
3	175	172	M	24	0	328	27	254
4	56	176	24	M	0	334	29	115
5	199	46	0	0	M	209	127	137
6	460	0	280	286	161	M	411	0
7	0	272	0	2	100	432	M	295
8	215	0	206	67	89	0	274	M

Сума констант приведення визначає нижню межу H :

$$H = \sum d_i + \sum d_j$$

$$H = 230+165+119+132+119+286+146+211+84+0+0+13+0+119+0+44 = 1668$$

Елементи матриці d_{ij} відповідають відстані від пункту i до пункту j .

Оскільки в матриці n міст, то D є матрицею $n \times n$ з невід'ємними елементами $d_{ij} \geq 0$

Кожен допустимий маршрут являє собою цикл, за яким комівояжер відвідує місто тільки один раз і повертається у вихідне місто.

Довжина маршруту визначається виразом:

$$F(M_k) = \sum d_{ij}$$

Причому кожен рядок і стовпець входять у маршрут тільки один раз з елементом d_{ij} .

Крок №1. Визначаємо ребро розгалуження і розіб'ємо всю множину маршрутів відносно цього ребра на дві підмножини (i,j) і (i^*,j^*) .

Із цією метою для всіх клітинок матриці з нульовими елементами замінюємо по черзі нулі на M (нескінченність) і визначаємо для них суму утворених констант приведення, вони наведені в дужках.

$$d(1,7) = 29 + 27 = 56;$$

$$d(2,5) = 2 + 0 = 2;$$

$$d(3,5) = 24 + 0 = 24;$$

$$d(4,5) = 24 + 0 = 24;$$

$$d(5,3) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(5,4) = 0 + 2 = 2;$$

$$d(6,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(6,8) = 0 + 2 = 2;$$

$$d(7,1) = 0 + 56 = 56;$$

$$d(7,3) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,6) = 0 + 2 = 2$$

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	d _i
1	M	343	148	29	172	481	0(56)	236	29
2	324	M	126	130	0(2)	2	253	2	2
3	175	172	M	24	0(24)	328	27	254	24
4	56	176	24	M	0(24)	334	29	115	24
5	199	46	0(0)	0(2)	M	209	127	137	0
6	460	0(0)	280	286	161	M	411	0(2)	0
7	0(56)	272	0(0)	2	100	432	M	295	0
8	215	0(0)	206	67	89	0(2)	274	M	0
d _j	56	0	0	2	0	2	27	2	0

Найбільша сума констант приведення дорівнює $(29 + 27) = 56$ для ребра $(1,7)$, отже, множина розбивається на дві підмножини $(1,7)$ і $(1^*,7^*)$.

Виняток ребра $(1,7)$ проводимо шляхом заміни елемента $d_{17} = 0$ на M, після чого здійснюємо чергове приведення матриці відстаней для утвореної підмножини $(1^*,7^*)$, у результаті отримаємо редуковану матрицю.

i j	1	2	3	4	5	6	7	8	d_i
1	M	343	148	29	172	481	M	236	29
2	324	M	126	130	0	2	253	2	0
3	175	172	M	24	0	328	27	254	0
4	56	176	24	M	0	334	29	115	0
5	199	46	0	0	M	209	127	137	0
6	460	0	280	286	161	M	411	0	0
7	0	272	0	2	100	432	M	295	0
8	215	0	206	67	89	0	274	M	0
d_j	0	0	0	0	0	0	27	0	56

Нижня межа гамільтонових циклів цієї підмножини:

$$H(1^*, 7^*) = 1668 + 56 = 1724 \text{ км}$$

Включення ребра (1,7) проводиться шляхом виключення всіх елементів 1-го рядка і 7-го стовпчика, в якому елемент d_{71} замінюємо на M, для виключення утворення негамільтонового циклу.

У результаті отримаємо іншу скорочену матрицю (7×7), яка підлягає операції приведення.

Після операції приведення скорочена матриця матиме вигляд:

i j	1	2	3	4	5	6	8	d_i
2	324	M	126	130	0	2	2	0
3	175	172	M	24	0	328	254	0
4	56	176	24	M	0	334	115	0
5	199	46	0	0	M	209	137	0
6	460	0	280	286	161	M	0	0
7	M	272	0	2	100	432	295	0
8	215	0	206	67	89	0	M	0
d_j	56	0	0	0	0	0	0	56

Сума констант приведення скороченої матриці:

$$\sum d_i + \sum d_j = 56$$

Нижня межа підмножини (1,7) дорівнює:

$$H(1,7) = 1668 + 56 = 1724 \leq 1724 \text{ км}$$

Оскільки нижні межі підмножини (1,7) і підмножини (1*,7*) рівні, то ребро (1,7) включаємо до маршруту з новою межею $H=1724$.

Крок №2. Визначаємо ребро розгалуження.

$$d(2,5) = 2 + 0 = 2;$$

$$d(3,5) = 24 + 0 = 24;$$

$$d(4,1) = 0 + 119 = 119;$$

$$d(4,5) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(5,3) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(5,4) = 0 + 2 = 2;$$

$$d(6,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(6,8) = 0 + 2 = 2;$$

$$d(7,3) = 2 + 0 = 2;$$

$$d(8,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,6) = 0 + 2 = 2;$$

$$\max: d(4,1)=119.$$

i j	1	2	3	4	5	6	8	d _i
2	268	M	126	130	0(2)	2	2	2
3	119	172	M	24	0(24)	328	254	24
4	0(119)	176	24	M	0(0)	334	115	0
5	143	46	0(0)	0(2)	M	209	137	0
6	404	0(0)	280	286	161	M	0(2)	0
7	M	272	0(2)	2	100	432	295	2
8	159	0(0)	206	67	89	0(2)	M	0
d _j	119	0	0	2	0	2	2	0

Виключення ребра (4,1): $d_{41}=M$.

i j	1	2	3	4	5	6	8	d _i
2	268	M	126	130	0	2	2	0
3	119	172	M	24	0	328	254	0
4	M	176	24	M	0	334	115	0
5	143	46	0	0	M	209	137	0
6	404	0	280	286	161	M	0	0
7	M	272	0	2	100	432	295	0
8	159	0	206	67	89	0	M	0
d _j	119	0	0	0	0	0	0	119

$$H(4^*, 1^*) = 1724 + 119 = 1843 \text{ км}$$

Включення ребра (4,1): $d_{14}=M$.

i j	2	3	4	5	6	8	d_i
2	M	126	130	0	2	2	0
3	172	M	24	0	328	254	0
5	46	0	0	M	209	137	0
6	0	280	286	161	M	0	0
7	272	0	2	100	432	295	0
8	0	206	67	89	0	M	0
d_i	0	0	0	0	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(4, 1) = 1724 + 0 = 1724 \leq 1843 \text{ км}$$

Щоб виключити підцикли, заборонимо такі переходи: (7,4), ребро (4,1) включаємо в маршрут із новою межею $H=1724$.

Крок №3. Визначаємо ребро розгалуження.

i j	2	3	4	5	6	8	d_i
2	M	126	130	0(2)	2	2	2
3	172	M	24	0(24)	328	254	24
5	46	0(0)	0(24)	M	209	137	0
6	0(0)	280	286	161	M	0(2)	0
7	272	0(100)	M	100	432	295	100
8	0(0)	206	67	89	0(2)	M	0
d_j	0	0	24	0	2	2	0

$$d(2,5) = 2 + 0 = 2;$$

$$d(3,5) = 24 + 0 = 24;$$

$$d(5,3) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(5,4) = 0 + 24 = 24;$$

$$d(6,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(6,8) = 0 + 2 = 2;$$

$$d(7,3) = 100 + 0 = 100;$$

$$d(8,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,6) = 0 + 2 = 2;$$

$$\max: d(7,3)=100.$$

Виключення ребра (7,3): $d_{73}=M$.

i j	2	3	4	5	6	8	d_i
2	M	126	130	0	2	2	0
3	172	M	24	0	328	254	0
5	46	0	0	M	209	137	0
6	0	280	286	161	M	0	0
7	272	M	M	100	432	295	100
8	0	206	67	89	0	M	0
d_j	0	0	0	0	0	0	100

$$H(7^*, 3^*) = 1724 + 100 = 1824 \text{ км.}$$

Включення ребра (7,3): $d_{37}=M$.

i j	2	4	5	6	8	d _i
2	M	130	0	2	2	0
3	172	24	0	328	254	0
5	46	0	M	209	137	0
6	0	286	161	M	0	0
8	0	67	89	0	M	0
d _j	0	0	0	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(7,3) = 1724 + 0 = 1724 \leq 1824$$

Забороняємо переходи: (3,1), (3,4), ребро (7,3) включаємо в маршрут із новою межею $H=1724$.

Крок №4. Визначаємо ребро розгалуження.

i j	2	4	5	6	8	d _i
2	M	130	0(2)	2	2	2
3	172	M	0(172)	328	254	172
5	46	0(113)	M	209	137	46
6	0(0)	286	161	M	0(2)	0
8	0(0)	67	89	0(2)	M	0
d _j	0	67	0	2	2	0

$$d(2,5) = 2 + 0 = 2;$$

$$d(3,5) = 172 + 0 = 172;$$

$$d(5,4) = 46 + 67 = 113;$$

$$d(6,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(6,8) = 0 + 2 = 2;$$

$$d(8,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,6) = 0 + 2 = 2;$$

$$\max: d(3,5)=172.$$

Виключення ребра (3,5): $d_{35}=M$.

i j	2	4	5	6	8	d_i
2	M	130	0	2	2	0
3	172	M	M	328	254	172
5	46	0	M	209	137	0
6	0	286	161	M	0	0
8	0	67	89	0	M	0
d_j	0	0	0	0	0	172

$$H(3^*,5^*) = 1724 + 172 = 1896 \text{ км}$$

Включення ребра (3,5): $d_{53}=M$.

i j	2	4	6	8	d_i
2	M	130	2	2	2
5	46	0	209	137	0
6	0	286	M	0	0
8	0	67	0	M	0
d_i	0	0	0	0	2

$$\sum d_i + \sum d_j = 2$$

$$H(3,5) = 1724 + 2 = 1726 \leq 1896$$

Забороняємо переходи: (5,1), (5,4), (5,7), ребро (3,5) включаємо в маршрут із новою межею $H=1726$.

Крок №5. Визначаємо ребро розгалуження.

i j	2	4	6	8	d_i
2	M	128	0(0)	0(0)	0
5	46	M	209	137	0
6	0(0)	286	M	0(0)	0
8	0(0)	67	0(0)	M	0
d_j	0	0	0	0	0

$$d(2,6) = 0 + 0 = 0; d(2,8) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(6,2) = 0 + 0 = 0; d(6,8) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,2) = 0 + 0 = 0; d(8,6) = 0 + 0 = 0;$$

$$\max: d(2,6)=0.$$

Виключення ребра (2,6): $d_{26}=M$.

i j	2	4	6	8	d_i
2	M	128	M	0	0
5	46	M	209	137	46
6	0	286	M	0	0
8	0	67	0	M	0
d_i	0	67	0	0	113

$$H(2^*, 6^*) = 1726 + 113 = 1839 \text{ км.}$$

Включення ребра (2,6): $d_{62}=M$.

i j	2	4	8	d_i
5	46	M	137	46
6	M	286	0	0
8	0	67	M	0
d_i	0	67	0	113

$$\sum d_i + \sum d_j = 113$$

$$H(2,6) = 1726 + 113 = 1839 \leq 1839 \text{ км.}$$

Забороняємо переходи: (5,1), (5,4), (5,7), ребро (2,6) включаємо в маршрут із новою межею $H=1839$.

Крок №6. Визначаємо ребро розгалуження.

i j	2	4	8	d_i
5	0(91)	M	91	91
6	M	219	0(310)	219
8	0(0)	0(219)	M	0
d_j	0	219	91	0

$$d(5,2) = 91 + 0 = 91;$$

$$d(6,8) = 219 + 91 = 310;$$

$$d(8,2) = 0 + 0 = 0;$$

$$d(8,4) = 0 + 219 = 219;$$

$$\max: d(6,8)=310.$$

Виключення ребра (6,8): $d_{68}=M$.

i j	2	4	8	d_i
5	0	M	91	0
6	M	219	M	219
8	0	0	M	0
d_j	0	0	91	310

$$H(6^*, 8^*) = 1839 + 310 = 2149$$

Включення ребра (6,8): $d_{86}=M$.

i j	2	4	d_i
5	0	M	0
8	0	0	0
d_j	0	0	0

$$\sum d_i + \sum d_j = 0$$

$$H(6,8) = 1839 + 0 = 1839 \leq 2149$$

Ребро (6,8) включаємо в маршрут із новою межею $H=1839$. Відповідно до цієї матриці включаємо в гамільтонів маршрут ребра (5,2) і (8,4).

У результаті по дереву розгалужень гамільтонів цикл утворюють ребра: (1,7), (7,3), (3,5), (5,2), (2,6), (6,8), (8,4), (4,1). Дерево розв'язку задачі наведено на рис. 2.1.

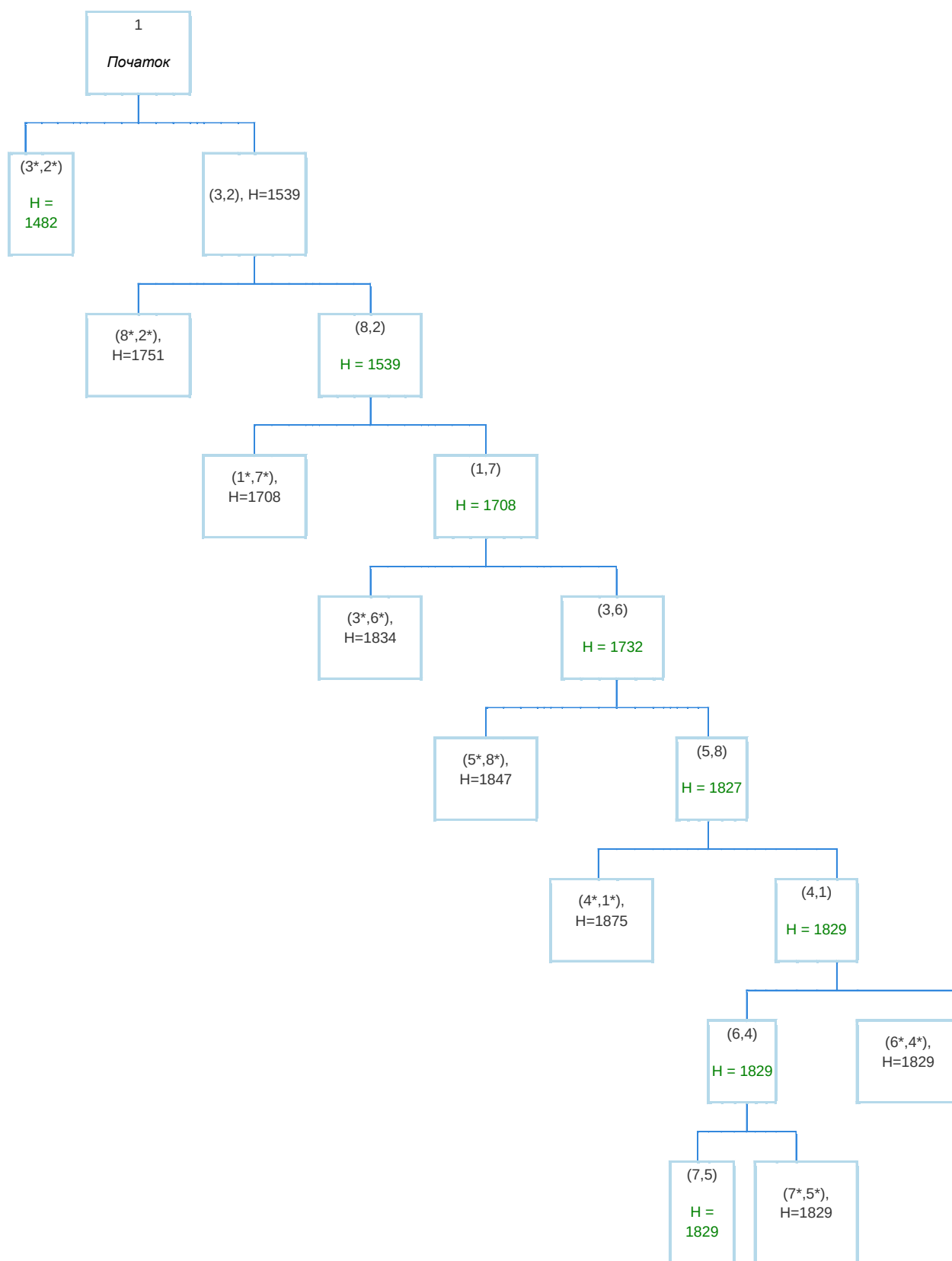


Рисунок 2.1 - Дерево розв'язку задачі

Довжина маршруту дорівнює $F(X) = 1839$ км.

Отже в результаті рішення задачі комівояжера було отримано маршрут:

Васищеве – Дніпро - Кривий Ріг - Кропивницький - Умань –
Хмельницький - Київ - Кременчук – Васищеве.

Схема маршруту наведена на рис. 2.2.

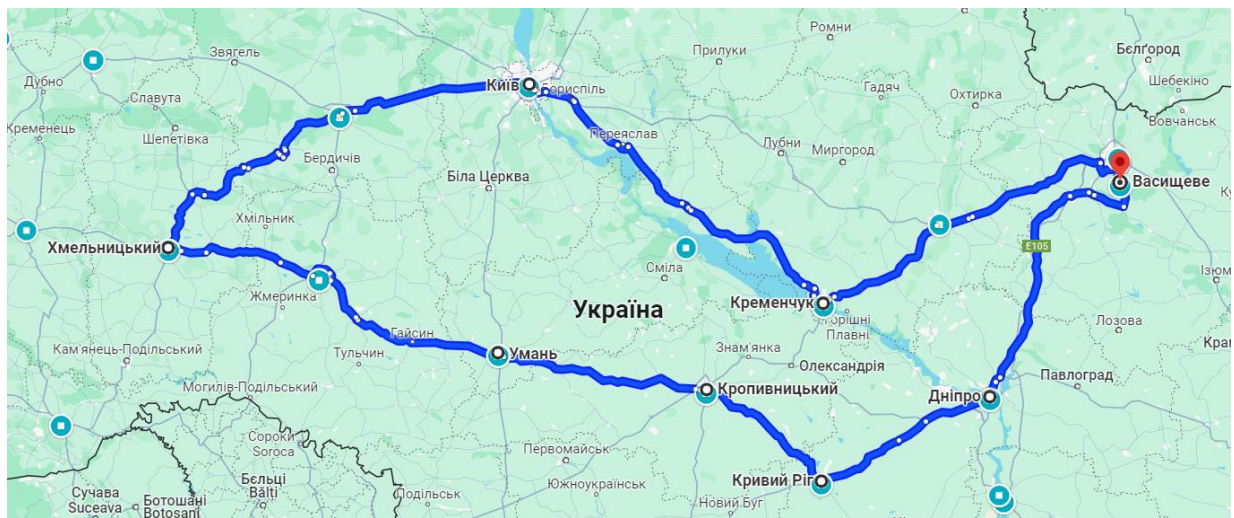


Рисунок 2.2 - Отриманий маршрут розвезення вантажів

2.3 Визначення основних показників роботи автомобілів на маршруті

При визначенні тривалості обороту автомобіля на маршруті окрім безпосередньої тривалості руху слід враховувати тривалість відпочинку водія згідно Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів [5].

Тривалість обороту автомобіля визначається за формулою:

$$t_{об} = t_{підг} + t_{н-р} + t_{рух} + t_{кз} + t_{вх} + t_{доб} + t_{що}; \quad (2.2)$$

де $t_{\text{підг}}$ – час на підготовку до рейсу, приймається $t_{\text{підг}} = 0,4$ год.
 $t_{\text{в-р}}$ – тривалість вантажних робіт, год;
 $t_{\text{рух}}$ – тривалість руху на маршруті, год;
 $t_{\text{кз}}$ – тривалість короткочасних зупинок, год;
 $t_{\text{вх}}$ – час на відпочинок і харчування, год;
 $t_{\text{доб}}$ – тривалість міжзмінного відпочинку водія, год;
 $t_{\text{що}}$ – тривалість ЩО рухомого складу, год.

Для початку визначимо тривалість руху на різних ділянках маршруту. Експлуатаційну швидкість автомобіля приймаємо 55 км/год.

Загальна довжина маршруту – 1839 км; довжина окремих його ділянок (між точками навантаження та вивантаження):

Ділянка маршруту	Відстань	Тривалість руху
Васищеве – Дніпро	230 км	4,18 год
Дніпро – Кривий Ріг	146 км	2,65 год
Кривий Ріг – Кропивницький	119 км	2,16 год
Кропивницький – Умань	165 км	3,0 год
Умань – Хмельницький	286 км	5,2 год
Хмельницький – Київ	330 км	6,0 год
Київ – Кременчук	291 км	5,29 год
Кременчук – Васищеве	272 км	4,95 год

Далі визначаємо графік роботи автомобіля для кожного дня роботи на маршруті.

1й день. Визначаємо час управління для першого дня роботи на маршруті:

$$T_{\text{упр}}^{\text{д1}} = T_{\text{зм}}^{\text{д1}} - t_{\text{підг}} - t_{\text{в-р}} - t_{\text{що}}. \quad (2.3)$$

Встановлюємо тривалість зміни водія згідно нормативів робочого часу $T_{зм}^{д1} = 10$ год. Тоді час на рух на маршруті в 1-й день становитиме:

$$T_{упр}^{д1} = 10 - 0,4 - 4 - 0,8 = 4,8 \text{ год.}$$

Окрім того, слід надати дві перерви для харчування та відпочинку водія не більше ніж 2 години в цілому. Таким чином, в перший день водієві призначаються дві часових перерви (що не переривають рух транспортного засобу) і один короткочасний відпочинок.

З урахуванням короткочасної перерви 15 хв, час руху автомобіля в перший день складе:

$$t_{рух1} = T_{упр}^{д1} - t_{кз} \quad (2.4)$$

$$t_{рух1} = 4,8 - 0,25 = 4,55 \text{ год.}$$

Тривалість першої зміни складе:

$$T_{зм}^{д1} = t_{підг} + t_{навант} + t_{рух1} + t_{що}. \quad (2.5)$$

Тривалість навантаження на головному складі у м. Васищеве, враховуючи час на формування партій та оформлення документів приймаємо 4 год.

$$T_{зм}^{д1} = 0,4 + 4 + 4,18 + 0,8 = 9,38 \text{ год.}$$

Таким чином за першу зміну автомобіль встигає доїхати до першого місця вивантаження – Дніпра.

2й день. На другий день слід виконати наступні операції:

- вивантаження в Дніпрі - 1,0 год;
- переїзд до Кривого Рогу - 2,65 год,

- вивантаження в Кривому Розі - 1,0 год;
- переїзд до Кропивницького - 2,16 год;
- вивантаження в Кропивницькому, - 1,0 год.

Тривалість вивантаження в усіх пунктах призначення приймаємо 1 годину.

Тривалість зміни з урахуванням підготовчо-заключного часу, часу на короткочасний відпочинок, розвантаження і щоденне обслуговування:

$$T_{зм}^{д2} = t_{підг} + t_{вивант} + t_{рух2} + t_{вивант} + t_{кз} + t_{рух3} + t_{кз} + t_{вивант}. \quad (2.6)$$

$$T_{зм}^{д2} = 0,4 + 1,0 + 2,65 + 0,25 + 1,0 + 2,16 + 0,25 + 1,0 = 9,51 \text{ год.}$$

3й день. Час руху в третій день:

$$t_{рух3} = T_{зм}^{д3} - t_{підг} - t_{кз}. \quad (2.7)$$

$$t_{рух3} = 10 - 0,4 - 0,25 = 9,35 \text{ год.}$$

За 3-й день доцільно виконати наступні операції:

- переїзд до Умані - 3,0 год;
- вивантаження в Умані - 1 год;
- переїзд до Хмельницького - 5,2 год.
-

$$T_{зм}^{д3} = 0,4 + 3,0 + 1,0 + 5,2 + 0,25 = 9,85 \text{ год.}$$

4й день. Виконуються такі операції:

- вивантаження в Хмельницькому – 1,0 год;
- переїзд до Києва - 6,0 год;
- вивантаження у Києві – 1,0 год.

$$T_{зм}^{д4} = 0,4 + 1,0 + 6,0 + 0,25 + 1,0 = 8,65 \text{ год.}$$

Як бачимо, виходячи з можливості тривалості зміни 10 годин, є залишок часу: $10 - 8,65 = 1,35$ год. Отже, цей час буде використано на рух до Кременчука.

5й день. На останній день залишилося вивантажити останню точку в м. Кременчук та повернути автомобіль на головний склад:

- переїзд до Кременчука: $5,29 - 1,35 = 3,94$ год;
- вивантаження в Кременчуці - 1,0 год;
- переїзд до Васищевго - 4,95 год.

$$T_{зм}^{д5} = 3,94 + 1,0 + 4,95 + 0,25 = 10,1 \text{ год.}$$

Тривалість робочого часу за оборот:

$$T_{рч} = T_{зм}^{д1} + T_{зм}^{д2} + T_{зм}^{д3} + T_{зм}^{д4} + T_{зм}^{д5}. \quad (2.8)$$

$$T_{рч} = 9,38 + 9,51 + 9,85 + 10 + 10,1 = 48,84 \text{ год.}$$

Час на відпочинок водія:

- перерви на харчування та відпочинок під час руху автомобіля:

$$t_{вх} = t_{вх}^{д1} + t_{вх}^{д2} + t_{вх}^{д3} + t_{вх}^{д4} + t_{вх}^{д5} \quad (2.9)$$

$$t_{вх} = 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 10 \text{ год;}$$

- міжзмінний відпочинок:

$$t_{доб} = (24 - T_{зм}^{д1} - t_{вх}^{д1}) + (24 - T_{зм}^{д2} - t_{вх}^{д2}) + (24 - T_{зм}^{д3} - t_{вх}^{д3}) + (24 - T_{зм}^{д4} - t_{вх}^{д4}).$$

$$t_{\text{доб}} = (24 - 9,38 - 2) + (24 - 9,51 - 2) + (24 - 9,85 - 2) + (24 - 10,0 - 2) = \\ = 49,26 \text{ год}$$

Час обороту:

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рч}} + t_{\text{вх}} + t_{\text{доб}} \quad (2.10)$$

$$t_{\text{об}} = 48,84 + 10 + 49,26 = 108,1 \text{ год} = 4,5 \text{ доби.}$$

Далі слід визначити кількість автомобілів, які слід закріпити за виконанням розвезення продукції за пропонованим маршрутом [6] :

$$N_{\text{авт}} = \frac{N_{\text{рейс}}}{K_{\text{д}}} \cdot t_{\text{об}} \quad (2.11)$$

де $N_{\text{рейс}}$ – кількість рейсів на місяць;

$K_{\text{д}}$ – період розвезення планованого обсягу продукції, $K_{\text{д}} = 30$ діб.

$$N_{\text{авт}} = \frac{20}{30} \cdot 4,5 = 2,95.$$

Таким чином, для здійснення перевезень за пропонованим маршрутом треба залучити до роботи 3 автомобілі.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення вартості здійснення доставки за пропонованим маршрутом

У попередньому розділі було розроблено маршрут розвезення продукції ТОВ «Омега» до регіональних складів компанії. Розглядалися 7 пунктів доставки в різних містах, що обслуговуються в рамках одного договору з компанією-перевізником. В результаті розрахунків, встановлено, що для здійснення перевезення потрібного обсягу вантажу слід виконати 20 рейсів на місяць за пропонованим маршрутом. Для цього залучено 3 автомобілі, за кожним з яких закріплено по одному водію. Тривалість одного такого рейсу складає 4,5 доби.

Визначимо вартість здійснення перевезень за розробленим розвізним маршрутом. Для початку розрахуємо витрати на один рейс.

Однією з основних статей витрат є витрати на паливо. Визначимо необхідний обсяг дизпалива за даним маршрутом за формулою [7]:

$$Q_{\partial n} = \frac{N_{\partial n} \cdot l_m}{100}, \quad (3.1)$$

де $N_{\partial n}$ - норма витрати палива автомобілем на 100 км пробігу;

l_m - довжина маршруту, км

Довжина всього маршруту складає 1839 км. Таким чином при нормативній витраті палива 32 л/100 км потреба в паливі становитиме:

$$Q_{\partial n} = \frac{32 \cdot 1839}{100} = 588,48 \text{ л.}$$

Розраховуємо витрати на дизпаливо за формулою:

$$B_{\partial n} = C_{\partial n} \cdot Q_{\partial n}, \quad (3.2)$$

де $C_{\partial n}$ – ціна дизпалива за 1 літр. Приймаємо $C_{\partial n} = 55$ грн.

$$B_{\partial n} = 55 \cdot 588,48 = 32366,40 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали приймаємо 30% від витрат на дизпаливо:

$$B_{\text{мм}} = 32366,40 \cdot 0,3 = 9709,92 \text{ грн.}$$

Витрати на гаражні потреби становитимуть 7% від вартості дизпалива:

$$B_{\text{гар}} = 32366,40 \cdot 0,07 = 2265,65 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатаційні матеріали становлять 1% від вартості дизпалива:

$$B_{\text{експ}} = 32366,40 \cdot 0,01 = 323,66 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автомобілів визначаються залежності від обсягу використання палива:

$$B_{\text{рем}} = 1,8 \cdot 588,48 = 1059,26 \text{ грн.}$$

Витрати на шини визначаються за формулою:

$$B_{шин} = B_{1к} \cdot N_{ки}, \quad (3.3)$$

де $B_{1к}$ – вартість одного комплекту шин складає 85000 грн

$N_{ки}$ – потрібна кількість комплектів шин

Кількість комплектів шин визначається за формулою:

$$N_{ки} = \frac{l_{м}}{l_{норм}} \quad (3.4)$$

$l_{м}$ – довжина маршруту, км;

$l_{норм}$ - нормативний пробіг шин до заміни, $l_{норм} = 60000$ км.

Кількість комплектів шин на рейс складатиме:

$$N_{ки} = \frac{1839}{60000} = 0,03.$$

Тоді витрати на шини на один рейс складуть:

$$B_{шин} = 85000 \cdot 0,03 = 2605,25 \text{ грн.}$$

Виходячи з попередніх розрахунків, визначимо середньомісячну собівартість доставки продукції на регіональні склади за досліджуваними напрямками.

Середня кількість рейсів на місяць складає 20 рейсів, таким чином розрахунок окремих статей витрат наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Розрахунок середньомісячних витрат

Витрати	На 1 рейс	За місяць
Обсяг палива, л	588,48	11769,60
Витрати на паливо, грн	32366,40	647328,00
Витрати на гаражні потреби, грн	2265,65	45312,96
Витрати на мастильні матеріали, грн	9709,92	194198,40
Витрати на ремонт транспортних засобів, грн	1059,26	21185,28
Експлуатаційні витрати, грн	323,66	6473,28
Кількість комплектів шин, грн	0,03	0,61
Витрати на заміну шин, грн	2605,25	52105,00
УСЬОГО, грн	48918,66	978373,13

3.2 Розрахунок загальних витрат

Окрім наведених витрат слід врахувати ще заробітну плату водіїв, що працюватимуть на даному маршруті. У попередньому розділі було встановлено, що для забезпечення доставки розглядуваного обсягу продукції треба 3 автомобіля. За умови закріплення одного водія за транспортним засобом визначаємо розмір витрат на оплату праці 3-х водіїв за формулою [8]:

$$B_{\text{вод}} = n_{\text{вод}} \cdot C_{\text{год}} \cdot \Phi_{\text{р.ч.}} \cdot k_{\text{пр}} \quad (3.5)$$

де $n_{\text{вод}}$ - кількість водіїв закріплених на маршруті – 3 особи

$\Phi_{\text{р.ч.}}$ – фонд робочого часу водія за рік. $\Phi_{\text{р.ч.}} = 2080$ годин.

$C_{\text{год}}$ - розмір ставки водія за одну годину, згідно даних компанії $C_{\text{год}} = 67,5$ грн.

k_{np} – коефіцієнт, що враховує преміювання водіїв (розмір премії 30%).

Отже річні витрати на заробітну плату водіям становитимуть:

$$B_{вод}^{річ} = 3 \cdot 67,5 \cdot 2080 \cdot 1,3 = 547560 \text{ грн.}$$

Тоді витрати на заробітну плату за місяць складуть:

$$B_{вод} = \frac{547560}{12} = 45630 \text{ грн.}$$

Єдиний внесок на соціальне страхування визначаємо як 22% від заробітної плати:

$$B_{соц} = 45630 \cdot 0,22 = 10038,6 \text{ грн.}$$

Накладні витрати становитимуть 34% від розміру заробітної плати:

$$B_{накл} = 45630 \cdot 0,34 = 15514,2 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням витрат на заробітну плату та відрахування середньомісячні витрати на здійснення перевезень за пропонованим маршрутом складатимуть:

$$B_{міс} = 978373,13 + 45630 + 10038,6 + 15514,2 = 1049555,93 \text{ грн.}$$

Усереднена собівартість перевезення 1 тонни продукції складе:

$$C_{1т} = \frac{1049555,93}{413,27} = 2539,62 \text{ грн}$$

Виходячи зі встановленої усередненої собівартості перевезення доставки однієї тонни продукції визначимо щомісячні витрати враховуючи коефіцієнт нерівномірності відправок вантажу (табл. 3.2).

Динаміка середньомісячних витрат на протязі року наведена на рисунку 3.1.

Таблиця 3.2 – Розрахунок загальних витрат

Місяць	Фактичний обсяг перевезень, т	Розрахунковий обсяг з урахуванням нерівномірності, т	Розрахункова вартість перевезень, тис.грн
1	396	419,42	1065,12
2	385	407,71	1035,43
3	394	417,26	1059,68
4	393	416,82	1058,56
5	403	427,98	1086,91
6	370	391,8	995,02
7	383	406,18	1031,54
8	389	412,21	1046,86
9	400	424,46	1077,97
10	394	418,28	1062,27
11	394	418,4	1062,58
12	379	401,48	1019,60

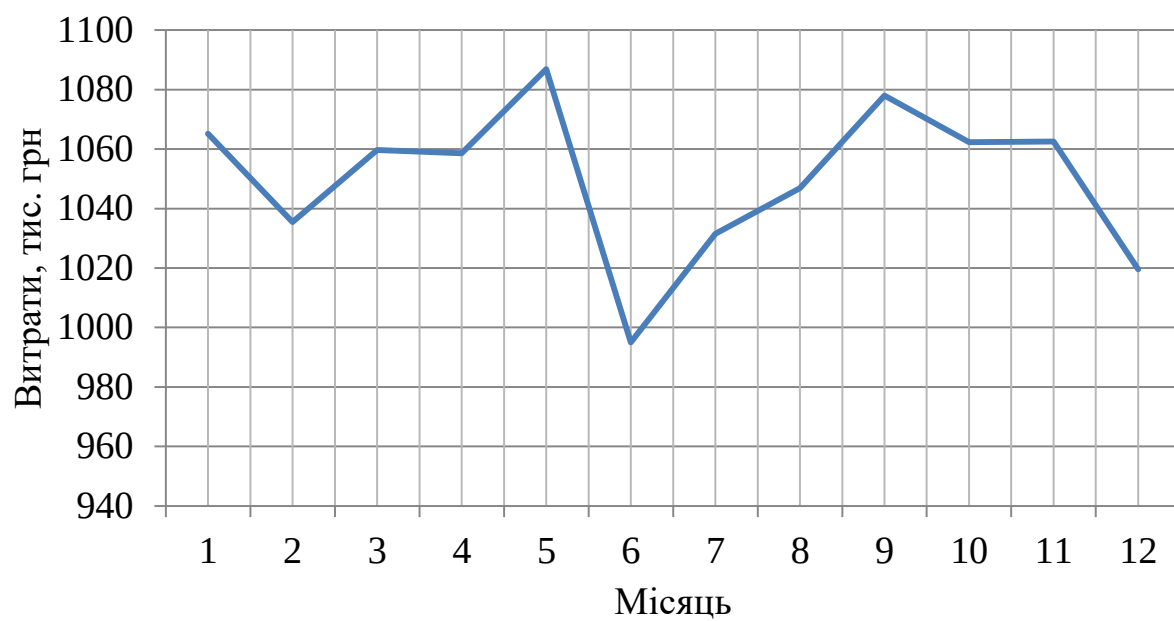


Рисунок 3.1 – Динаміка середньомісячних витрат

ВИСНОВКИ

Метою роботи було удосконалити процес доставки автозапчастин та комплектуючих у міжміському сполученні в умовах ТОВ «Омега» шляхом оптимізації маршруту руху транспортних засобів.

В аналітичній частині наведено характеристику Компанії «Омега», що є дистриб'ютором автомобільних запчастин та комплектуючих. Досліджено географію розташування регіональних складів компанії. Проаналізовано існуючі маршрути доставки продукції.

Досліджено процес транспортного обслуговування семи пунктів доставки в різних містах що закріплені в рамках договору за однією компанією-перевізником. Проведено статистичний аналіз вантажопотоків. На основі розв'язку задачі комівояжера було розроблено оптимальний маршрут доставки продукції ТОВ «Омега» до регіональних складів компанії із заїздом до всіх точок призначення. Довжина такого маршруту склала 1839 км.

Встановлено, що для перевезення необхідного обсягу вантажу потрібно виконувати 20 рейсів на місяць за запропонованим маршрутом. Для здійснення перевезень залучено три автомобілі, кожен з яких має закріпленого водія. Тривалість одного рейсу складає 4,5 доби, що забезпечує своєчасну та регулярну доставку продукції.

В економічній частині проведено розрахунок витрат на здійснення доставки за запропонованим маршрутом, що склали 1,05 млн грн на місяць. Собівартість перевезення однієї тонни продукції становить 2539,62 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт компанії «Омега» URL: <https://omega.page/>.
2. Лашених О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О. А. Лашених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. 420 с.
3. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.100403 "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)". К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. - 408 с.
4. Лашених, О. А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем / О. А. Лашених, О. Ф. Кузькін. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. — 435 с.
5. Про затвердження Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0811-10#Text>.
6. Олісевич М.С. Організація автомобільних перевезень. Частина 1. Вантажні перевезення / М.С. Олісевич. - Навчальний посібник у двох частинах. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. - 336 с
7. Іванілов О.С. Економіка підприємств автомобільного транспорту: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.С. Іванілов, І.А. Дмитрієв, І.Ю. Шевченко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2017. – 632 с. ISBN 978-617-7256-91-4.
8. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.

ДОДАТОК А
РОЗТАШУВАННЯ РЕГІОНАЛЬНИХ СКЛАДІВ ТА КРОС-ДОКІВ
КОМПАНІЇ ОМЕГА

м Київ	Київський шинний розподільчий центр вул. Валентини Чайки, 4, с. Чайки, Святошинський район, Київська область
	Київський розподільчий центр "Чайка" вул. Артура Яроша 1
	Київський регіональний склад (ЛБ) вул. Олекси Довбуша, 32, Київ
	Київський регіональний склад (ПБ) вул. Куренівська 14 Б
м. Дніпро	Дніпровський регіональний склад і крос-док вул. Ударників, 27, м. Дніпро
	Дніпровський крос-док вул. Василя Сухомлинського, 78-б, м. Дніпро
м. Запоріжжя	Запорізький регіональний склад вул. Матросова, 13, м. Запоріжжя
	Запорізький крос-док вул. Виборзька, 12, м. Запоріжжя
	Запорізький крос-док вул. Карпенка-Карого, 47, м. Запоріжжя
м. Ужгород	Ужгородський регіональний склад вул. Східна, 4-б, м.Ужгород
м. Миколаїв	Миколаївський регіональний склад і крос-док вул. Новозаводська, 1В, м. Миколаїв
м. Чернівці	Чернівецький регіональний склад вул. Чкалова, 13, м. Чернівці
	Чернівецький крос-док вул. Коломийська, 13Б, м. Чернівці
м. Хмельницький	Хмельницький регіональний склад і крос-док вул. Озерна, 16/1, м. Хмельницький
м. Івано-Франківськ	Івано-Франківський регіональний склад вул. Вовчинецька, 225, м. Івано-Франківськ
	Івано-Франківський крос-док вул. Сагайдачного Гетьмана, 48В, м. Івано-Франківськ
м. Кременчук	Кременчуцький регіональний склад пр-т Свободи, 85, м. Кременчук, Полтавська область
	Кременчуцький крос-док вул.Молодогвардійців, 30, м.Кременчук

м. Кропивницький	Кропивницький крос-док вул. Олега Паршутіна, 28, м. Кропивницький
	Кропивницький регіональний склад проспект Інженерів, 10, м. Кропивницький
м. Херсон	Херсонський крос-док пр. Адмірала Сенявіна, 27, м. Херсон
м. Черкаси	Черкаський крос-док вул. Смілянська, 181, м. Черкаси
	Черкаський регіональний склад вул. вулиця Святотроїцька, 102/ 1, Черкаси
м. Луцьк	Луцький крос-док Брестська вулиця, 21, Луцьк, Волинська область
м. Умань	Уманський крос-док вул. Максима Залізняка, 3-д, м. Умань, Черкаська обл.
м. Полтава	Полтавський регіональний склад і крос-док вул. Половки, 78-а, м. Полтава
м. Кривий Ріг	Регіональний склад і крос-док вулиця Бикова, 21/1, Кривий Ріг, Дніпропетровська обл..
м. Житомир	Житомирський регіональний склад і крос-док вулиця Корольова, 150А, Житомир, Житомирська обл.
м. Вінниця	Вінницький регіональний склад і крос-док вул. Максима Шимко, 52, Вінницька область
м. Рівне	Рівненський регіональний склад і крос-док вул. Грушевського, 2-а, м. Рівне
м. Львів	Львівський розподільчий центр с. Пасіки-Зубрицьки , вулиця Дорожня 58
	Львівський регіональний склад вул. Польова 55, Львів
м. Чернігів	Чернігівський крос-док вул. Дніпровська, 26, Чернігів, Чернігівська область
м. Харків	Харківський регіональний склад Площа Захисників України 7/8, м. Харків
	Харківський розподільчий центр вулиця Промислова, 1, Васищеве, Харківська область
м. Одеса	Одеський регіональний склад і крос-док Біляєвський район, Одеська область
м. Червоноград	Червоноградський крос-док вул. Богдана Хмельницького, 61
м. Тернопіль	Тернопільський регіональний склад і крос-док вул. Чернівецька 44Б, Тернопіль, Тернопільська область
м. Суми	Сумський регіональний склад і крос-док вул. Лінійна 15, Суми