

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний

(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТУ
АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ТОВ «МЕТА ТРАНС»

Виконав: студент II курсу, групи T-313м

Спеціальності 275 «Транспортні технології
(за видами)»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

275.03 «Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)»

Даниїл ШКАБАРНЯ

(прізвище та ініціали)

Керівник

Олександр ГАЙДАЧУК

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Ольга ДУДАРЕНКО

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ Транспортний _____
Кафедра _____ «Транспортні технології» _____
Ступінь вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 275 «Транспортні технології (за видами)» _____
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) 275.03 «Транспортні технології (на _____
автомобільному транспорті)» _____
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«01» листопада 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

ШКАБАРНІ Даниїла Сергійовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності доставки цементу автомобільним ТОВ «Мета Транс»

керівник проєкту (роботи) д-р. техн. наук, проф. ГАЙДАЧУК Олександр Віталійович

(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «26» листопада 2024 року №487

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 16 грудня 2024 р.


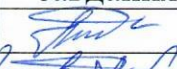



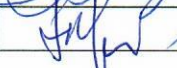


3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі вантажопотоки, схема транспортної мережі, відстань між вантажними пунктами, вантажопідйомність автомобілів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Розрахунок основних статистичних даних підприємств постачальників цементу. 2.2 Розрахунок транспортної задачі доставки цементу в мішках одержувачам. 2.3 Розрахунок доставки цементу в мішках. 2.4 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу для варіанту №1. 2.5 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу для варіанту №2. 2.6 Розрахунок кількості рухомого складу для варіанту №1. 2.7 Розрахунок кількості рухомого складу для варіанту №2. 3. Економічна частина, 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Презентація магістерської роботи

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	ГАЙДАЧУК О.В., професор		
2	ГАЙДАЧУК О.В., професор		
3	ХАРЧЕНКО Т.В., старш. викл.		
4	ЛАЗУТКІН М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «01» листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат, отримання зовнішніх рецензій, захист магістерських робіт	27.01.2025-05.02.2025	

Студент(ка)


(підпис)

Даниїл ШКАБАРНЯ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)

Олександр ГАЙДАЧУК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 84 с., 20 табл., 12 рис., 17 джерел.

АВТОМОБІЛЬ, ВАНТАЖОПОТІК, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ,
МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ОБЛАДНАННЯ, ПІДПРИЄМСТВО, РУХОМИЙ
СКЛАД, ТРАНСПОРТ, ЦЕМЕНТ, ТАРА, ПІДДОН, ВІДПРАВНИК

Об'єкт дослідження: транспортна система перевезення цементу в мішках автотранспортом ТОВ «Мета Транс».

Мета роботи: удосконалення перевезення цементу до споживачів в Україні

Методи дослідження: статистичний аналіз, аналітичний метод, метод потенціалів, графічний метод.

В магістерській роботі було досліджено, проаналізовано та удосконалено перевезення цементу автомобілями підприємства ТОВ «Мета Транс» шляхом розробки більш ефективних маршрутів руху автомобілів. Розраховано потрібну кількість автомобілів. Економічні розрахунки, що були виконані, доводять ефективність проєктних рішень за рахунок економії експлуатаційних витрат.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Характеристика номенклатури вантажів, що перевозяться	8
1.2 Постачальники цементу в Україні	11
1.3 Характеристика діяльності підприємства ПрАТ «Миколаївцемент»	12
1.4 Характеристика діяльності підприємства ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»	15
1.5 Характеристика діяльності підприємства ТОВ «Цемент» (Одеський цементний завод)	18
1.6 Характеристика транспорту підприємства ТОВ «Мета Транс».....	16
1.7 Характеристика системи доставки	22
1.8 Недоліки існуючої системи перевезень	24
2 Основна частина.....	26
2.1 Розрахунок основних статистичних даних підприємств постачальників цементу	26
2.2 Розрахунок транспортної задачі доставки цементу в мішках одержувачам	34
2.3 Розробка маршрутів доставки цементу в мішках	48
2.3.1 Розробка маршрутів за варіантом №1	48
2.3.2 Розробка маршрутів за варіантом №2	50
2.4 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу для варіанту №1	53
2.5 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу для варіанту №2	56
2.6 Розрахунок кількості рухомого складу для варіанту №1	58
2.7 Розрахунок кількості рухомого складу для варіанту №2	61
3 Економічна частина.....	63
3.1 Економічні розрахунки доставки цементу	63
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат при залученні орендованих	

автомобілів	70
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	73
Висновки.....	74
Перелік джерел посилання.....	75
Додаток А Заходи по забезпеченню безпеки.....	77
Додаток Б Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	79

ВСТУП

Важливішу роль в розвитку країни має розвиток автомобільних перевезень вантажів і пасажирів. Для автомобільного транспорту властиве: мобільність, швидкість доставки, доставка вантажів «від дверей до дверей», можливість гнучко реагувати на зміни попиту на ту чи іншу продукцію.

Важливим етапом на шляху удосконалення перевезень автомобільним транспортом є розробка маршрутів, які можуть об'єднувати кілька одержувачів, завантаження автомобілів у зворотному напрямку, нормування тривалості вантажних операцій з метою їх мінімізації, вибір типу транспортних засобів, які за своїми технічними характеристиками відповідають виду вантажу і є універсальними для перевезення різнономенклатурних вантажів.

Всі автомобілі повинні бути в технічно справному стані, забезпечувати зберігання вантажів як при транспортуванні, так і в процесі виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

При організації доставки вантажів необхідно узгодження роботи відправників та одержувачів вантажів, а також транспортного підрозділу (підприємства). Крім вибору транспортних засобів, важливий також підбір навантажувально-розвантажувальних механізмів. Тому, при комплектуванні одиниць вантажу (вантажних місць) слід узгодити наявність і потужність засобів механізації у відправників та одержувачів.

Перелічені фактори впливають як на якість надання транспортних послуг, так і на собівартість перевезення вантажів.

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика номенклатури вантажів, що перевозяться

В магістерській роботі розглядається доставка цементу в мішках, вага яких складає 25 кг.

Цемент – це один з основних матеріалів при будівництві та ремонті будівель та споруд. Марки цементу відрізняються своєю фізико-хімічною властивістю, кількістю домішок у відсотковому співвідношенні та міцністю, тобто спроможність тривалий час витримувати тиск.

Наприклад, якщо марка цементу позначається цифрою 500, це означає що його міцність має витримати навантаження у 50 МПа (500 кг/см²).

Таблиця 1.1 – Класифікація цементу за міцністю

МАРКА ЦЕМЕНТУ	МІЦНІСТЬ ПРИ СТИСКУ В МПА*, НЕ МЕНШЕ		
	2 ДОБИ	7 ДІБ	28 ДІБ
300	–	15,0	30,0
400	–	20,0	40,0
400Р	15,0	–	40,0
500	15,0	–	50,0
500Р	25,0	–	50,0
550	20,0	–	55,0
600	25,0	–	60,0

Цемент може бути з додаванням мінеральних добавок або без них. Наприклад, процент вмісту цих домішок може позначатися як Д0, Д5, Д20. Де 0 – це повна відсутність добавок, інші числа – вміст добавок у відсотках.

При маркуванні цементу існують додаткові позначення. Наприклад: якщо є позначка «Р» - це говорить про високий рівень міцності в «ранньому віці»; «ПЛ» - цемент з властивостями пластифікації; «ГФ» - цемент, якому властива гідрофобізація; «Н» - цемент, який був отриманий клінкером свого нормованого складу; «СС» - цемент, що за своїми властивостями стійкий до сульфату [1;2;3].

Цемент може застосовуватися в наступних галузях:

- При будівництві житлових приміщень та здійсненні ремонтних робіт;
- При виготовленні залізобетонних конструкцій різної міцності;
- При виготовленні вентиляційних споруджень;
- При будівництві гідротехнічних споруджень;
- При будівництві та ремонті автомобільних доріг, тощо.

Найпоширенішими марками цементу є марка 400 та 500.



Рисунок 1.1 – Цемент марки 400 вагою 25 кг



Рисунок 1.2 – Технологічний цемент марки 42,5N вагою 25 кг

Розглянемо основні види цементу.

1 Портландцемент – містить в собі вязку речовину, яка утворюється внаслідок клінкеру з гіпсом та зі спеціальними домішками. Він може бути як без добавок та з мінеральними домішками.

2 Шлаковий цемент (вапно, гіпс будівельний, ангідрит).

3 Сульфатостійкий (виготовляють марки 300 и 400).

4 Білий цемент (монументальні споруди, дорожні покриття).

5. Кольоровий отримується шляхом перемішування білого цементу з пігментом різних кольорів (охра, окисом хрому, тощо).

6 Водонепроникний цемент представляє собою речовину, що швидко твердіє (процес схоплення цементу може тривати від 4 до 10 хвилин). Час рахується з моменту замішування. Його застосовують при герметизації та гідроізоляції швів, покриттів, стиків у залізобетонних конструкціях, тощо.

7 Гідрофобний цемент. Цемент має високу морозостійкість, але меншу ступінь вологопоглинання.

8 Глиноземний цемент. Має високий вміст глинозему (боксити) та представляє собою вязку речовину, що швидко затвердіває . Сфера застосування : морозні умови, аварійні роботи, якщо споруди підпадають під тис мінералізованих вод тощо.

9 Магнезіальний цемент. Це тонкодисперсна речовина (порошок), який містить в своєму складі оксид магнею. Сфера застосування – будівництво магнезіальних підлог.

10 Тампонажний цемент. Містить у складі близько 40 – 50 % води). Використовується для гадових та нафтових свердловин при їх цементуванні.

1.2 Постачальники цементу в Україні

В магістерській роботі розглядається доставка цементу в мішках вагою 25 кг . Цемент на заводах виробляється різної номенклатури. В роботі розглядаються ті марки, які користуються найбільшим попитом у одержувачів.

Після початку війни в Україні кількість заводів з виготовлення цементу зменшилось в декілька разів. Деякі заводи залишилися на окупованих територіях, деякі зруйновані та на теперішній час ще повністю не відновлені.

Зараз за рейтингом заводів в Україні провідне місце займають наступні цементні заводи:

- Івано-Франківський цементний завод;
- Миколаївський цементний завод (Львівська область);
- Одеський цементний завод;
- Криворізький цементний завод;
- Волинський цементний завод;

- Кам'янський цементний завод (м. Кам'янське Дніпропетровської області).

Перелічені заводи постійно нарощують свої потужності, розширюють асортимент та підвищують конкурентно спроможність [1;2;3].

В роботі розглядається три заводи-виробники цементу: Миколаївський (Львівська область), Криворізький та Одеський.

Розглянемо кожне підприємство більш детально.

1.3 Характеристика діяльності підприємства ПрАТ «Миколаївцемент»

ПрАТ «Миколаївцемент» розташований у м. Миколаїв Львівської області. Вже більше 70 років підприємство виготовляє та постачає цемент не тільки на території України, але й в інші країни світу [3].

На початку свого існування у 1950 роках виробнича потужність заводу була 100 тис. тон за рік. Зараз вона зросла до 900 тис.тонн.

Цемент доставляється замовникам як насипом, так і у фасованому вигляді в мішках (зазвичай вага одного мішка складає 25 кг).

Розглянемо номенклатуру цементу, який виготовляється у насипному вигляді.

1 Марка СЕМ II/B-S 42,5 R (ПЦ II/Б –Ш-500Р-Н) - це портландцемент зі шлаковими домішками. Він застосовується для виготовлення житлових будинків, монолітних конструкцій, залізобетонних виробів та бетону, який витримує морозні погодні умови.

2 Марка СЕМ II/B-S 32,5 R ((ПЦ II/Б –Ш-400Р) - це портландцемент зі шлаком, який використовується у сфері будівництва для виготовлення бетону та залізобетону (збірного залізобетону).

3 Марка СЕМ II/A-M 42,5 R (ПЦ II/A –К(Ш-В)-500P-H – це композиційний портландцемент. Він за своїми фізико-хімічними властивостями придатний для умов роботи в низьких температурах. З нього виготовляють бетон та залізобетон, а також конструкції, які використовуються в будівництві.

4 Марка СЕМ II/A-S 42,5 R (ПЦ II/A –Ш-500P-H) - портландцемент з вмістом шлаку. Він добре витримує низькі температури. З нього виготовляють бетон та залізобетон, а також всі конструкції в будівництві.

5 СЕМ II/B-M(S-L) 32,5 R (ПЦ II/B-К(Ш-В)-400P-H) – композиційний портландцемент. Застосовується при роботі в спекотних умовах і має стійкість при роботі у агресивному середовищі. З нього виготовляють вироби з бетону та залізобетону, а також використовують при будівництві.

6 СС ШПЦ 400-Д60 – це шлакопортландцемент сульфатостійкий. Він застосовується при виготовленні бетону та залізобетону, який придатний для користування в агресивному середовищі (наприклад, в морській воді або ґрунтових водах, в яких високий вміст сульфатів)

7 СЕМ I 42,5 R (ПЦ I-500P-H) – портландцемент, який використовується при низьких температурах. Він швидко твердішає та вважається високоміцним. З нього виготовляють збірний залізобетон, бетон та спеціалізовані інженерні споруди.

Також завод виготовляє наступний асортимент цементу в мішках, який має широкий спектр застосування:

1 СЕМАРК універсальний цемент. Використовується при здійсненні мурувальних та бетонувальних робіт. З нього виготовляють труби (безнапірні), фундаменти, стяжки, каналізаційні та гідротехнічні конструкції, різноманітні бетони з міцністю не вище В35).



Рисунок 1.3 – Цемент SEMARK універсальний (25 кг)

2 SEMARK міцний цемент. Він стійкий до агресивних умов. Використовується для виготовлення розчинів для мурування та монолітних конструкцій, фундаментів, стяжок та резервуарів, які призначені для агресивних розчинів.



Рисунок 1.4 - SEMARK міцний цемент

3 SEMARK швидкий цемент. Призначений для роботи в холодних погодних умовах. Його використовують для виготовлення підлог, фундаментів, перекриттів (плити), балок та колон, а також при будівництві будівель, споруд та доріг.

1.4 Характеристика діяльності підприємства ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»

Підприємство займає лідерську позицію з вироблення цементу різних марок. Цемент використовується як для виробничих, так і для об'єктів промисловості [2].

Завод має наступний асортимент цементу, який представлений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Асортимент цементу підприємства ПрАТ «Кривий Ріг Цемент»

№ позиції	Марка цементу	Сфера застосування
1	• → ПЦ-П/А-К(Ш-В)-500 / СЕМ-П/А-М(S-L) 42,5	Бетон від В30 і вище; тротуарна плитка, зимові роботи; фундаменти та монолітні конструкції
2	• → ПЦ-П/А-Ш-500 / СЕМ-П/А-S 42,5	Будівельні суміші, бетон від В30 і вище, зимові будівельні роботи, пінобетон, газобетон, будівництво доріг
3	• → ПЦ-П/А-Ш-400 / СЕМ-П/А-S 32,5	Гідротехнічні споруди, тротуарна плитка, бетонування в холодну пору року, бетон класу (міцності) від В7,5 до В30, фундаменти, житлові будівлі
4	• → ПЦ-П/Б-К(Ш-В)-400 / СЕМ-П/В-М(S-L) 32,5	Бетонування в теплий період року, сухі будівельні суміші, облицювальні та штукатурні розчини, фундаменти, клас бетону – В7,5-В35

Кінець таблиці 1.2

№ позиції	Марка цементу	Сфера застосування
6	<ul style="list-style-type: none"> ПЦ II/Б-III-400 / СЕМ II/В-S 32,5 	Гідротехнічні споруди, використовуються в теплу пору року, <u>мурувальні</u> та <u>штукатурні</u> розчини, фундаменти, плити для перекриття. Стійкий до хімічної корозії.
7	<ul style="list-style-type: none"> ПЦ I-500 / СЕМ I 42,5 	Морозостійкий, має високий рівень міцності. Використовується при бетонуванні доріг та будівництві аеродромних покриттів. Має клас від В30 і вище.
8	<ul style="list-style-type: none"> ШПЦ III/A-400 / СЕМ III/A 32,5 	Стійкий до корозії, має водонепроникність. Використовується при будівництві житлових будівель, тротуарної плитки, монолітних конструкцій та фундаментів. Використовується для робіт в теплий період.
9	<ul style="list-style-type: none"> ПЦ II/A-B-500 / СЕМ II/A-LL 42,5 	Має високий темп набору міцності, еластичність, міцність, білий колір. Широко використовується при будівництві фундаментів та тротуарної плитки, виготовлення пінобетону та газобетону, а також сухих будівельних сумішей.

1.5 Характеристика діяльності підприємства ТОВ «Цемент» (Одеський цементний завод)

ТОВ «Цемент» є одним з потужніших заводів по виробництву цементу в Україні. Починаючи з 2011 року він входить до складу промислової групи CRH, головний офіс якої знаходиться у місті Дубліні [1].

Виробнича потужність підприємства розрахована на 550 тис.тонн за рік.

Завод виробляє цемент та доставляє замовникам як насипом, так фасований в мішки вагою 25 та 50 кг. Замовниками продукції є як крупні будівельні підприємства, так і невеликі будівельні склади та магазини.

Номенклатура цементу в мішках представлена на рисунку 1.5



Рисунок 1.5 - Портландцемент СШПЦ 400-Д60

Це надпрочна марка цементу, яка використовується якщо треба виконати роботу в короткий час з високим ступенем міцності. Його

використовують для виготовлення залізобетонних конструкцій, монолітних конструкцій у промисловості та при побудові приватних будівель, на аеродромах. Бетон, виготовлений з цієї марки цементу має високі технічні характеристики. Цемент є морозостійким.



Рисунок 1.6 - Портландцемент ПЦ II/Б-Ш-400

Цемент марки Портландцемент ПЦ II/А-Ш-400 виробляється для перевезення тільки навалом. Він має широкий спектр застосування: для конструкцій армованого залізобетону, для вироблення бетону для загального користування, а також для автомобільних доріг.

Він швидко застигає та має високий рівень міцності.



Рисунок 1.7 - Портландцемент ПЦ II/A-Ш-400

1.6 Аналіз способів транспортування цементу в мішках одержувачам

З метою зменшення витрат часу на виконання вантажних операцій цемент в мішках транспортується на піддонах , які мають стандартний розмір 1200мм*800мм. Таким чином отримується вантажна одиниця, яка спрощує не тільки процес перевезення, а й вантажопереробки – навантаження (розвантаження), складування та зберігання [4;5].

Схема стандартного піддона представлена на рисунку 1.8.

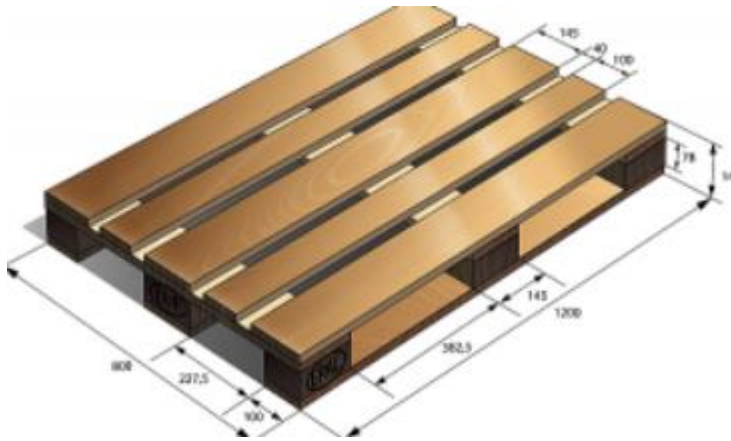


Рисунок 1.8 – Схема піддона розмірами 1200мм*800мм

Приклад розміщення мішків з цементом на стандартному піддоні для перевезення та зберігання представлена на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Приклад розміщення мішків на піддонах

1.7 Характеристика системи доставки

Перевезення цементу в мішках здійснюється автомобілями вантажопідйомністю 5 т. Отримувачами виступають будівельні магазини, які розташовані в м. Львів, м. Тернопіль, м. Хмельницький, м. Вінниця, м. Київ, м. Дніпро, м. Миколаїв один раз на тиждень.

Це постійні стабільні вантажопотоки, де коефіцієнт нерівномірності складає від 1,1 до 1,4. Підприємство отримує замовлення на перевезення і в короткий термін відправляє вантаж.

Схема розміщення піддонів з мішками цементу різних марок представлена на рисунку 1.10.

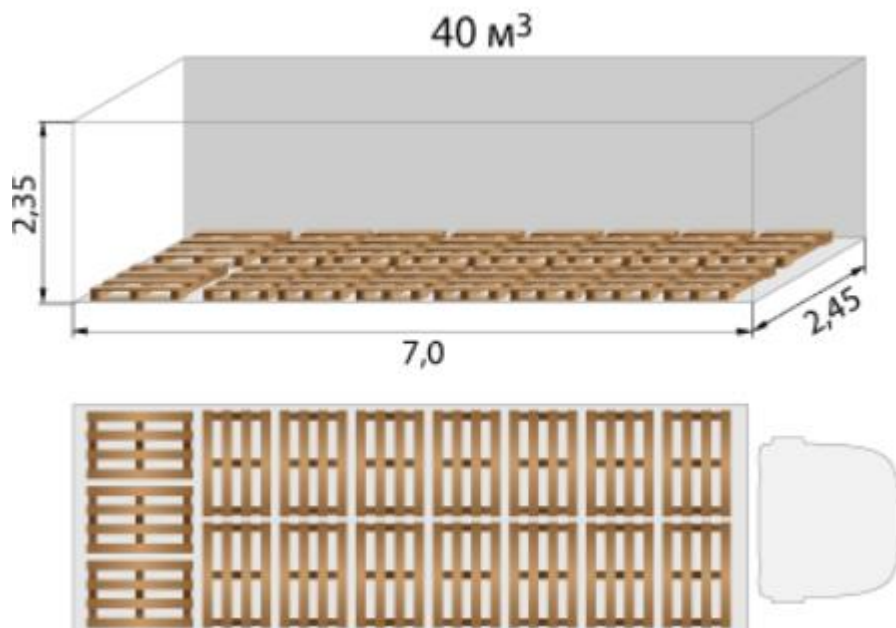


Рисунок 1.11 – Схема розміщення піддонів в рухомому складі вантажопідйомністю 5т

За другим варіантом пропонується розглянути варіант використання автомобілів вантажопідйомністю 10 т. Це дасть змогу зменшити кількість їздок та загальний пробіг автомобілів.

Можливий варіант розміщення піддонів в автотранспортному засобі представлений на рисунку 1.12.

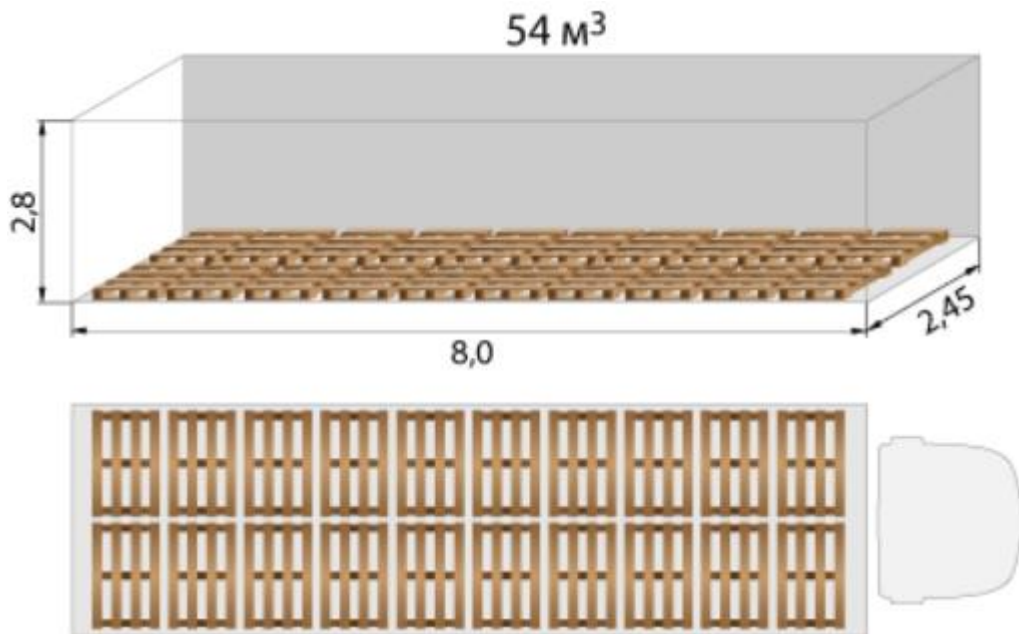


Рисунок 1.11 – Схема розміщення піддонів в рухомому складі вантажопідйомністю 10 т

Але при завантаженні автомобілів існує випадок, коли повна вантажопідйомність використовується повністю, а місткість кузова ще повністю не використана. Цей факт визначається коефіцієнтом використання вантажопідйомності [5;6;7].

Для удосконалення і оптимізації процесу доставки необхідно [7]:

1 Оптимізувати маршрути з метою зменшити загальні витрати на паливо та час обороту рухомого складу.

2 Я якості упаковки застосовувати тару з більш міцних та легких матеріалів, для уникнення ушкодження під час перевезення, вантажних

операцій та зберігання, а також з метою механізації навантаження та розвантаження. При завантаженні піддонів необхідно слідкувати за тим, щоб вантаж рівномірно розподілявся та був надійно зафіксований щоб уникнути переміщення під час перевезення. Цемент в мішках потребує надійного захисту від вологи.

3 Обирати автомобілі такої вантажопідйомності, яка дасть змогу максимально використовувати як місткість кузова, так і його вантажопідйомність.

4 В своїй діяльності використовувати GPS-моніторинг для відстеження вантажу та стану транспортних засобів при доставці.

5 Постійне підвищення рівня професіоналізму водіїв та операторів диспетчерської служби з метою схоронності вантажів при перевезенні.

6 Для раціонального використання всіх ресурсів та зменшенні термінів доставки обов'язковим є планування вантажопотоків. Це дасть змогу заздалегідь скласти графіки та розклади роботи водіїв, підібрати рухомий склад згідно вантажопідйомності та технічним характеристикам, а також навантажувально-розвантажувальні механізми.

7 Наявність необхідної супровідної документації на вантаж: накладних, сертифікатів якості тощо.

1.8 Недоліки існуючої системи перевезень

При дослідженні питання доставки цементу в мішках одержувачам в Україні були вибрані три постачальника (виробника), які займають провідне місце в галузі виготовлення цементу.

До таких підприємств належать наступні цементні заводи, які розташовані у м. Миколаїв (Львівська область), м. Кривий Ріг та м. Одеса.

До недоліків організації доставки можна віднести наступні:

1 Немає чіткого закріплення постачальників за споживачами цементу. Це не дає можливості заздалегідь розрахувати маршрути доставки, які можуть суттєво зменшити пробіг автомобілів та мінімізувати порожні пробіги.

2 Чисельна кількість автомобілів, які доцільніше замінити автомобілями більшої вантажопідйомності, наприклад 10-ти тонні.

3 Всі маршрути, якими прямують автомобілі, є маятниковими зі зворотнім порожнім пробігом.

4 Багато часу автомобілі простоюють в очікуванні, бо немає чіткого графіку. Ще збільшує тривалість часу обороту та потребує більшу кількість автомобілів.

Ці недоліки суттєво збільшують експлуатаційні витрати. Тому в проєктному варіанті пропонується провести наступні заходи з усунення цих недоліків:

1 На основі обробки статистичних даних при замовлення цементу одержувачам, проаналізувати та спрогнозувати вантажопотоки.

2 Раціоналізувати закріплення заводів-відправників цементу за споживачами, вирішивши транспортну задачу.

3 Розробити розвізні маршрути, мінімізувавши порожні пробіги.

4 Оптимізувати схему розміщення вантажів (піддонів з мішками) в рухомому складі з дотриманням умов охорони праці і техніки безпеки.

5 Розрахувати необхідну кількість автомобілів різної місткості та обрати оптимальний варіант.

6. Зменшити загальний пробіг транспортних засобів.

7 Мінімізувати річні експлуатаційні витрати на доставку цементу в мішках.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок основних статистичних даних підприємств постачальників цементу

В магістерській роботі в якості постачальників цементу фасованого в мішки вагою 25 кг є: Одеський цементний завод (м. Одеса), Миколаївський цементний завод (Львівська область), Криворізький цементний завод (м. Кривий Ріг).

З даних підприємств цемент в мішках поступає до одержувачів: м. Львів, м. Тернопіль, м. Хмельницький, м. Київ, м. Вінниця, м. Дніпро, м. Миколаїв (Миколаївська область).

Це великі торгівельні центри будівельних матеріалів з критими складськими приміщеннями для зберігання вантажів.

Для визначення вантажообороту необхідно проаналізувати статистику надходження вантажів на кожний вантажний пункт.

Статистичні дані були зібрані протягом 30 тижнів. Показники представлені в тоннах, мішках та одиницях тари п кожному одержувачу [8;9].

Дані були зібрані на основі заявок, які надходили від одержувачів.

Результати обробки вихідних статистичних даних є основою для визначення нерівномірності поставок цементу в мішках на постійних (стабільних) вантажопотоках.

Вихідні дані представлені в табл. 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 та 2.7.

Таблиця 2.1 – Статистичні дані надходження цементу м. Львів

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	275	16	225
2	325	17	275
3	425	18	275
4	275	19	250
5	250	20	150
6	250	21	225
7	225	22	250
8	375	23	275
9	325	24	300
10	275	25	300
11	275	26	225
12	250	27	250
13	225	28	200
14	225	29	150
15	225	30	150

Вихідні дані постачання цементу у м. Тернопіль наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Статистичні дані надходження цементу м. Тернопіль

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	175	16	225
2	225	17	200
3	125	18	200
4	275	19	200

Кінець таблиці 2.2

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
5	250	20	150
6	350	21	200
7	125	22	150
8	175	23	175
9	225	24	200
10	175	25	300
11	100	26	225
12	350	27	200
13	125	28	200
14	325	29	150
15	125	30	100

Вихідні дані постачання цементу у м. Хмельницький наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Статистичні дані надходження цементу м. Хмельницький

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	225	16	175
2	225	17	225
3	325	18	325
4	150	19	300
5	200	20	150
6	250	21	250

Кінець таблиці 2.3

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
7	225	22	150
8	275	23	200
9	300	24	300
10	275	25	150
11	200	26	225
12	250	27	225
13	225	28	300
14	250	29	250
15	250	30	250

Вихідні дані постачання цементу у м. Київ показані у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Статистичні дані надходження цементу м. Київ

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	475	16	325
2	325	17	375
3	425	18	375
4	300	19	200
5	350	20	350
6	350	21	325
7	300	22	275
8	375	23	375
9	325	24	350
10	375	25	200
11	275	26	225

Кінець табл. 2.4

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
12	250	27	200
13	325	28	300
14	225	29	350
15	200	30	275

Потреба в цементі (мішки) для споживачів у м. Вінниця представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Статистичні дані надходження цементу м. Вінниця

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	175	16	125
2	125	17	225
3	225	18	200
4	250	19	150
5	150	20	175
6	150	21	125
7	225	22	50
8	175	23	225
9	125	24	200
10	175	25	300
11	175	26	200
12	150	27	150
13	225	28	100
14	125	29	100
15	100	30	250

Потреба в цементі (мішки) для споживачів у м. Дніпро представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Статистичні дані надходження цементу м. Дніпро

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	375	16	225
2	225	17	225
3	275	18	300
4	250	19	150
5	250	20	275
6	350	21	125
7	325	22	250
8	375	23	275
9	225	24	270
10	175	25	350
11	275	26	300
12	350	27	250
13	325	28	300
14	225	29	275
15	300	30	275

Потреба в цементі (мішки) для споживачів у м. Миколаїв (Миколаївська область) представлені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Статистичні дані надходження цементу м. Миколаїв

Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків	Номер спостереження	Кількість вантажу, мішків
1	250	16	225
2	225	17	225
3	200	18	400
4	200	19	350
5	250	20	175
6	150	21	325
7	225	22	350
8	375	23	275
9	275	24	275
10	100	25	350
11	375	26	300
12	325	27	250
13	325	28	300
14	225	29	275
15	300	30	275

Для визначення тижневих вантажопотоків розраховуємо статистичні величини, які дадуть змогу визначити вихідні вантажопотоки для кожного одержувача окремо. Значення вантажопотоків округляємо до величини, яка кратна 25 – вага одного мішка з цементом.

Таблиця 2.8 – Розрахункові статистичні показники для вантажоодержувачів цементу в мішках

м. Львів						
Мат.очік.	Дисп.	Ст.відх.	Коеф.вар.	Коеф.нер.	Отрим.знач.	Розрах. знач.
256,667	3237,377	59,43	0,22	1,22	313,13	325
м. Тернопіль						
200	4612,069	67,912	0,34	1,34	268	275
м. Хмельницький						
236,667	2574,713	50,742	0,214	1,24	288	300
м. Київ						
312,5	4859,914	69,713	0,22	1,22	381,25	400
м. Вінниця						
170,833	3063,937	55,353	0,32	1,32	225,5	225
м. Дніпро						
271,5	3695,086	60,787	0,22	1,22	331,23	350
м. Миколаїв						
271,667	4945,402	71,565	0,26	1,26	342,3	350

2.2 Розрахунок транспортної задачі доставки цементу в мішках одержувачам

В роботі для найвигіднішого закріплення постачальників за одержувачами пропонується вирішити транспортну задачу [10;11;12].

Цемент в мішках (25 кг) доставляють три постачальника:

1 Миколаївський Цементний завод, розташований в м. Миколаїв Львівської області.

2 Одеський цементний завод (м. Одеса).

3 Криворізький цементний завод (м. Кривий Ріг).

Вихідні дані для розрахунків представлені в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Вихідні дані доставки піску в мішках

Відпр/ Одерж.	Львів	Тернопіль	Хмельн.	Київ	Вінн.	Дніпро	Микол
	325	275	300	400	225	350	350
МикЛІ	36км	158 км	271км	578км	395км	1050км	848 км
1125	39 хв	2год28хв	3год.42хв	6год. 33хв	5год 34хв	12год. 34хв	12год. 01хв
Кр.Ріг	796км	665км	573км	394км	424км	181км	178км
750	11год. 54хв	10год. 06хв	7год 48хв	5год. 55хв	6год. 46хв	2год. 54хв.	4год. 30хв
Одеса	797	666км	551км	473км	423км	579км	133км
350	10год. 31хв.	8год52хв	7год. 7хв	5год. 11хв.	5год.	8год. 30хв	2год. 3хв

З метою спрощення розрахунків вводяться наступні скорочення:

Постачальники:

A1 – Миколаїв (Львівська область);

A2 – Криворізький цементний завод;

A3 – Одеський цементний завод,

Одержувачі:

B1 – Львів;

B2 – Тернопіль;

B3 – Хмельницький;

B4 – Київ;

B5 – Вінниця;

B6 – Дніпро;

B7 – Миколаїв (Миколаївська область).

Зазначимо ці дані в таблиці 2.10

Таблиця 2.10 – Вихідний план перевезень

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси у відправн.
A1	36	158	271	578	395	1050	848	1200
A2	796	665	573	394	424	181	178	800
A3	797	666	551	473	423	579	133	500
Потреба одерж.	325	275	300	400	225	350	350	2225/2500

В клітинках таблиці вказана відстань між відправником та одержувачем піску, а також потреба та рівень запасів у відправників [13].

Як видно з табл. 2.10 запасів у постачальників більше, ніж потреба. Тому дефіциту не виникає.

Визначаємо виконання необхідних умов для рішення транспортної задачі:

$$\sum a = 1200 + 800 + 500 = 2500$$

$$\sum b = 325 + 275 + 300 + 400 + 225 + 350 + 350 = 2225$$

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що вихідна модель запропонованої транспортної задачі є відкритою (рівень запасів перевищують потребу).

Для подальших розрахунків пропонується з відкритої моделі отримати закриту. Для цього необхідно визначити фіктивну додаткову потребу:

$$\Phi_{\text{дод.}} = 2500 - 2225 = 275 \text{ од.}$$

Приймаємо, що відстань перевезень дорівнює 0.

Складаємо спеціальну розподільчу таблицю вихідних даних.

Таблиця 2.11 – Розподільча таблиця даних

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Запаси у відправн
A1	36	158	271	578	395	1050	848	0	1200
A2	796	665	573	394	424	181	178	0	800
A3	797	666	551	473	423	579	133	0	500
Потреба одерж.	325	275	300	400	225	350	350	275	

Методика рішення транспортної задачі виконується в декілька кроків.

Крок 1. Знаходження першого опорного плану [14].

Для рішення даної задачі з метою створення опорного плану 1 необхідно користуватися критерієм мінімальної відстані між пінктами постачальниками цементу в мішках та одержувачами продукції. Для цього знаходимо клітинку з мінімальним значенням та записують в неї найменші числові значення a_i , чи b_j .

Далі необхідно виключити з розглядання строку (у випадку, коли у відправника запаси вичерпані) або стовбчик (у випадку, якщо в отримувача повністю задоволена потреба у вантажі).

З отриманого наступного опорного плану знов обирають клітинку, з найменшою відстанню доставки. Таким чином, клітинки будуть виключатися з розгляду до тих пір, поки запит отримувачів не буде задоволений, а запаси у вантажовідправників вичерпані.

Як показали розрахунки, дефіциту у вантажовідправників немає.

Таким чином перший елемент опорного плану дорівнює 36 ($c_{11}=36$)

Запаси, які стосуються даного елемента таблиці складають 1200 од.

Потреба одержувача складає 325 од.

Мінімальним значенням є 325, тому його слід відняти:

$$x_{11} = \min(1200, 325) = 325.$$

Корегуємо попередні дані, записані в таблиці 2.11.

Таблиця 2.12 – Опорний план №2

36	158	271	578	395	1050	848	0	1200 - 325 = 875
x	665	573	394	424	181	178	0	800
x	666	551	473	423	579	133	0	500
325 - 325 = 0	275	300	400	225	350	350	275	

Для наступного елемента ($c_{37}=133$) рівень запасу у відправника складає 500, що більше ніж потреба – 350.

Значення 350 є мінімальним, тому його слід відняти. Отримуємо:

$$x_{37} = \min(500, 350) = 350.$$

Опорний план змінюємо в таблиці 2.13

Таблиця 2.13 – Опорний план №3

36	158	271	578	395	1050	x	0	875
x	665	573	394	424	181	x	0	800
x	666	551	473	423	579	133	0	500 - 350 = 150
0	275	300	400	225	350	350 - 350 = 0	275	

Для $c_{12}=158$ запаси складають 875. Загальна потреба одержувача – 275, тоді:

$$x_{12} = \min(875, 275) = 275.$$

Таблиця 2.14 – Опорний план №4

36	158	271	578	395	1050	x	0	875 - 275 = 600
x	x	573	394	424	181	x	0	800
x	x	551	473	423	579	133	0	150
0	275 - 275 = 0	300	400	225	350	0	275	

Для $c_{12}=181$ запаси складають 800. Загальна потреба одержувача – 350, тоді:

$$x_{26} = \min(800, 350) = 350.$$

Таблиця 2.15 – Опорний план №5

36	158	271	578	395	x	x	0	600
x	x	573	394	424	181	x	0	800 - 350 = 450
x	x	551	473	423	x	133	0	150
0	0	300	400	225	350 - 350 = 0	0	275	

Для $c_{13}=271$ запаси складають 600. Загальна потреба одержувача – 300, тоді:

$$x_{13} = \min(600, 300) = 300.$$

Таблиця 2.16 – Опорний план №6

36	158	271	578	395	x	x	0	600 - 300 = 300
x	x	x	394	424	181	x	0	450
x	x	x	473	423	x	133	0	150
0	0	300 - 300 = 0	400	225	0	0	275	

Для $c_{24}=394$ запаси складають 600. Загальна потреба одержувача – 450, тоді:

$$x_{24} = \min(450, 400) = 400.$$

Таблиця 2.17 – Опорний план №7

36	158	271	x	395	x	x	0	300
x	x	x	394	424	181	x	0	450 - 400 = 50
x	x	x	x	423	x	133	0	150
0	0	0	400 - 400 = 0	225	0	0	275	

Для $c_{15}=395$ запаси складають 300. Загальна потреба одержувача – 225, тоді:

$$x_{15} = \min(300, 225) = 225.$$

Таблиця 2.18 – Опорний план №8

36	158	271	x	395	x	x	0	300 - 225 = 75
x	x	x	394	x	181	x	0	50
x	x	x	x	x	x	133	0	150
0	0	0	0	225 - 225 = 0	0	0	275	

Для $c_{18}=0$ запаси складають 600. Запаси в даному плані складають 75, потреба одержувача складають – 450, віднімаємо величину 75, тоді:

$$x_{18} = \min(75, 275) = 75.$$

Таблиця 2.19 – Опорний план №9

36	158	271	x	395	x	x	0	75 - 75 = 0
x	x	x	394	x	181	x	0	50
x	x	x	x	x	x	133	0	150
0	0	0	0	0	0	0	275 - 75 = 200	

Для $c_{28}=0$ запаси складають 300. Рівень запасів – 50, а необхідно 200, тоді:

$$x_{28} = \min(50, 200) = 50.$$

Таблиця 2.20 – Опорний план №10

36	158	271	x	395	x	x	0	0
x	x	x	394	x	181	x	0	50 - 50 = 0
x	x	x	x	x	x	133	0	150
0	0	0	0	0	0	0	200 - 50 = 150	

Для $s_{38}=0$ запаси складають 150. Рівень запасів – 150, а необхідно 150, тоді:

$$x_{38} = \min(150, 150) = 150.$$

Таблиця 2.21 – Опорний план №11

36	158	271	x	395	x	x	0	0
x	x	x	394	x	181	x	0	0
x	x	x	x	x	x	133	0	150 - 150 = 0
0	0	0	0	0	0	0	150 - 150 = 0	

Скорегований опорний план представимо таблицею 2.22

Таблиця 2.22 – Перетворений опорний план

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	За- па- си
A1	36 [325]	158 [275]	271 [300]	578	395 [225]	1050	848	0 [75]	120 0
A2	796	665	573	394 [400]	424	181 [350]	178	0 [50]	800
A3	797	666	551	473	423	579	133 [350]	0 [150]	500
Необх. кі- лькість	325	275	300	400	225	350	350	275	

З таблиці 2.22 (першого опорного плану) видно, що весь вантажопотік освоєна, тобто потреба споживачів цементу в мішках задоволена. Цей план повністю виконує всі умови транспортної задачі.

Кількість заповнених клітинок складає 10, що відповідає умові $m + n - 1 = 10$, що свідчить про невиродженість даного опорного плану.

Цільова функція має наступний вигляд:

$$F(x) = 36 \cdot 325 + 158 \cdot 275 + 271 \cdot 300 + 395 \cdot 225 + 0 \cdot 75 + 394 \cdot 400 + 181 \cdot 350 + 0 \cdot 50 + 133 \cdot 350 + 0 \cdot 150 = 492825 \text{ (од.} \cdot \text{ км)}.$$

Крок 2. Удосконалення опорного плану.

Визначаємо чи є опорний план оптимальним. Для цього визначаємо попередні потенціали u_i, v_j . Для цього знаходимо ті клітинки в опорному плані, які задіяні. В них $u_i + v_j = c_{ij}$. Приймаємо, що $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_1 = 36; 0 + v_1 = 36; v_1 = 36$$

$$u_1 + v_2 = 158; 0 + v_2 = 158; v_2 = 158$$

$$u_1 + v_3 = 271; 0 + v_3 = 271; v_3 = 271$$

$$u_1 + v_5 = 395; 0 + v_5 = 395; v_5 = 395$$

$$u_1 + v_8 = 0; 0 + v_8 = 0; v_8 = 0$$

$$u_2 + v_8 = 0; 0 + u_2 = 0; u_2 = 0$$

$$u_2 + v_4 = 394; 0 + v_4 = 394; v_4 = 394$$

$$u_2 + v_6 = 181; 0 + v_6 = 181; v_6 = 181$$

$$u_3 + v_8 = 0; 0 + u_3 = 0; u_3 = 0$$

$$u_3 + v_7 = 133; 0 + v_7 = 133; v_7 = 133$$

Отримані результати розрахунків заносимо в таблицю 2.23.

Таблиця 2.23 – Удосконалений опорний план

	$v_1=36$	$v_2=158$	$v_3=271$	$v_4=394$	$v_5=395$	$v_6=181$	$v_7=133$	$v_8=0$
$u_1=0$	36 [325]	158 [275]	271 [300]	578	395 [225]	1050	848	0[75]
$u_2=0$	796	665	573	394 [400]	424	181[350]	178	0[50]
$u_3=0$	797	666	551	473	423	579	133 [350]	0 [150]

В таблиці 2.23 всі оцінки не зайнятих клітинок задовільняють умовам задачі: $u_i + v_j \leq c_{ij}$, що свідчить про оптимальність даного опорного плану.

Критерієм оптимальності є мінімізація транспортної роботи. Визначаємо мінімальну (оптимальну) транспортну роботу:

$$F(x) = 36 \cdot 325 + 158 \cdot 275 + 271 \cdot 300 + 395 \cdot 225 + 0 \cdot 75 + 394 \cdot 400 + 181 \cdot 350 + 0 \cdot 50 + 133 \cdot 350 + 0 \cdot 150 = 492825.$$

Аналізуючи результати розрахунків транспортної задачі отримали наступні результати:

1 З Миколаївського (Львівська область) цементного заводу цемент в мішках доставляється в м. Львів – 325 мішків за тиждень; в м. Тернопіль – 275 мішків; в м. Хмельницький - 300 мішків та м. Вінниця – 225 мішків.

2 З Криворізького цементного заводу вантаж доставляється в м. Київ – 400 мішків та в м. Дніпро – 350 мішків.

3 З Одеського цементного заводу цемент доставляється одержувачу у м. Миколаїв – 350 мішків.

На Миколаївському цементному заводі залишається залишок в розмірі 75 мішків, тому оптимальний опорний план є виродженим - $x_{18}=0$.

На Криворізькому цементному заводі залишок на складі складає 50 мішків, базисний план вироджений - $x_{28}=0$.

На Одеському цементному заводі залишок після замовлень одержувача складає 150 мішків; тому оптимальний опорний план є виродженим.

Схема розподілення постачальників за споживачами представлена на рисунку 2.1.

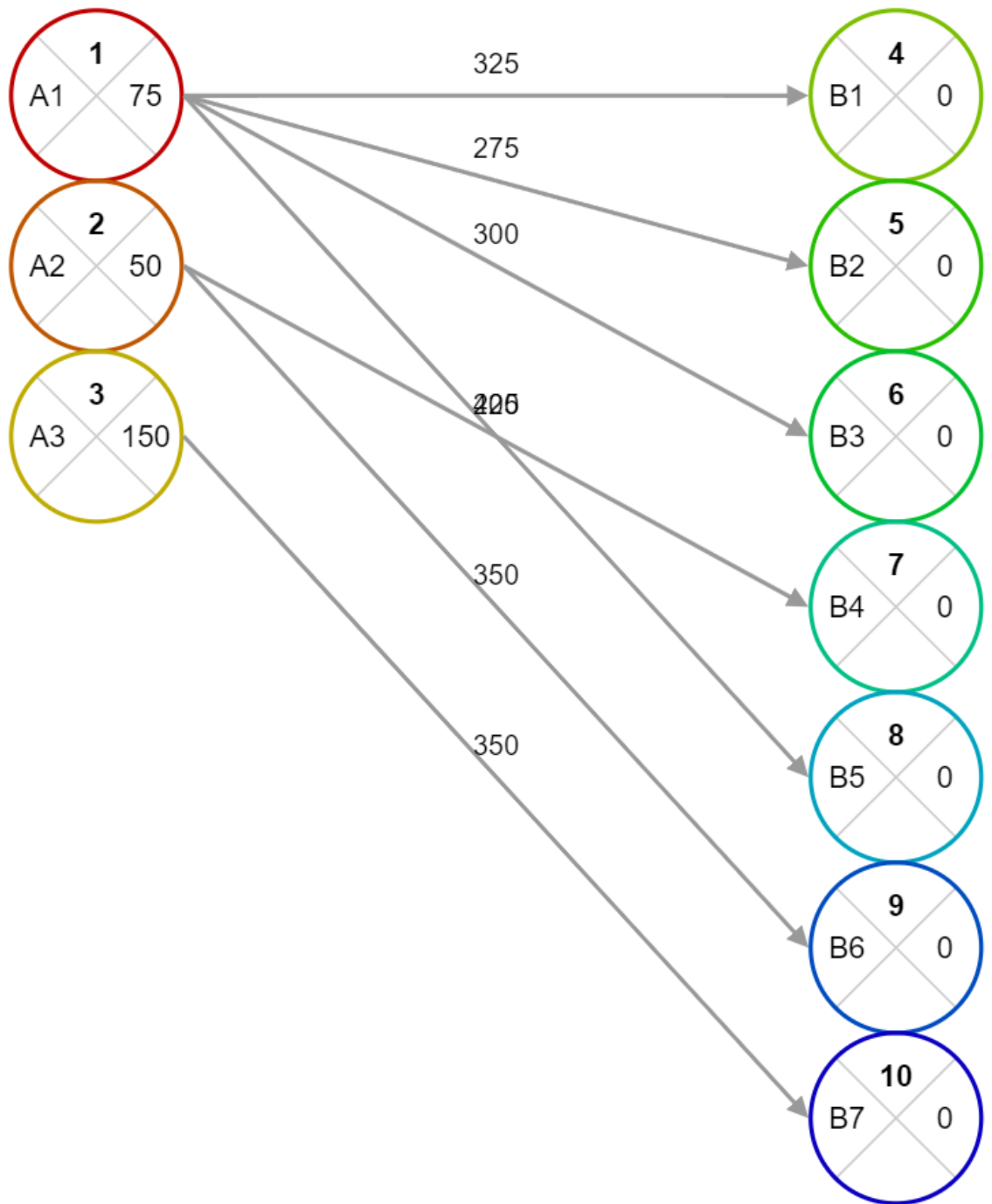


Рисунок 2.1 – Схема розподілення постачальників цементу за споживачами

2.3 Розробка маршрутів доставки цементу в мішках

2.3.1 Розробка маршрутів за варіантом №1

На підставі результатів розрахунків транспортної задачі отримали наступні маршрути доставки піску в мішках вагою 25 кг:

Постачальник №1 (м. Миколаїв Львівська область)

Маршрут №1:

м. Миколаїв (Львівська область) – м. Львів - м. Миколаїв (Львівська обл.).

Маршрут №2:

м. Миколаїв (Львівська обл.)– м. Тернопіль - м. Миколаїв Львівська обл).

Маршрут №3:

м. Миколаїв (Львівська обл.) - м. Хмельницький - м. Миколаїв (Львівська обл.)

Маршрут №4:

м. Миколаїв (Львівська обл.) - м. Вінниця - м. Миколаїв (Львівська обл.)

Постачальник №2 (м. Кривий Ріг):

Маршрут №5:

м. Кривий Ріг – м. Київ - м. Кривий Ріг .

Маршрут №6:

м. Кривий Ріг – м. Дніпро – Кривий Ріг

Постачальник №3 (м. Одеса)

Маршрут №7:

м. Одеса – м. Миколаїв – м. Одеса.

Всі маршрути з зворотнім холостим пробігом та маятникові [10; 13].

Визначаємо час руху по зазначених маршрутах першого варіанту:

Маршрут №1:

$$L_{M1} = 10 + 36 + 36 + 10 = 92 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

$$L_{M2} = 10 + 158 + 158 + 10 = 336 \text{ км.}$$

Маршрут №3:

$$L_{M3} = 10 + 271 + 271 + 10 = 562 \text{ км.}$$

Маршрут №4:

$$L_{M4} = 10 + 395 + 395 + 10 = 810 \text{ км.}$$

Маршрут №5:

$$L_{M5} = 15 + 394 + 394 + 15 = 818 \text{ км.}$$

Маршрут №6:

$$L_{M6} = 15 + 181 + 181 + 15 = 392 \text{ км.}$$

Маршрут №7:

$$L_{M7} = 15 + 133 + 133 + 15 = 296 \text{ км.}$$

Схема маршрутів варіанту №1 представлені на рисунку 2.2.

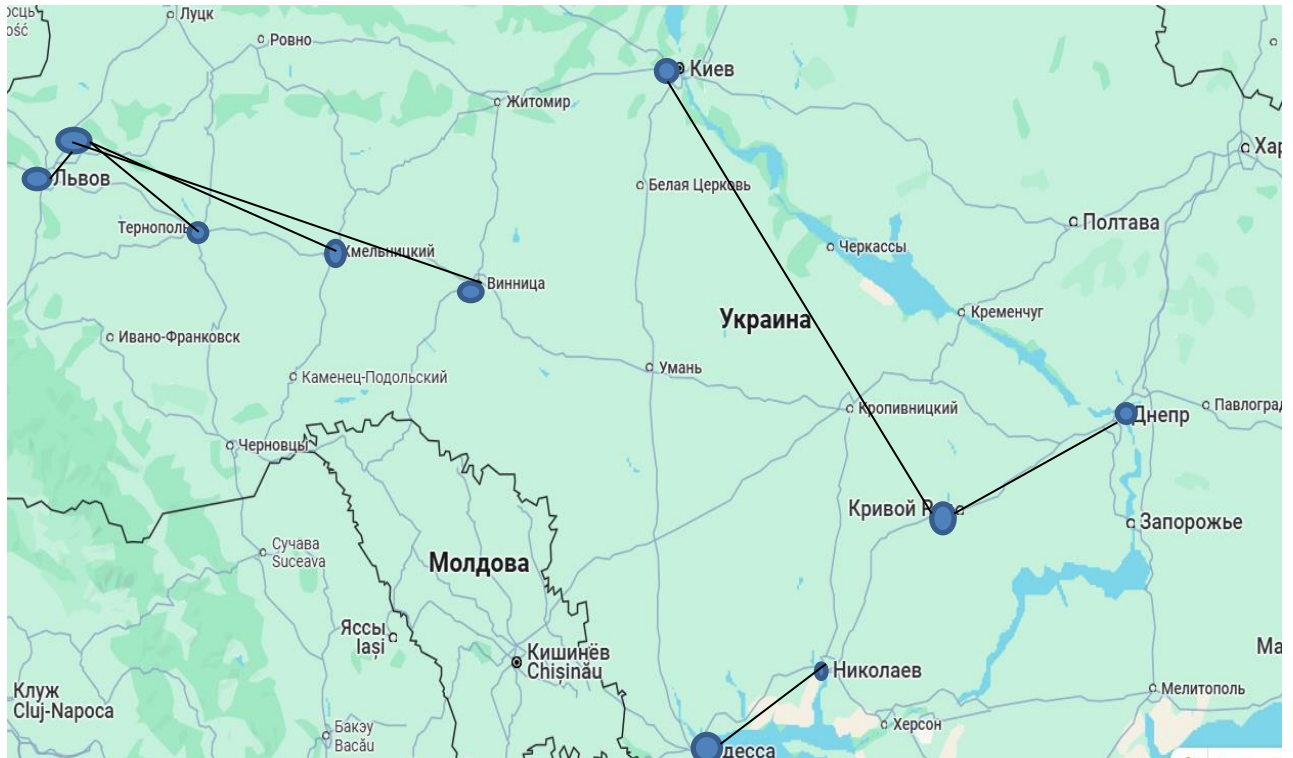


Рисунок 2.2 – Схема маршрутів (варіант №1)

Визначаємо час руху по кожному маршруту без врахування часу на простої та вантажні операції. Приймаємо середній час руху 60 км за годину.

Маршрут №1:

$$t_{M1} = 0,17 + 0,6 + 0,6 + 0,17 = 2 \text{ год.}$$

Маршрут №2:

$$t_{M2} = 0,17 + 2,6 + 2,6 + 0,17 = 6 \text{ год.}$$

Маршрут №3:

$$t_{M3} = 0,17 + 4,5 + 4,5 + 0,17 = 10 \text{ год.}$$

Маршрут №4:

$$t_{M4} = 0,17 + 6,6 + 6,6 + 0,17 = 14 \text{ год.}$$

Маршрут №5:

$$t_{M5} = 0,25 + 6,6 + 6,6 + 0,25 = 14 \text{ год.}$$

Маршрут №6:

$$t_{M6} = 0,25 + 3,0 + 3,0 + 0,25 = 7 \text{ год.}$$

Маршрут №7:

$$t_{M7} = 0,25 + 2,2 + 2,2 + 0,25 = 6 \text{ год.}$$

2.3.2 Розробка маршрутів за варіантом №2

У варіанті №2 пропонується об'єднати декілька маршрутів в один розвізний. Для цього використовуємо результати розрахунків транспортної задачі.

Результати складання маршрутів будуть підставою для вибору транспортного засобу за вантажопідйомністю.

Схема маршрутів показана на рисунку 2.3

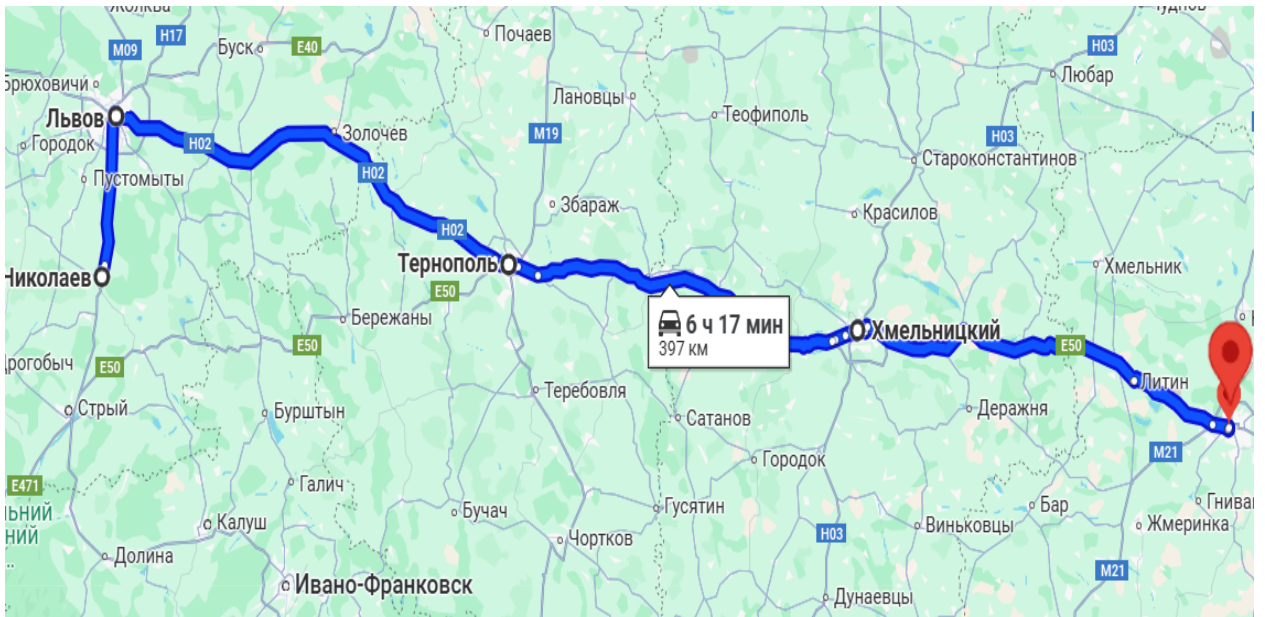


Рисунок 2.3 – Схема маршруту 1 (варіант 2)

Маршрут №1: Миколаїв (Львівська область) – Львів – Тернопіль – Хмельницький – Вінниця – Миколаїв (Львівська область).

Час, витрачений на рух автомобіля, складає:

$t_{M1} = 0,17 + 6,28 + 6,28 + 0,17 = 13$ год. (без врахування часу вантажних операцій).

Маршрут №2: Кривий Ріг – Київ – Дніпро – Кривий Ріг.

Час руху по маршруту складає:

$t_{M2} = 0,25 + 7,8 + 7,8 + 0,25 = 16$ год (без врахування часу вантажних операцій).

Схема маршруту 2 (варіант 2) представлений на рисунку 2.4.

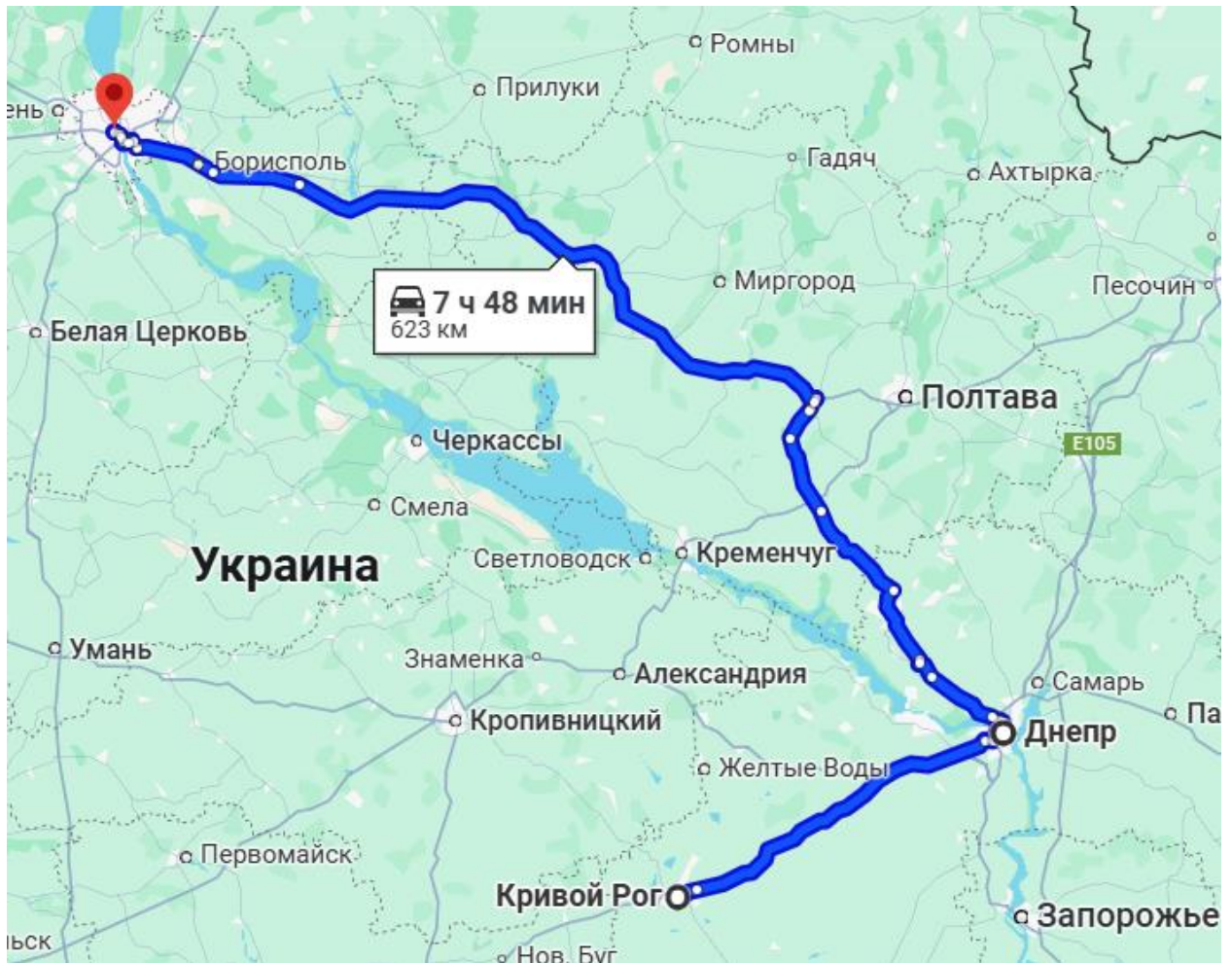


Рисунок 2.4 - Схема маршруту 2 (варіант 2)

Маршрут №3: Одеса – Миколаїв – Одеса .

Час руху автомобіля даним маршрутом складає:

$$t_{M3} = 0,25 + 2,2 + 2,2 + 0,25 = 6 \text{ год.}$$

Відповідно до розрахунків транспортної задачі маршрут №3 залишається без змін (аналогічний маршруту №7 варіанту 1).

Схема маршруту №3 наведена на рисунку 5.

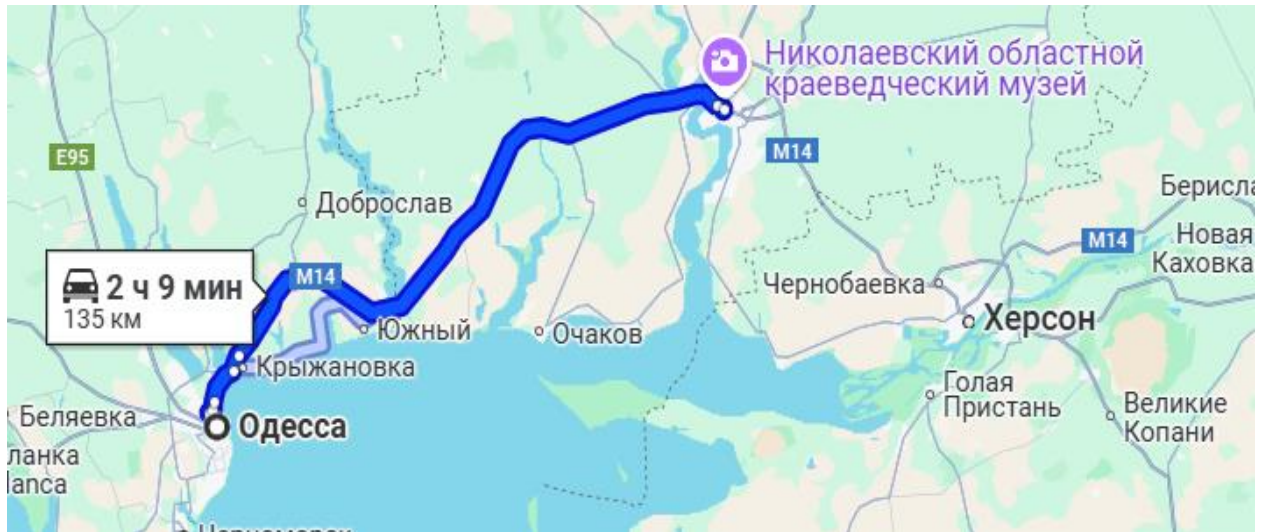


Рисунок 2.5 - Схема маршруту 3 (варіант 2)

Таким чином, отримали три розвізних маршрути, оптимізувати які можливо частковим або повним завантаженням вантажем у зворотному напрямку.

2.4 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу для варіанту №1

Для варіанту №1 пропонується задіяти автомобілі вантажопідйомністю 5 тонн. Розрахунок проводимо в декілька етапів:

1 Визначаємо потрібну кількість піддонів 1200*800 з цементом у мішках 25 кг.

Автомобіль вантажопідйомністю 5 т вміщує 15 піддонів розміром 1,2м*0,8м. Кожна палета (піддон) вміщує 20 мішків з цементом по 0,025 т.

Вага цементу на піддоні

$$П = 20 \cdot 0,025 = 0,5 \text{ т.}$$

Визначаємо кількість мішків з цементом, яка вміщується в автомобіль згідно загальної місткості та вантажопідйомності.

$$В(1) = 5 / (0,5 + 0,0056) = 9 \text{ піддонів.}$$

Незважаючи на те, що за місткістю можна розмістити в рухомому складі 15 піддонів, згідно вантажопідйомності автомобіль може перевозити 9 піддонів з цементом в мішках. [10; 12; 13;14]

Враховуючи цей факт, кількість автомобілів необхідно визначати не в тоннах, а в одиницях (мішках, піддонах).

Кількість їздок транспортних засобів Mercedes (5 тонн) визначаємо для кожного маршруту варіанту 1.

Маршрут №1. Миколаїв (Львівська область) – Львів – 325 мішків цементу.

$$\text{Потрібна кількість піддонів} - П_1 = 325 / 20 = 16,25 = 17 \text{ од.};$$

$$\text{Потрібна кількість їздок} - N_1 = 17 / 9 = 2 \text{ їздки.}$$

Маршрут №2. Миколаїв (Львівська область) – Тернопіль – 275 мішків.

$$\text{Потрібна кількість піддонів} - П_2 = 275 / 20 = 14,75 = 15 \text{ од.};$$

$$\text{Потрібна кількість їздок} - N_2 = 15 / 9 = 2 \text{ їздки.}$$

Маршрут №3. Миколаїв (Львівська область) – Хмельницький – 300 мішків.

$$\text{Потрібна кількість піддонів} - П_3 = 300 / 20 = 15 \text{ од.};$$

$$\text{Потрібна кількість їздок} - N_3 = 15 / 9 = 2 \text{ їздки.}$$

Маршрут №4. Миколаїв (Львівська область) – Вінниця – 225 мішків.

Потрібна кількість піддонів – $P_4 = 225 / 20 = 11,25 = 12$ од.;

Потрібна кількість їздок – $N_4 = 12 / 9 = 2$ їздки.

Маршрут №5. Кривий Ріг – Київ – 400 мішків.

Потрібна кількість піддонів – $P_5 = 400 / 20 = 20$ од.;

Потрібна кількість їздок – $N_5 = 20 / 9 = 3$ їздки.

Маршрут №6. Кривий Ріг – Дніпро – 3250 мішків.

Потрібна кількість піддонів – $P_6 = 350 / 20 = 17,5 = 18$ од.;

Потрібна кількість їздок – $N_6 = 18 / 9 = 2$ їздки.

Маршрут №7. Одеса – Миколаїв – 350 мішків.

Потрібна кількість піддонів – $P_7 = 350 / 20 = 17,5 = 18$ од.;

Потрібна кількість їздок – $N_7 = 18 / 9 = 2$ їздки.

Враховуючи кількість їздок по кожному маршруту, визначаємо загальний пробіг за тиждень який виконують всі автомобілі згідно варіанту №1.

$$L_1 = 2 \cdot 92 = 184 \text{ км};$$

$$L_2 = 2 \cdot 336 = 672 \text{ км};$$

$$L_3 = 2 \cdot 562 = 1124 \text{ км};$$

$$L_4 = 2 \cdot 810 = 1620 \text{ км};$$

$$L_5 = 3 \cdot 818 = 2454 \text{ км};$$

$$L_6 = 2 \cdot 392 = 784 \text{ км};$$

$$L_7 = 2 \cdot 296 = 592 \text{ км}$$

Визначаємо річний пробіг: $L_{\text{річ.вар.1}} = (104 + 672 + 1124 + 1620 + 2454 + 784 + 592) \cdot 52 = 382200$ км за рік.

2.5 Розрахунок потрібної кількості рухомого складу для варіанту №2

Для варіанту №2 в магістерській роботі пропонується на складених маршрутах використовувати автомобілі з максимальною вантажопідйомністю 10 тонн.

Зазвичай в таких автомобілях стандартні піддони 1200*800 вміщуються у кількості 18 - 20 одиниць.

Вага цементу з піддоном (брутто) становить:

$$B(2) = 10 / (0,5 + 0,0056) = 19,77 = 19 \text{ піддонів.}$$

Розраховуємо кількість їздок по кожному маршруту варіанту №2.

Для цього необхідно визначити тижневий вантажопотік по кожному маршруту.

Для маршруту №1:

$$J_1 = 325 + 275 + 300 + 225 = 1725 \text{ од.}$$

Для маршруту №2:

$$J_2 = 400 + 350 = 750 \text{ од.}$$

Для маршруту №3:

$$J_3 = 350 \text{ од.}$$

Визначаємо необхідну кількість тари (піддонів) та число їздок за тиждень.

Маршрут №1: Миколаїв (Львівська область) – Львів – Тернопіль – Хмельницький – Вінниця – Миколаїв (Львівська область).

$$\text{Потрібна кількість піддонів} - P_1 = 1725 / 20 = 86,25 = 87 \text{ од.};$$

$$\text{Потрібна кількість їздок} - N_1 = 87 / 19 = 4,5 = 5 \text{ їздок.}$$

Маршрут №2: Кривий Ріг – Дніпро - Київ – Кривий Ріг.

$$\text{Потрібна кількість піддонів} - P_2 = 750 / 20 = 37,5 = 38 \text{ од.};$$

$$\text{Потрібна кількість їздок} - N_2 = 38 / 19 = 2 \text{ їздки.}$$

Маршрут №3: Одеса – Миколаїв – Одеса .

$$\text{Потрібна кількість піддонів} - P_7 = 350 / 20 = 17,5 = 18 \text{ од.};$$

$$\text{Потрібна кількість їздок} - N_7 = 18 / 19 = 1 \text{ їздка.}$$

Визначаємо пробіг по маршрутах варіанту №2 за тиждень, враховуючи кількість їздок:

Маршрут №1:

$$L_1 = (397 + 10) \cdot 2 = 814 \cdot 5 = 4070 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

$$L_2 = (623 + 15) \cdot 2 = 1276 \cdot 2 = 2552 \text{ км.}$$

Маршрут №3:

$$L_2 = 1 \cdot 296 = 296 \text{ км.}$$

Визначаємо річний пробіг: $L_{\text{річ.вар.2}} = (4070 + 2552 + 296) \cdot 52 = 359736$ км.

Таким чином, порівнюючи два варіанта (382200 км та 359736) другий виявився на $(382200 - 359736 = 22464)$ км за рік менший.

2.6 Розрахунок кількості рухомого складу для варіанту №1

Згідно розробленим маршрутам варіанту №1, всі маршрути є маятниковими, на яких працюють автомобілі вантажопідйомністю 5 тонн. Періодичність поставок цементу в мішках складає один раз на тиждень до кожного одержувача [4].

Для визначення потрібної кількості транспортних засобів необхідно визначити час обороту. Час обороту автомобіля враховує наступні показники:

- Час руху на маршруті в обох напрямках;
- Час виконання вантажних операцій;
- Час простою або тривалого відпочинку водіїв;
- Час на нульові пробіги.

Розраховуємо час обороту по кожному маршруту у відправників:

Постачальник №1 Миколаїв (Львівська область)

Маршрут №1:

$$T_{\text{об. M1}} = (0,17 + 0,6 + 0,6 + 0,17) + 2 + 1 = 5 \text{ год.}$$

Кількість їздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля 2 доби

Маршрут №2:

$$T_{об. M2} = (0,17 + 2,6 + 2,6 + 0,17) + 2 + 1 = 9 \text{ год.}$$

Кількість іздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля – 2 доби.

Маршрут №3:

$$T_{об. M3} = (0,17 + 4,5 + 4,5 + 0,17) + 2 + 1 = 13 \text{ год.}$$

Кількість іздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля – 2 доби.

Маршрут №4:

$$T_{об. M4} = (0,17 + 6,6 + 6,6 + 0,17) + 2 + 1 = 17 \text{ год.}$$

Кількість іздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля – 4 доби.

Постачальник №2 (Кривий Ріг)

Маршрут №5:

$$T_{об. M5} = (0,25 + 6,6 + 6,6 + 0,25) + 2 + 1 = 17 \text{ год.}$$

Кількість іздок – 3.

Тривалість обороту автомобіля – 6 діб.

Маршрут №6:

$$T_{об.М6} = (0,25 + 3,0 + 3,0 + 0,25) + 2 + 1 = 10 \text{ год.}$$

Кількість їздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля – 2 доби.

Постачальник №3 (Одеса)

Маршрут №7:

$$T_{об.М7} = (0,25 + 2,2 + 2,2 + 0,25) + 2 + 1 = 9 \text{ год.}$$

Кількість їздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля – 2 доби.

Таким чином, за результатами розрахунків отримали, що кількість автомобілів (враховуючи, що п'ять робочі днів у тижні) складає:

Відправник м. Миколаїв (Львівська область) –

$$A1 = 2 + 2 + 2 + 4/5 = 10 / 5 = 2 \text{ автомобіля.}$$

Відправник м Кривий Ріг:

$$A2 = 6 + 2 / 5 = 2 \text{ автомобіля.}$$

Відправник м. Одеса:

$$A3 = 2 / 5 = 1 \text{ автомобіль.}$$

$$A_{заг} = 2 + 2 + 1 = 5 \text{ автомобілів.}$$

2.7 Розрахунок кількості рухомого складу для варіанту №2

За другим варіантів було отримано три розвізні маршрути.

Визначаємо час обороту, кількість їздок та необхідну кількість автомобілів вантажопідйомністю десять тонн [14].

Постачальник №1 Миколаїв (Львівська область):

$$T_{об\ M1} = (0,17 + 6,28 + 6,28 + 0,17) + 4 + 2 = 19 \text{ год}$$

Кількість їздок – 5.

Тривалість обороту автомобіля – 10 доби.

Постачальник №2 Кривий Ріг:

$$T_{об\ M2} = (0,25 + 7,8 + 7,8 + 0,25) + 2 + = 12 \text{ год}$$

Кількість їздок – 2.

Тривалість обороту автомобіля – 4 доби.

Постачальник №3 Одеса:

$$T_{об\ M3} = (0,25 + 2,2 + 2,2 + 0,25) + 2 + 1 = 9 \text{ год.}$$

Кількість їздок – 1.

Тривалість обороту автомобіля – 1 доби.

Потрібна кількість автомобілів складає:

Відправник №1 м. Миколаїв (Львівська область) –

$$A_1 = 10 / 5 = 2 \text{ автомобіля.}$$

Відправник м Кривий Ріг:

$$A_2 = 4 / 5 = 1 \text{ автомобіль.}$$

Відправник м. Одеса:

$$A_3 = 1 / 5 = 1 \text{ автомобіль.}$$

$$A_{\text{заг}} = 2 + 1 + 1 = 4 \text{ автомобіля.}$$

З метою зменшення транспортних витрат в магістерській роботі пропонується з маршруту №2 автомобіль задіяти для перевезення цементу на маршрут №3, зробивши додаткову їздку.

Щоб ліквідувати порожній пробіг (м. Кривий Ріг – м. Одеса) пропонується завантажити автомобіль попутним вантажем.

Тому кількість автомобілів зменшиться з 4 до 3 одиниць.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Економічні розрахунки доставки цементу

В даній магістерській роботі представлений процес доставки цементу з наступних цементних заводів України:

- 1) : Одеський цементний завод (м. Одеса);
- 2) Миколаївський цементний завод (Львівська область);
- 3) Криворізький цементний завод (м. Кривий Ріг).

Виробники цементу доставляють його мішках по 25 кг на виробничі торгівельні склади до наступних одержувачів: м. Львів, м. Тернопіль, м. Хмельницький, м. Київ, м. Вінниця, м. Дніпро, м. Миколаїв.

За розробленими маршрутами цемент транспортується автомобілями 5 тонн та 10 тонн, згідно проєктного варіанту №1 та №2.

Розглянемо варіанти використання власного транспорту та орендованого для перевезення цементу.

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [15]:

$$Z_{екс}^{np} = Z_3^{np} + Z_c^{np} + Z_n^{np} + Z_{авт}^{np} + A_1 - Z_k^{np}, \quad (3.1)$$

де Z_3^{np} - заробітна плата водіїв грн;

Z_c^{np} - відрахування на соціальні заходи, грн;

Z_n^{np} - накладні витрати , грн;

$Z_{авт}^{np}$ - витрати на перевезення цементу автомобілями вантажопідйомністю 5 та 10 тонни, грн;

A_1 – амортизаційні відрахування, грн;

Вихідні дані для визначення заробітної плати представлені в таблиці

Таблиця 3.1 – Значення, які необхідні для визначення заробітної плати водіїв

Показник	Значення показників заробітної плати
N	Кількість водіїв, задіяних в перевезеннях приймаємо 5 за першим варіантом та 3 за другим.
$k_{\text{сп}}$	Коефіцієнт, який враховує витрати на премію водіїв автомобілів, $k_{\text{сп}} = 1,25$
$C_{\text{год}}$	Годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього <u>грейду</u> працівника), грн/год., приймаємо 67,5 грн./год водія автомобіля 5т; 68,0 – 10-ти <u>тонн</u> .
$\Phi_{\text{р}}$	Фонд робочого часу протягом року, за даними розрахунку складає $\Phi_{\text{р}} = 2069$ год.
7/6	Коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній
$k_{\text{кл}}$	Коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається в роботі середній показник $k_{\text{кл}} = 0,1$
$k_{\text{шк}}$	коефіцієнт, який враховує доплату за працю у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{\text{шк}} = 0,14$; для вантажників $k_{\text{шк}} = 0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{\text{шк}} = 0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{\text{шк}} = 0,04$.
$\Phi_{\text{св}}$	Час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі. $\Phi_{\text{св}} = 0$ год., оскільки робота в святкові дні не передбачається.

Зарплата водіям автомобілів нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [15]:

$$Z_{\epsilon}^{np} = N \cdot k_{np} \cdot C_{\text{год}} [\text{Ч}_p (7/6 + k_{\text{кл}} + k_{\text{шк}}) + \text{Ч}_{\text{св}}], \quad (3.2)$$

$$Z_{\epsilon}(\text{var1}) = 5 \cdot 1,25 \cdot 67,5 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 1192908 \text{ грн.}$$

$$Z_{\epsilon}(\text{var2}) = 3 \cdot 1,25 \cdot 68,0 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 721047 \text{ грн.}$$

Соціальне страхування становить 22 %:

$$Z_c(\text{var1}) = 0,22 \cdot 1192908 = 262440 \text{ грн.};$$

$$Z_c(\text{var2}) = 0,22 \cdot 721047 = 158630 \text{ грн.}$$

Накладні витрати у відсотках складають 34% визначається відносно заробітної плати водіїв транспортних засобів [15]:

$$Z_n^{np} = Z_z^{np} \cdot 0,34 \quad (3.3)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_{n(\text{база})} = 0,34 \cdot 1192908 = 405589 \text{ грн}$$

$$Z_n^{np} = 0,34 \cdot 721047 = 245156 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом визначаються за формулою [15]:

$$Z_{\text{авт}}^{np} = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{рем}} + Z_{\text{ш}}, \quad (3.4)$$

де $Z_{\text{зп}}$ – загальні витрати на бензин, грн;

$Z_{\text{рем}}$ – витрати, які розраховуються на ремонт п'яти (за варіантом 1) та трьох (за варіантом 2) транспортних засобів, грн;

$Z_{\text{ш}}$ – витрати на заміну шин, грн.

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативними даними витрат палива на 100 км [15].

Потреба в паливі за рік буде складати [15]:

$$P_{II} = (52 \cdot N_{PM} \cdot L_{mic} \cdot n) / 100, \text{ л} \quad (3.5)$$

де n - витрата палива, л. на 100 км пробігу.

n приймаємо 32 л/100 км – за варіантом № 1; 32 л/100 км – за варіантом № 2 .

L – пробіг автомобілів за рік визначається з врахуванням загального пробігу за тиждень з врахуванням кількості тижнів у році

$$L_{\text{річний (вар.1)}} = 7350 \cdot 52 = 382200 \text{ км.}$$

$$L_{\text{річний (вар.2)}} = 6918 \cdot 52 = 359736 \text{ км.}$$

Розраховуємо за формулою :

$$P_{II(\text{вар.1})} = 382200 \cdot 32 / 100 = 122304 \text{ літрів;}$$

$$P_{II(\text{вар.2})} = 359736 \cdot 32 / 100 = 115116 \text{ літрів.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [7]:

$$Z_{II} = P_{II} \cdot B_n \text{ грн.} \quad (3.6)$$

де B_n – середня вартість одного літра палива, на момент 01.12.2024 року складає $B_n = 56,0$ грн/літр.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$Z_{II(\text{вар.1})} = 122304 \cdot 56,0 = 6849024 \text{ грн.}$$

$$Z_{Пн(вар2)} = 115116 \cdot 56,0 = 6446496 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо визначаємо враховуючі наступні витрати [15]:

- для відрахувань на гаражні потреби приймають 7% від витрат на паливо:

$$Z_{гн(вар1)} = 6849024 \cdot 0,07 = 479432 \text{ грн.}$$

$$Z_{гн(вар2)} = 6446496 \cdot 0,07 = 451255 \text{ грн.}$$

- для витрат на мастильні матеріали відраховуються 30% від всієї вартості палива:

$$Z_{мм(вар1)} = 6849024 \cdot 0,3 = 2054707 \text{ грн.}$$

$$Z_{мм(вар2)} = 6446496 \cdot 0,3 = 1933949 \text{ грн.}$$

- для визначення витрат на експлуатаційні матеріали відраховується 1% від вартості палива:

$$Z_{ем(вар1)} = 6849024 \cdot 0,01 = 68490 \text{ грн.}$$

$$Z_{ем(вар2)} = 6446496 \cdot 0,01 = 64465 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$Z_{зП(вар1)} = 6849024 + 479432 + 2054707 + 68490 = 9451653 \text{ грн.}$$

$$Z_{зП(вар2)} = 6446496 + 451255 + 1933949 + 64465 = 8896165 \text{ грн.}$$

Витрати, необхідні для ремонту автомобілів, які доставляють цемент одержувачам [15]:

$$Z_{рем} = P_{II} \cdot 1,8, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$Z_{рем(база)} = 122304 \cdot 1,8 = 220147 \text{ грн};$$

$$Z_{рем(база)} = 115116 \cdot 1,8 = 207209 \text{ грн};$$

Величина витрати на заміну шин залежить від нормативного пробігу (60000 км) автотранспортних засобів та загального річного пробігу всіх автомобілів згідно варіанту за формулою [15]:

$$K_{ш} = \frac{L_{річ}}{L_{норм}}, \quad (3.8)$$

де $K_{ш}$ - кількість одиниць комплектів шин;

$L_{річ}$ - річний пробіг автомобілів, км;

$$L_{річ(вар1)} = 382200 \text{ км};$$

$$L_{річ(вар2)} = 359736 \text{ км};$$

$L_{норм}$ - нормативний пробіг заданих марок автомобілів до заміни комплекту шин.

$$L_{норматив.} = 60000 \text{ км.}$$

За формулою (3.8) для кожного варіанту кількість комплектів складає:

$$K_{ш(вар1)} = 382200 / 60000 = 6,4 \text{ комплект/рік};$$

$$K_{ш(вар2)} = 359736 / 60000 = 6 \text{ комплектів/рік.}$$

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [15]:

$$Z_{Ш} = K_{Ш} \cdot C_{К}, \quad (3.9)$$

де $C_{К}$ - вартість одиниці одного комплекту автомобільних шин.

$$C_{К(вар1 \text{ і } вар2)} = 77000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$Z_{Ш(база)} = 77000 \cdot 6,4 = 492800 \text{ грн.};$$

$$Z_{Ш(проект)} = 77000 \cdot 6 = 462000 \text{ грн.};$$

Отримані результати розрахунків сумуємо:

$$Z_{авт}^{np(вар1)} = 9451653 + 220147 + 492800 = 10164600 \text{ грн.}$$

$$Z_{авт}^{np(вар2)} = 8896165 + 207209 + 462000 = 9565374 \text{ грн.}$$

Норма амортизаційних відрахувань становить 40% на рік на залишкову вартість вантажних автомобілів.

Амортизаційні відрахування за рік з урахуванням того, що всі маршрути варіанту №1 обслуговують п'ять автомобілів вантажопідйомністю 5,0 тонн та три автомобілі вантажопідйомністю 10 тонн згідно варіанту №2.

Залишкова вартість автомобіля 5,0 тонн - 750000 грн; 10 тонн – 820000 грн.

$$A_{1(вар1)} = 750000 \cdot 5 \cdot 40/100 = 1500000 \text{ грн.};$$

$$A_{2(вар2)} = 820000 \cdot 3 \cdot 40 / 100 = 984000 \text{ грн.};$$

Отже, загальні витрати при перевезенні будівельних матеріалів одержувачам в Запорізькій області становлять:

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} \text{ (вар№1)} &= 1192908 + 262440 + 405589 + 10164600 + 1500000 = \\ &= 13525537 \text{ грн;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} \text{ (вар№2)} &= 721047 + 158630 + 245156 + 9565374 + 984000 = \\ &= 11674207 \text{ грн;} \end{aligned}$$

Економія річних витрат складає:

$$E = Z_{екс}^{np} \text{ (вар№1)} - Z_{екс}^{np} \text{ (вар№2)}, \quad (3.10)$$

$$E = 13525537 - 11674207 = 1851330 \text{ грн.}$$

Таким чином, другий варіант є більш економічно доцільним. Економія складає 1851330 грн.

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат при залученні орендованих автомобілів

Підприємство, яке надає транспортні послуги, може використовувати як власний транспорт, так і орендований. Задача полягає у визначенні використання якого транспорту має найменші річні експлуатаційні витрати.

У грудні 2024 року орендна плата за використання автомобіля 5,0 – 7,0 тонн складає 42 грн за один кілометр пробігу, автомобілів 10,0-12,0 тонн – 44,4 грн.

Плата за оренду варіанту №1 (автомобілі 5 тонн) становить:

$$B_{(оренда\ 1вар)} = 42 \cdot 382200 = 16052400 \text{ грн.}$$

Плата за оренду варіанту № 2 (автомобілі 10 тонн) становить:

$$B_{(оренда\ 1вар)} = 44,4 \cdot 359736 = 15972278 \text{ грн.}$$

Для порівняння результатів розрахунків складаємо таблицю 3.2., в якій вказуємо експлуатаційні витрати при впровадженні кожного варіанту.

Таблиця 3.2 – Річні експлуатаційні витрати власного та орендованого транспорту за варіантами

Варіант розрахунків	Значення річних витрат, грн
Варіант №1 (автомобілі 5,0т) – власні автомобілі	13525537
Варіант №2 (автомобілі 10т) – власний транспорт	11674207
Варіант №1 (автомобілі 5,0 т) – орендовані автомобілі	16052400
Варіант №2 (автомобілі 10 т) – орендовані автомобілі	15972278

При заданих умовах перевезень витрати на використання орендованих автомобілів значно перевищують витрати на використання власного транспорту.

Тому, за результатами розрахунків найкращим виявляється другий варіант (автомобілі 10 тонн) використання трьох автомобілів. Витрати складають 11674207 грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі на тему: «Підвищення ефективності доставки цементу автомобільним транспортом ТОВ «Мета Транс»» розглядається процес удосконалення доставки цементу в мішках з трьох цементних заводів України.

Небезпеки при вантажних переробці цементу в мішках наведені в Додатку А [16;17].

У Додатку Б представлена розробка заходів з попередження небезпек, які можуть виникнути, та проблем виробничої санітарії та гігієни праці [16;17].

У Додатку В міститься розрахунок впливу шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища та напруженості праці, значення яких були виміряні в лабораторії дослідника [16;17].

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі була розглянута та удосконалена система доставки цементу в мішках по 25 кг автомобілями ТОВ «Мета Транс». Цемент доставляється одержувачам у наступні міста: Львів, Тернопіль, Хмельницький, Київ, Вінниця, Дніпро, Миколаїв (Миколаївська область) з трьох цементних заводів: «Одеський цементний завод», «Миколаївський цементний завод», розташований в Львівській області, та «Криворізький цементний завод».

Завдяки проектним рішенням були зроблені наступні удосконалення: 1) методом потенціалів закріплені постачальники за споживачами цементу та розроблені маршрути; 2) використання тари для транспортування цементу з метою зменшення часу на вантажні роботи та раціонального використання місткості автомобілів; 3) мінімізовані пробіги, що зменшує витрати на доставку цементу; 4) розрахована та визначена оптимальна кількість автомобілів для роботи на маршрутах; 5) завдяки розробці маршрутів, зменшена кількість автомобілів; 6) розраховані техніко-економічні показники використання власних та орендованих автомобілів та вибраний найкращий варіант.

Так, в роботі розглядалося два варіанти автомобілів – з вантажопідйомністю 5 тонн (5 автомобілів) та 10 тонн (3 автомобілі).

Техніко-економічні розрахунки показали, що найкращим варіантом є застосування другого варіанту, впровадження якого дає річні витрати 11674207 грн. Це варіант використання власного транспорту підприємства ТОВ «Мета Транс». Орендований транспорт, який також використовується на підприємстві, застосовувати при заданих умовах доставки цементу менш вигідно.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Офіційний ресурс: <https://ozsm-215.business-guide.com.ua/> (дата звернення 13.12.2024)
- 2 Офіційний ресурс: https://lviv.kub.in.ua/metaloprokat/otsinkovannyu-list/proizvoditeli_strojbaza/ (дата звернення 13.12.2024)
- 3 Офіційний ресурс: <https://krcement.com/> (дата звернення 13.12.2024)
- 4 Інформаційний ресурс: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text> (дата звернення 12.12.2024).
- 5 Інформаційний ресурс: <https://www.lankom.com.ua/poleznoe/12-skhemy-razmeshcheniya-pallet-v-avtomobilyakh.html> (дата звернення 13.12.2024)
- 6 Коваленко В.М., Щуріхін В.К., Машика Н. Б./ В.М. Коваленко, В.К. Щуріхін, В.М. Машина Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. - К.: Літера ЛТД, 2006. - 304 с.
- 7 Ізтелеуова М.С. Організація та логістика перевезень: підручник / М.С. Ізтелеуова, І.В. Грицук, П.М. Арімбекова, Л.А. Тарандушка. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021 - 264 с.
- 8 Кузькін О.Ф. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем [Текст] : навчальний посібник / О.Ф. Кузькін, О.А. Лащених, С.М. Турпак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2013. – 371с.
- 9 Методічні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни „Основи теорії систем і системного аналізу”, для студентів спеціальності 7.100403 / Укл. О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін – З.: ЗНТУ, 2001, -83с.
- 10 Комплекс з навчально-методичного забезпечення дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)// Укл.: проф. Бабушкін Г.Ф., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, - 2019.- 100 с.

- 11 Оліскевич Мирослав. Організація автомобільних перевезень : у 2-х ч. : навч. посіб. / М. С. Оліскевич. - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. - Ч. 1: Вантажні перевезення. - 336 с. ISBN 978-966-941-084-9
- 12 Вільковський Є. К. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад) / 2-е вид., перероб. і доп. – Львів : «Інтелект - Захід», 2007. - 496 с.
- 13 Методичні вказівки до курсового проектування з дисципліни «Вантажні автомобільні перевезення» для студентів спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» денної та заочної форм навчання / Укл. Г.Ф. Бабушкін, Г.О. Лебідь, Т.В. Кальченко. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021 - 47 с.
- 14 Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.
- 15 Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.
- 16 Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС. 2018. – 44 с.
- 17 Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила).

Додаток А

Заходи по забезпеченню безпеки

Задній хід автомобіля у зоні робіт повинен виконуватися водієм тільки за сигналом одного з працівників, зайнятих на цих роботах та з обов'язковою подачею сигналу. «Правила охорони праці під час навантажувальних-розвантажувальних робіт» Наказ № 21 від 19.01.2015.

Для попередження падіння вантажу з навантажувача, необхідно вантаж розміщувати по центру вил, витримувати центр ваги, не перевантажувати вантажник. Слідкувати за упаковкою вантажу на предмет пошкодження упаковки. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт». Робітники повинні мати засоби захисту від попадання цементу в організм людини.

На майданчиках для навантаження вантажу в ємностях, що зберігається на складах, повинні бути облаштовані платформи, естакади, рампи висотою, що дорівнює висоті підлоги кузова автомобіля або платформи відповідно ДБН А.5.2-2-2008 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Згідно НПОАП 63.21-1.22-07 «Правила охорони праці під час виконання вантажно-розвантажувальних робіт на транспорті» переміщення вантажу масою більш ніж 20 кг здійснюється за допомогою підйомно-транспортних засобів механізації, а також переміщення вантажу на відстань більш 25 м повинно бути механізовано.

Для запобігання дорожньо-транспортних пригод перед виїздом водій повинен пройти інструктаж, де його знайомлять з маршрутом пересування, особливостями руху на цьому маршруті, нагадують правила дорожнього руху. Автомобіль повинен пройти технічний огляд з відміткою в шляховому листі головним механіком. Перед виїздом водій повинен пройти медичний

огляд з відміткою в листі доктора. НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для запобігання переохолодження в холодний період часу, робітники повинні бути одягнуті в теплий одяг та взуття. Обов'язково повинні бути спеціальні кімнати для обігріву робітників, сушіння одягу. відповідно ДСТУ 7339:2011 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на складах, при навантаженні вантажу, передбачається, відповідно ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення», застосування лампи типу ДРЛ-400, які мають високу світлову віддачу, тривалий термін служби та стійкість до коливань мережевої напруги міцністю 80 кВт. Висота підвісу буде більш 6 м. Робоча освітленість становить 50 лк.

Робітники повинні мати засоби захисту від попадання цементу в організм людини.

При обробці статистичних даних в лабораторії, де є комп'ютер, можливе виникнення напруженості праці та інші шкідливі фактори санітарно-гігієнічно-го характеру.

Додаток Б

Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

У відповідності до вихідних даних, які були заміряні, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності та час дії до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Відповідно до додатків методичних вказівок [16], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [16], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{доп}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	28,0	8	22,9-25,8	4	3.4	45
Освітленість приміщення $E, лк$	450	18	500	—	1-2	0
Розряд і підрозряд зорових робіт, $Z_{ор}$	А-1	—	—	—	—	—
Рівень шуму $L, дБА$	105	4	60	—	3.3	1,5
Загальні енергозатрати організму, $Вт$	250	7	290	0,75	3.3	3
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	60300	7	40000	1,32		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	77	7	75	0,90		
Тривалість робочого дня, $год.$	8	8	8	0,15		

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти

$X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [16]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4$$

а.) Загальні енергозатрати організму, $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{250 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,75;$$

б.) Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,32;$$

в.) Тривалість зосередження уваги (% від часу зміни), $K_{знач} = 1,0$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{77 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,9;$$

г.) Тривалість робочого дня (зміни), $K_{знач} = 0,15$

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15;$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6,

таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 4$, з таблиці 7.2 [16] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 450$ лк, за додатками Г та табл. Г.1 [16] – 2 клас,

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 105$ дБА, за додатками Д та табл. Д.1 [16] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [16]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,75 + 1,32 + 0,9 + 0,15 = 3,12$$

З таблиці 7.3 [16] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 3,12$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

Відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 3 ступеню.

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою, та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для оцінки впливу мікроклімату, виходимо з того що він відповідає 3 класу, 4 ступеню умов праці, а час його дії уже врахований, тому – $X_{см} = X_i = 4$;

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає - умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 0$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [16]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{3 \cdot 4}{8} = 1,5$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 3 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 3$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [16]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 4 + 0 + 1,5 + 3 = 8,5$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 8,5$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [16]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

На підставі результатів загальної гігієнічної оцінки умов праці за ступенем шкідливості та небезпечності, а також дослідження фактичного стану умов праці робимо висновки та пропозиції:

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація

праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкості та напруженості праці на робочому місці -дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища - ТНС-індексом - 20,2-22,8°C;

- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-1, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 500$ лк;

- рівень шуму в робочий зоні дослідника – 60 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;

- стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук), до 20000;

- тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни), до 50%;

- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

3. Для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці, наприклад:

- для приведення мікрокліматичних умов до відповідності, необхідно забезпечити припливно-витяжну механічну вентиляцію та кондиціонування приміщення;

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення -відповідає нормованим умовам;

- для зниження рівня шуму в робочий зоні дослідника необхідно замість матричних принтерів застосувати лазерні; з метою зниження зовнішнього шуму замінити вікна на пластикові з трикамерним склопакетом;

- для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год

- для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів за зміну при локальному навантаженні кистей рук та пальців необхідно передбачити перерви, не менш 15 хвилин, кожні 1-2 години;

- для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [16], у розмірі 20%