

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСТАВКИ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У
ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи Тз-310

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

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

КОРЯГІН К.Д.
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)
Керівник _____
ПАДЧЕНКО 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

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

КОРЯГІНА Костянтина Дмитровича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація доставки будівельних матеріалів у Запорізькій області

керівник проєкту (роботи) ПАДЧЕНКО 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.

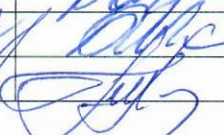
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Вантажовідправники: Кількість відправників – 3; кількість одержувачів – 7; вид вантажу – будівельні матеріали. Об'єм перевезень: ТОВ «Професійна будівельна комплектація» – 21 т/тиждень; ТОВ «Inbud» – 48 т/тиждень; ТОВ «Будстандарт» – 12 т/тиждень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА, 2. РОЗРАХУНКУОВА ЧАСТИНА, 2.1 Визначення статистичних показників вантажопотоків будівельних матеріалів, 2.2 Розв'язання транспортної задачі методом потенціалів, 2.3 Розробка маршрутів доставки будівельних матеріалів, 2.3.1 Визначення маршрутів (базовий варіант), 2.3.2 Визначення маршрутів (проектний варіант), 2.4 Визначення кількості автомобілів на маршрутах за варіантами, 2.5 Розрахунок пробігу транспортних засобів, 3. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (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)


(підпис)

Костянтин КОРЯГІН
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ПАДЧЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 56 с., 26 табл., 6 рис., 7 джерел.

АВТОМОБІЛЬ, ВАНТАЖОПОТІК, ПІДДОН, БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ПІДПРИЄМСТВО, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИТРАТИ, МАРШРУТ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, РУХОМИЙ СКЛАД, ТРАНСПОРТ, НАВАНТАЖУВАЧ, ЇЗДКА, ОБОРОТ, ТЕХНІЧНА ШВИДКІСТЬ.

Об'єкт дослідження: транспортна система доставки будівельних матеріалів з трьох підприємств до одержувачів у сім вантажних пунктів Запорізької області

Мета роботи: удосконалення доставки будівельних матеріалів автомобільним транспортом.

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

В дипломному проєкті було досліджено, проаналізовано та удосконалено перевезення будівельних матеріалів з підприємств ТОВ «Професійна будівельна компанія», ТОВ «Інбуд» та ТОВ «Будстандарт» у сім вантажних пунктів Запорізької області. Визначені раціональні варіанти маршрутів доставки завдяки методу потенціалів та вирішенню транспортної задачі, розроблені два варіанти маршрутів доставки та визначена потрібна кількість автомобілів для перевезення вантажів. Проектні рішення обґрунтовані розрахунками економічної доцільності.

ЗМІСТ

	с.
Завдання	2
Реферат.....	4
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	7
1.1 Аналіз діяльності підприємств постачальників будівельних матеріалів в Запорізькій області.....	7
1.2 Характеристика маршрутів перевезення будівельних матеріалів.....	9
1.3 Характеристика транспортно-технологічної схеми.....	13
1.4 Характеристика навантажувально-розвантажувальних механізмів.....	14
1.5 Недоліки базового варіанту.....	17
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Визначення статистичних показників вантажопотоків будівельних матеріалів.....	18
2.2 Розв’язання транспортної задачі методом потенціалів.....	22
2.3 Розробка маршрутів доставки будівельних матеріалів.....	35
2.3.1 Визначення маршрутів (базовий варіант).....	35
2.3.2 Визначення маршрутів (проектний варіант).....	36
2.4 Визначення кількості автомобілів на маршрутах за варіантами.....	37
2.5 Розрахунок пробігу транспортних засобів.....	38
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	43
3.1 Економічні розрахунки доставки вантажу	47
ВИСНОВКИ.....	55
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	56

ВСТУП

Особливістю доставки будівельних матеріалів полягає в тому, що вантажі перевозяться на невеликі відстані. Тому більшість часу знаходження на маршруті автомобіль знаходиться в простой під навантаженням та завантаженням.

Задачею транспортної компанії є раціональне закріплення вантажовідправників за одержувачами. При цьому критерієм може виступати кількість виконаної транспортної роботи, відстань перевезення від пункту відправлення до одержувачів, а також час руху між вантажними пунктами.

Для цього система організації перевезень повинна бути централізованою.

Суть централізованої системи перевезень вантажів полягає в тому, що всі автомобілі знаходяться під управлінням диспетчерської служби, досліджуються вантажопотоки та визначається оптимальна кількість та вантажопідйомність автомобілів; на випадок незапланованих об'ємів перевезень повинен бути резервний рухомий склад; заздалегідь плануються та розраховуються маршрути та кількість потрібних оборотів автомобілів; за допомогою математичних методів визначаються раціональні розподілення одержувачів вантажів за відправниками; розробляються та складаються розклади руху автомобілів для чіткої та безперебійної роботи, а також для зменшення часу очікування відправлення вантажу або його приймання.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз діяльності підприємств постачальників будівельних матеріалів в Запорізькій області

В дипломному проєкті розглядаються наступні підприємства, які доставляють будівельні матеріали у міста та населені пункти Запорізької області [1]:

- ТОВ «Професійна будівельна комплектація»;
- ТОВ «Inbud»;
- ТОВ «Будстандарт».

Компанія «Інбуд» є товариством з обмеженою відповідальністю. Воно знаходиться в місті Запоріжжя (вул. Василя Сергієнка, 14-А).

Підприємство займається наступним видом діяльності:

- постачає деталі, комплектуючі та прилади для автомобілів (оптом та в роздріб);
- посередницька діяльність при торгівлі товарами різноманітного асортименту і широкої номенклатури;
- постачає установки, обладнання та машини для будівництва та добувної промисловості;
- постачає опалювальні та водопровідні установки;
- торгівля через мережу Інтернет ;
- постачає будівельні матеріали;
- здійснює транспортне обслуговування при доставці вантажів;
- має власне складське господарство тощо.

ТОВ «Професійна будівельна компанія» була зареєстрована 01.10.2009 року, за адресою місто Запоріжжя, Північне шосе 5.

Основним видом її діяльності та спрямованості є торгівля санітарно-технічним обладнанням, великим асортиментом будівельних матеріалів, деревиною та виробів з деревини [1].

Компанія працює як з оптовими замовниками, так і роздріб. Її замовники розташовані по всій території України.

ТОВ «Будстандарт» територіально розташоване в м. Запоріжжя в Бородінському районі.

Компанія спеціалізується на торгівлі будівельними матеріалами, обладнанням, займається будівництвом, науковою та технічною діяльністю.

Споживачі ТОВ «Будстандарт» є як оптовими так і роздрібними покупцями в Україні.

1.2 Характеристика маршрутів перевезення будівельних матеріалів

Постійними замовниками будівельних матеріалів є спеціалізовані будівельні магазини, які розташовані в наступних місцях: м. Запоріжжя (2 будівельні магазини); с. м. т. Комишуваха; с. Матвіївка; с. Михайлівка; м. Вільнянськ; с. Степне.

Доставка здійснюється раз на тиждень за цими маршрутами. Підприємства-відправники мають однаковий асортимент продукції, тому продукцію доцільно замовляти саме в того відправника, який ближче знаходиться до споживача.

Однак, в існуючому варіанті заявки на будівельні матеріали розподілені наступним чином:

ТОВ «Інбуд»:

Магазин №1 (Запоріжжя) – 10 тонн;

Магазин №2 (Запоріжжя) – 10 тонн;

Комишуваха – 6 тонн;

Матвіївка – 6 тонн

Михайлівка – 8 тонн;

Вільнянськ – 8 тонн.

Загальна кількість вантажу, який підприємство відправляє за тиждень складає 48 тонн.

ТОВ «Будстандарт»:

Магазин №2 (Запоріжжя) – 5 тонн;

Вільнянськ – 4 тонни;

Степне – 3 тонни.

Загальна кількість – 12 тонн на тиждень.

ТОВ «Професійна будівельна компанія»:

Магазин №1 (Запоріжжя) – 10 тонн;

Магазин №2 (Запоріжжя) – 6 тонн;

Вільнянськ – 3 тонни;

Степне – 2 тонни.

Загальна кількість вантажу, яке відправляє підприємство за тиждень – 21 тонна.

Схема розміщення пунктів-одержувачів будівельних матеріалів представлена на рисунку 1.1.

На карті показані міста на населені пункти, в які щотижня доставляють будівельні матеріали.

На основі рисунка 1.1 представимо транспортну мережу схематично, що дасть можливість побудувати маршрути від постачальників до споживачів.

Транспортна мережа представлена на рисунку 1.2.

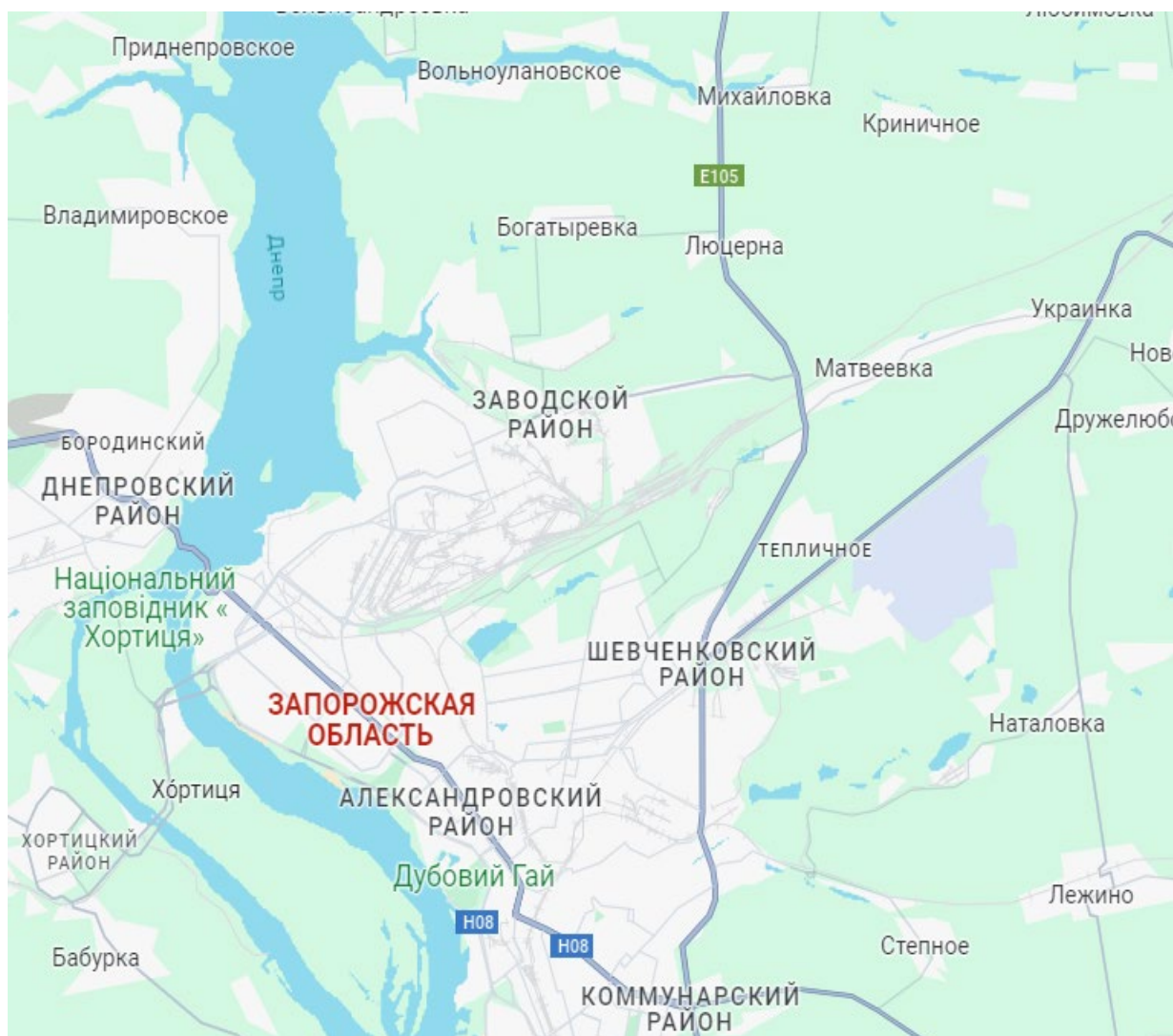


Рисунок 1.1 – Схема розміщення пунктів-одержувачів будівельних матеріалів

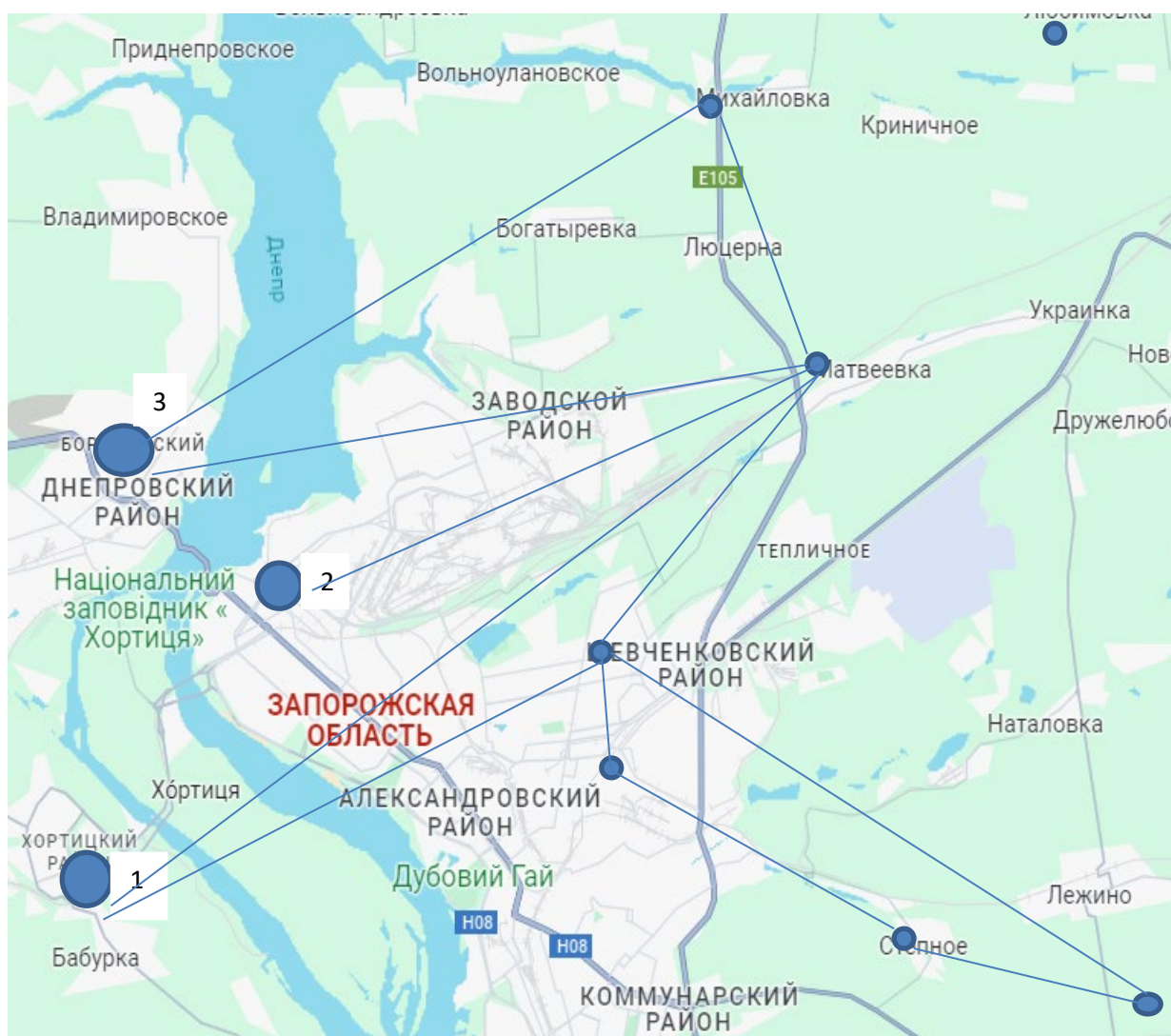


Рисунок 1.2 – Схема транспортної мережі

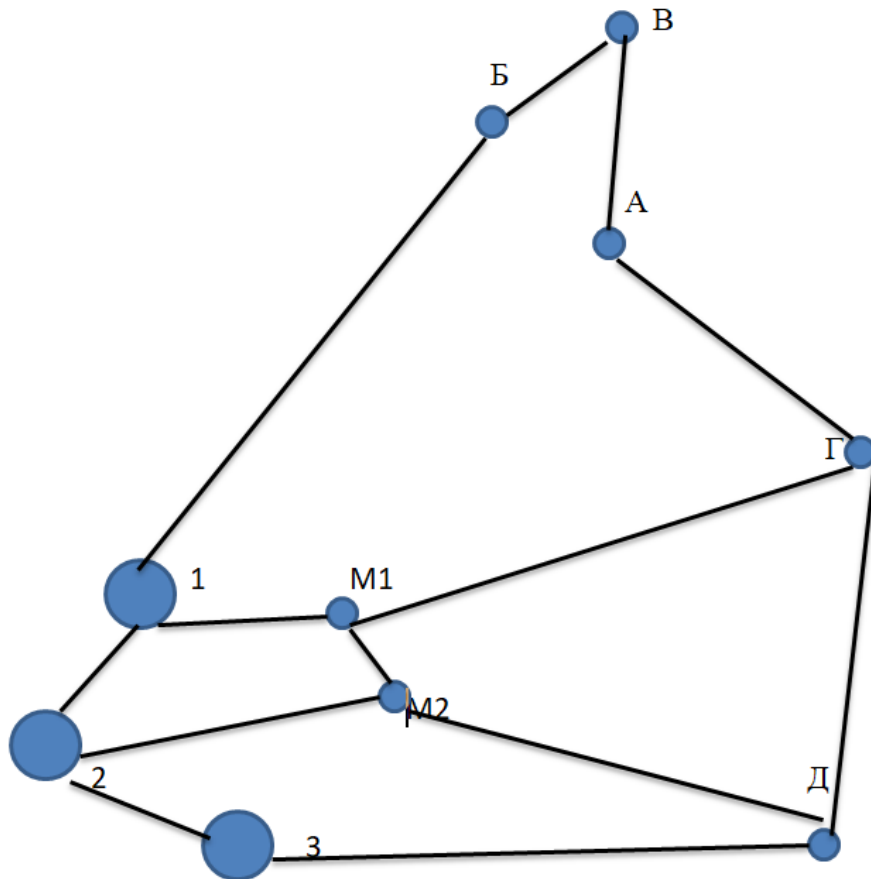


Рисунок 1.3 –Розташування вантажних пунктів

На рисунку 1.3 умовно позначені наступні позиції:

1 – ТОВ «Інбуд»;

2 - ТОВ «Будстандарт»;

3 - ТОВ «Професійна будівельна компанія»;

М1 – магазин №1 (Місто Запоріжжя);

М2 – магазин №2 (Місто Запоріжжя);

А –с. Матвіївка ;

Б – с. Михайлівка;

В – м. Вільнянськ;

Г – с. Степне

Д – с.м.т. Комишуваха.

1.3 Характеристика транспортно-технологічної схеми

Існуюча (базова) транспортно-технологічна схема доставки будівельних матеріалів, обладнання, комплектуючих та тарно-штучних вантажів наведені на рисунку 1.4

Базова ТТС доставки будівельних матеріалів

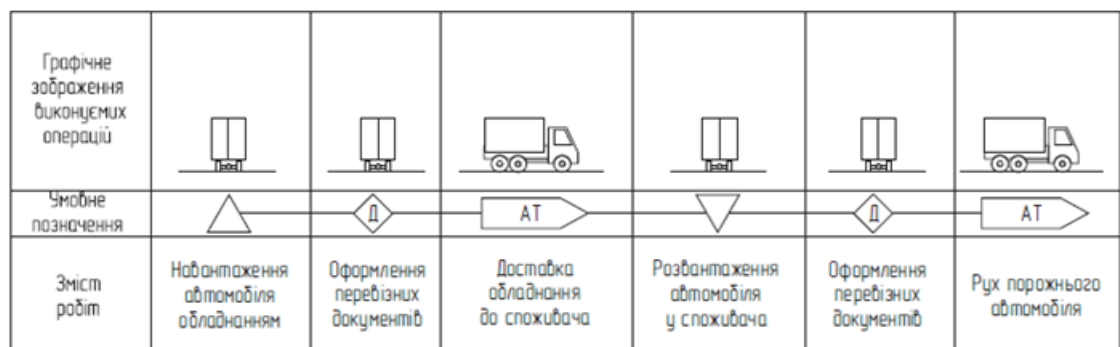


Рисунок 1.4 – Транспортно-технологічна схема доставки будівельних матеріалів (обладнання, комплектуючих)

За базовим варіантом, виїжджає з гаража, або місця відстою та прямує в пункт-відправник (ТОВ «Професійна будівельна комплектація»; ТОВ «Inbud»; ТОВ «Будстандарт») під завантаження.

Завантаження автомобілів може відбуватися як механізованим, так і немеханізованим способом за допомогою вантажників. Паралельно оформлюються перевізні документи на вантаж, який прийнятий до перевезення [2].

Далі автомобіль їде до замовника будівельних матеріалів за встановленим маршрутом. Маршрути знаходяться на відстані до 50 км, тому у водія обідня перерва під час руху по маршруту не відбувається.

Далі автомобіль у замовника розвантажується. В час розвантаження може включатися час на очікування вантажної операції та оформлення документації, а також облік вантажу.

Після цього автомобіль (порожній) їде назад в гараж або під наступне завантаження, якщо за зміну автомобіль виконує декілька їздок.

В кінці робочої зміни водій звітує про виконані рейси.

1.4 Характеристика навантажувально-розвантажувальних механізмів

Для скорочення часу вантажних операцій, як у відправників, так і у одержувачів використовуються засоби механізації.

Для завантаження і розвантаження автомобілів з будівельними матеріалами, які перевозяться на піддонах, використовують навантажувачі з максимальною вантажопідйомністю до 3,5 тонн.

Технічні характеристики навантажувача наведено у таблиці 1.4.



Рисунок 1.5 – Загальний вигляд вилкового навантажувача

Використання вилкового навантажувача має багато наступних переваг:

- універсальність використання;
- практичність (можливість розвантажувати та пересувати товар на значні відстані);
- економічність (повністю усуває ручну працю вантажників);
- висока потужність та можливість працювати в закритих приміщеннях (якщо електро двигун) та підіймати в обмеженому просторі приміщенні;
- може використовуватися майже на всіх видах вантажних робіт з тарно-штучними вантажами.

Також дуже поширеними є навантажувачі з вантажопідйомністю 1,0 тонн.

Його загальний вигляд представлений на рисунку 1.6.



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд навантажувача вантажопідйомністю 1,0 тонна.

Таблиця 1.4 – Технічні характеристики навантажувача вантажопідйомністю 1,0 тонн

Основні характеристики	Значення показника
Максимальна швидкість, км/год.	15
Габаритні розміри, мм	1840x950x2075
Дорожній просвіт, мм	80
Висота із щоглою, мм	2200 - 4500
Акумулятори (напруга/ємність) , В/Ач	80/210
Зовнішній габаритний радіус повороту, мм	1500
Вид робочого органа	Вила начіпні
Розмір робочого органа, ДхШхВ, мм	9500x100x30
Швидкість опускання з вантажем/без вантажу, мм/с	600/200
Швидкість підйому з вантажем/без вантажу, мм/с	280/350

Дані навантажувачі мають невеликі розміри , не дорогі в технічному обслуговуванні та ремонті, а також можуть працювати в закритих складських приміщеннях, що робить їх універсальними.

1.5 Недоліки базового варіанту

В роботі розглядається доставка будівельних матеріалів по містах та селищах Запорізької області. Відправниками є три компанії, які спеціалізуються з продажу як оптом, так і в роздріб по всій території України.

В якості недоліків, які впливають на збільшення витрат на доставку можна виділити наступні:

- на маршрутах працюють автомобілі місткістю 5 тонн, якими не можливо за одну їзду забезпечити доставку вантажів в пункти-одержувачі;
- не раціональне закріплення відправників за споживачами, внаслідок чого суттєво збільшується відстань перевезень;
- внаслідок невеликої вантажопідйомності (5 тонн) збільшується кількість автомобілів та водіїв для обслуговування даних маршрутів.

Тому в роботі пропонується: замінити існуючі автомобілі на більш місткі, що дозволить зменшити кількість їздок по кожному маршруту, більш раціонально використовувати їх місткість, зменшити пробіг завдяки раціональному розподіленню споживачів будівельних матеріалів за постачальниками.

Проектні рішення дозволять зменшити експлуатаційні витрати на доставку будівельних матеріалів.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Визначення статистичних показників вантажопотоків будівельних матеріалів

Розглядаються три постачальника будівельних матеріалів, які знаходяться в місті Запоріжжі. Підприємства спеціалізуються на оптово-роздрібній торгівлі.

Це ТОВ «Професійна будівельна комплектація», ТОВ «Inbud» та ТОВ «Будстандарт».

Споживачами будівельних матеріалів є торговельні майданчики та спеціалізовані будівельні магазини, які знаходяться в Запорізькій області.

1 Запорізький магазин будівельних матеріалів №1.

2 Запорізький магазин будівельних матеріалів №2.

3 с.м.т. Комишуваха.

4 с. Матвіївка.

5 с. Михайлівка.

6 с. Степне.

7 м. Вільнянськ.

Розглянемо статистичні дані кількості тонн будівельних матеріалів, які надходять до кожного одержувачу. Дані були зібрані по кожному вантажному пункту протягом 30 тижнів.

Таблиця 2.1 – Кількість вантажу (тонн) за 30 тижнів

№	ЗП1	ЗП2	Комиш.	Матв.	Мих.	Вільн.	Степне
1	25	20	5	6	7	14	5
2	20	15	5	5	5	10	5
3	14	22	5	5	5	10	4

Кінець таблиці 2.1

№	ЗП1	ЗП2	Комиш.	Матв.	Мих.	Вільн.	Степне
4	20	20	5	5	5	14	4
5	23	20	5	5	4	14	4
6	32	18	4	4	4	15	4
7	30	18	4	7	3	14	3
8	30	17	4	6	7	14	5
9	25	18	4	6	7	13	5
10	25	16	3	6	7	12	5
11	20	20	2	4	8	12	5
12	22	20	5	5	6	14	4
13	31	23	5	5	6	10	4
14	24	19	5	5	6	15	4
15	24	19	5	5	5	12	3
16	23	20	5	6	5	12	5
17	25	15	5	6	7	12	5
18	25	16	4	5	8	12	5
19	22	16	4	5	8	12	4
20	20	20	3	5	7	14	4
21	21	21	5	4	5	14	4
22	24	20	5	4	5	13	4
23	24	18	5	4	5	13	3
24	25	15	6	4	6	13	3
25	20	15	5	5	6	12	3
26	20	15	4	6	6	14	3
27	21	16	4	4	7	14	5
28	24	21	4	4	6	15	5
29	20	20	3	5	6	14	5
30	25	17	5	5	6	12	5

Визначаємо:

- дисперсію;
- середнє значення;
- стандартне відхилення;
- коефіцієнт нерівномірності надходження будівельних матеріалів.

Отримані результати наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Обробка статистичних даних вантажопотоків

Вантажний пункт-одержувач	Статистичний показник	Розраховане значення
Запоріжжя (магазин№1)	Дисперсія	14,06
	Середнє значення	23,47
	Стандартне відхилення	3,82
	Коефіцієнт нерівномірності	1,2
Запоріжжя (магазин№2)	Дисперсія	5,402
	Середнє значення	18,33
	Стандартне відхилення	2,32
	Коефіцієнт нерівномірності	1,13
Комишуваха	Дисперсія	0,737
	Середнє значення	4,43
	Стандартне відхилення	0,858
	Коефіцієнт нерівномірності	1,19
Матвіївка	Дисперсія	0,654
	Середнє значення	5,033
	Стандартне відхилення	0,809
	Коефіцієнт нерівномірності	1,16
Михайлівка	Дисперсія	1,513
	Середнє значення	5,93

Кінець таблиці 2.2

Вантажний пункт-одержувач	Статистичний показник	Розраховане значення
	Стандартне відхилення	1,23
	Коефіцієнт нерівномірності	1,21
Вільнянськ	Дисперсія	2,033
	Середнє значення	12,97
	Стандартне відхилення	1,43
	Коефіцієнт нерівномірності	1,11
Степне	Дисперсія	0,599
	Середнє значення	4,23
	Стандартне відхилення	0,773
	Коефіцієнт нерівномірності	1,18

На основі даних таблиці 2.2 визначаємо розрахункові вантажопотоки будівельних матеріалів по кожному одержувачу.

Таблиця 2.3 – Визначення розрахункових вантажопотоків

Пункти одержувачі буд.матеріалів	Середнє значення	Коеф.нерівном.	Значення вантажопотоку, т
Запоріжжя (магазин№1)	23,47	1,2	$19,56 = 20$
Запоріжжя (магазин№2)	18,33	1,13	$20,71 = 21$
Комишуваха	4,43	1,19	$5,27 = 6$
Матвіївка	5,033	1,16	$5,84 = 6$
Михайлівка	5,93	1,21	$7,18 = 8$
Вільнянськ	12,97	1,11	$14,4 = 15$
Степне	4,23	1,18	$4,99 = 5$

2.2 Розв'язання транспортної задачі методом потенціалів

Першим етапом є складання базового плану перевезень будівельних матеріалів (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Базовий план доставки будівельних матеріалів

Відправники	ЗП1	ЗП2	Ком.	Матв.	Мих.	Вільн.	Степ.	
Інбуд	15	25	32	10	16	22	9	48
	10	10	6	6	8	8		
Будстан.	10	12	39	21	25	33	21	12
		5				4	3	
ПБК	8	10	40	18	22	32	21	21
	10	6				3	2	
	20	21	6	6	8	15	5	81

В проєкті пропонується вибрати оптимальний варіант закріплення постачальників за споживачами. Критерієм оптимальності є кількість виконаної роботи по доставці будівельних матеріалів, яка виражається в тонно-кілометрах [3].

З таблиці 2.4 визначаємо транспортну роботу, цільову функцію базового варіанту, за формулою:

$$\sum \Pi_i = Q_i \cdot l_i, \quad (2.1)$$

де Q_i – кількість вантажу (об'єм перевезень), який доставляється в пункт призначення, т;

l_i – пробіг від відправника до пункту-споживача будівельних матеріалів, км.

$$\begin{aligned}\Sigma\Pi_{1-13} &= 15 \cdot 10 + 25 \cdot 10 + 32 \cdot 6 + 10 \cdot 6 + 16 \cdot 8 + 22 \cdot 8 + 12 \cdot 5 + 33 \cdot 4 + 21 \cdot 3 \\ &+ 8 \cdot 10 + 10 \cdot 6 + 32 \cdot 3 + 21 \cdot 2 = 150 + 250 + 192 + 60 + 128 + 176 + 60 + 132 + \\ &63 + 80 + 60 + 96 + 42 = 1489 \text{ т} \cdot \text{км}.\end{aligned}$$

Визначаємо проектний варіант закріплення пунктів-відправників за споживачами Запорізької області.

Кількість будівельних матеріалів в тоннах, які доставляються в кожний пункт призначення представляємо у вигляді матриці. Дані зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Матриця об'ємів перевезень будівельних матеріалів

Постачальник	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси вантажу
A1	15	25	32	10	16	22	9	48
A2	10	12	39	21	25	33	21	12
A3	8	10	40	18	22	32	21	21
Загальна кількість буд.матеріалів	20	21	6	6	8	15	5	

В таблиці 2.5 умовно позначені:

A 1 -», ТОВ «Inbud»;

A2 –ТОВ «Будстандарт».

A3 - ТОВ «Професійна будівельна комплектація

B1 – Запорізький магазин будівельних матеріалів №1.

B2 – Запорізький магазин будівельних матеріалів №2.

B3 – с.м.т. Комишуваха.

B4 – с. Матвіївка.

B5 – с. Михайлівка.

B6 – с. Степне.

B7 - м. Вільнянськ.

Перевірка можливості рішення транспортної задачі.

$$\sum a = 48 + 12 + 21 = 81$$

$$\sum b = 20 + 21 + 6 + 6 + 8 + 15 + 5 = 81$$

Отримані значення свідчать про те, що умови балансу витримані, тобто кількість вантажу, який необхідно доставити споживачам, дорівнюють рівню запасів, якими володіють підприємства-відправники [3].

Таким чином, дана модель транспортної задачі є закритою.

Отримані результати фіксуємо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Розподільча таблиця будівельних матеріалів

Постачальник	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Рівень запасів
A1	15	25	32	10	16	22	9	48
A2	10	12	39	21	25	33	21	12
A3	8	10	40	18	22	32	21	21
Потреба	20	21	6	6	8	15	5	

Транспортна задача має розв'язок у 2 етапи.

1 Визначаємо перший опорний план.

Для цього використовується метод меншого значення об'єму перевезень (т) від постачальника до споживача. Це буде перший опорний план у задачі.

В таблиці 2.6 знаходиться найменший показник, якому відповідає клітинка 3.1

Це елемент $c_{31}=8$. Для нього кількість запасів – 21, тоді коли потреба складає 21. Тому:

$$x_{31} = \min(21, 20) = 20.$$

Таблиця 2.7 – Опорний план №1

x	25	32	10	16	22	9	48
x	12	39	21	25	33	21	12
8	10	40	18	22	32	21	21 - 20 = 1
20 - 20 = 0	21	6	6	8	15	5	

Наступний мінімальний елемент – 9, тому $c_{17}=9$. В цьому випадку рівень запасів складає 48, тоді як потреба складає 5. Мінімальним значенням є 5, тому віднімаємо його ($48 - 5 = 43$).

$$x_{17} = \min(48, 5) = 5.$$

Таблиця 2.8 - Опорний план №2

x	25	32	10	16	22	9	$48 - 5 = 43$
x	12	39	21	25	33	x	12
8	10	40	18	22	32	x	1
0	21	6	6	8	15	$5 - 5 = 0$	

Наступний по величині елемент складає $s_{14}=10$. Запаси – 43, потреба – 6. Значення 6 є мінімальним, тому $(43 - 6 = 37)$

$$x_{14} = \min(43, 6) = 6.$$

Таблиця 2.9 - Опорний план №3

x	25	32	10	16	22	9	$43 - 6 = 37$
x	12	39	x	25	33	x	12
8	10	40	x	22	32	x	1
0	21	6	$6 - 6 = 0$	8	15	0	

$s_{32}=10$. Запаси – 1, потреба – 21.

Значення 1 є мінімальним, тому $(21 - 1 = 20)$

$$x_{32} = \min(1, 21) = 1.$$

Таблиця 2.10 - Опорний план №4

x	25	32	10	16	22	9	37
x	12	39	x	25	33	x	12
8	10	x	x	x	x	x	1 - 1 = 0
0	21 - 1 = 20	6	0	8	15	0	

$c_{22}=12$. Запаси - 12 , потреба - 20.

Значення 12 – мінімальне, тому $(20 - 12 = 8)$

$x_{22} = \min(12, 20) = 12$.

Таблиця 2.11 - Опорний план №5

x	25	32	10	16	22	9	37
x	12	x	x	x	x	x	12 - 12 = 0
8	10	x	x	x	x	x	0
0	20 - 12 = 8	6	0	8	15	0	

$c_{15}=16$. Запаси - 37, потреба - 8. Мінімальне значення – 8 $(37 - 8 = 29)$

$x_{15} = \min(37, 8) = 8$.

Таблиця 2.12 - Опорний план №6

x	25	32	10	16	22	9	$37 - 8 = 29$
x	12	x	x	x	x	x	0
8	10	x	x	x	x	x	0
0	8	6	0	$8 - 8 = 0$	15	0	

$c_{16}=22$. Запаси - 29, потреба - 15. Значення 15 – є мінімальним ($29 - 15 = 14$)

$$x_{16} = \min(29, 15) = 15.$$

Таблиця 2.13 - Опорний план №7

x	25	32	10	16	22	9	$29 - 15 = 14$
x	12	x	x	x	x	x	0
8	10	x	x	x	x	x	0
0	8	6	0	0	$15 - 15 = 0$	0	

$c_{12}=25$. Запаси - 14, потреба - 8. Мінімальне значення 8 ($14 - 8 = 6$)

$$x_{12} = \min(14, 8) = 8.$$

Таблиця 2.14 - Опорний план №8

x	25	32	10	16	22	9	$14 - 8 = 6$
x	12	x	x	x	x	x	0
8	10	x	x	x	x	x	0
0	$8 - 8 = 0$	6	0	0	0	0	

$c_{13}=32$. Запаси - 6, потреба – 6. . Мінімальне значення – 6 ($6 - 6 = 0$).

$$x_{13} = \min(6,6) = 6.$$

Таблиця 2.15 - Опорний план №9

x	25	32	10	16	22	9	$6 - 6 = 0$
x	12	x	x	x	x	x	0
8	10	x	x	x	x	x	0
0	0	$6 - 6 = 0$	0	0	0	0	

Результати обробки опорних планів (№1-№9) представлені в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Результат першого етапу розрахунку транспортної задачі

Постач./спож.	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	15	25[8]	32[6]	10[6]	16[8]	22[15]	9[5]	48
A2	10	12[12]	39	21	25	33	21	12
A3	8[20]	10[1]	40	18	22	32	21	21
Потреба	20	21	6	6	8	15	5	

З таблиці 2.16 видно, що перший опорний план є задовільним: вся будівельна продукція з підприємств-відправників, яка була запланована, відправлена, а потреба підприємств замовників повністю задоволена.

Розрахований план задовільняє системі обмежень задачі [3;6].

Визначаємо кількість клітинок, які задіяні в таблиці 2.6. Їх кількість складає 9, тобто задовільняє необхідній кількості $m + n - 1 = 9$.

Таким чином, даний опорний план є невироджений.

Визначаємо цільову функцію для опорного плану транспортної задачі за формулою 2.1:

$$F(x)_{\text{проект.}} = 25 \cdot 8 + 32 \cdot 6 + 10 \cdot 6 + 16 \cdot 8 + 22 \cdot 15 + 9 \cdot 5 + 12 \cdot 12 + 8 \cdot 20 + 10 \cdot 1 = 1269 \text{ т} \cdot \text{км}.$$

2 Покращення опорного плану, який представлений в таблиці 2.16.

На цьому етапі розрахунків перевіряємо на оптимальність опорний план.

Визначаємо попередні значення потенціалів, що знаходяться в зайнятих клітинках таблиці - u_i, v_j . В них дотримується умова $u_i + v_j = c_{ij}$, $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_2 = 25; 0 + v_2 = 25; v_2 = 25$$

$$u_2 + v_2 = 12; 25 + u_2 = 12; u_2 = -13$$

$$u_3 + v_2 = 10; 25 + u_3 = 10; u_3 = -15$$

$$u_3 + v_1 = 8; -15 + v_1 = 8; v_1 = 23$$

$$u_1 + v_3 = 32; 0 + v_3 = 32; v_3 = 32$$

$$u_1 + v_4 = 10; 0 + v_4 = 10; v_4 = 10$$

$$u_1 + v_5 = 16; 0 + v_5 = 16; v_5 = 16$$

$$u_1 + v_6 = 22; 0 + v_6 = 22; v_6 = 22$$

$$u_1 + v_7 = 9; 0 + v_7 = 9; v_7 = 9$$

Отримані значення показників зводимо в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 – Значення потенціалів

	$v_1=23$	$v_2=25$	$v_3=32$	$v_4=10$	$v_5=16$	$v_6=22$	$v_7=9$
$u_1=0$	15	25[8]	32[6]	10[6]	16[8]	22[15]	9[5]
$u_2=-13$	10	12[12]	39	21	25	33	21
$u_3=-15$	8[20]	10[1]	40	18	22	32	21

Опорний план (табл.2.17) не є оптимальним, тому що

$$u_i + v_j > c_{ij}(1;1): 0 + 23 > 15; \Delta_{11} = 0 + 23 - 15 = 8 > 0$$

Знаходимо максимальну оцінку вільної клітинки (1;1): 15.

В даному випадку перспективну клітинку (1;1) приймаємо як позитивне значення «+». а у решта вершинах многокутника ставимо знаки «-», «+», «-», чергуємо їх.

Таблиця 2.18 – Значення потенціалів №2

	1	2	3	4	5	6	7	Запаси
1	15[+]	25[8][-]	32[6]	10[6]	16[8]	22[15]	9[5]	48
2	10	12[12]	39	21	25	33	21	12
3	8[20][-]	10[1][+]	40	18	22	32	21	21
Потреби	20	21	6	6	8	15	5	

Цикл має вигляд: (1,1 → 1,2 → 3,2 → 3,1).

В матриці є клітинки, які мають від’ємні значення, із всієї кількості вантажів, які знаходяться в цих клітинках, треба обрати ті значення ,які є мінімальні: $y = \min (1, 2) = 8$.

Додаємо 8 тонн до тих значень, які знаходяться в клітинках зі знаком «+». Результат зводимо в наступну таблицю – опорний план.

Таблиця 2.19 – Новий опорний план

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	15[8]	25	32[6]	10[6]	16[8]	22[15]	9[5]	48
A2	10	12[12]	39	21	25	33	21	12
A3	8[12]	10[9]	40	18	22	32	21	21
Потреба	20	21	6	6	8	15	5	

Новий опорний план перевіряємо на виконання умови та оптимальність. Визначаємо попередні потенціали u_i, v_j . Їх розраховуємо по тих клітинках, які в матриці зайняті, де виконується $u_i + v_j = c_{ij}$, при $u_1 = 0$

$$u_1 + v_1 = 15; 0 + v_1 = 15; v_1 = 15$$

$$u_3 + v_1 = 8; 15 + u_3 = 8; u_3 = -7$$

$$u_3 + v_2 = 10; -7 + v_2 = 10; v_2 = 17$$

$$u_2 + v_2 = 12; 17 + u_2 = 12; u_2 = -5$$

$$u_1 + v_3 = 32; 0 + v_3 = 32; v_3 = 32$$

$$u_1 + v_4 = 10; 0 + v_4 = 10; v_4 = 10$$

$$u_1 + v_5 = 16; 0 + v_5 = 16; v_5 = 16$$

$$u_1 + v_6 = 22; 0 + v_6 = 22; v_6 = 22$$

$$u_1 + v_7 = 9; 0 + v_7 = 9; v_7 = 9.$$

Отримані значення записуємо в таблицю 2.20 –

Таблиця 2.20 – Оптимальний опорний план

	$v_1=15$	$v_2=17$	$v_3=32$	$v_4=10$	$v_5=16$	$v_6=22$	$v_7=9$
$u_1=0$	15[8]	25	32[6]	10[6]	16[8]	22[15]	9[5]
$u_2=-5$	10	12[12]	39	21	25	33	21
$u_3=-7$	8[12]	10[9]	40	18	22	32	21

Даний опорний план (табл.2.20) є оптимальним. Всі значення вільних клітинок відповідають наступній вимозі: $u_i + v_j \leq c_{ij}$.

Минимальные затраты транспортной работы тонно-кілометрів можна записати наступною цільовою функцією:

$$F(x) = 15 \cdot 8 + 32 \cdot 6 + 10 \cdot 6 + 16 \cdot 8 + 22 \cdot 15 + 9 \cdot 5 + 12 \cdot 12 + 8 \cdot 12 + 10 \cdot 9 = 1205 \text{ тонно-кілометрів}$$

Отже, з ТОВ «ТОВ «Inbud» будівельні матеріали транспортуються до:

- 1 Запорізький магазин будівельних матеріалів №1. – 8 тонн,
- 2 с.м.т. Комишуваха – 6 тонн;
- 3 с. Матвіївка – 6 тонн
- 4 с. Михайлівка – 8 тонн;
- 5 м. Вільнянськ. – 15 тонн
- 6 с. Степне – 5 тонн

З підприємства ТОВ «Будстандарт» будівельні матеріали доставляються одержувачу:

- 1 Запорізький магазин будівельних матеріалів №2 – 12 тонн.

З підприємства ТОВ «Професійна будівельна комплектація» будівельні матеріали прямують до одержувачів:

1 Запорізький магазин будівельних матеріалів №1 – 12 тонн;

2 Запорізький магазин будівельних матеріалів №2 – 9 тонн.

Отримані розрахунки є вихідними даними для розробки маршрутів та визначення кількості автомобілів потрібної місткості та їх пробігу для визначення економічних показників.

2.3 Розробка маршрутів доставки будівельних матеріалів

2.3.1 Визначення маршрутів (базовий варіант)

За існуючим варіантом будівельні матеріали доставляються з трьох пунктів, які розміщені на території міста Запоріжжя. Всі пункти одержувачі знаходяться в Запорізькій області.

На маршрутах працюють автомобілі з вантажопідйомністю 5 тонн.

Маршрут №1: «ТОВ «Inbud» - ЗП1 - «ТОВ «Inbud» - 10 т; 2 їздки.

Маршрут №2: «ТОВ «Inbud» - ЗП2 - «ТОВ «Inbud» - 10 т; 2 їздки.

Маршрут №3: «ТОВ «Inbud» - Комишуваха - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 2 їздки.

Маршрут №4: «ТОВ «Inbud» - Матвіївка - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 2 їздки.

Маршрут №5: «ТОВ «Inbud» - Михайлівка - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 2 їздки.

Маршрут №6: «ТОВ «Inbud» - Вільнянськ - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 2 їздки.

Маршрут №7: ТОВ «Будстандарт» - ЗП2 - ТОВ «Будстандарт» - 5 тонн, 1 їздка.

Маршрут №8: ТОВ «Будстандарт» - Вільнянськ - ТОВ «Будстандарт» - 4 тонн, 1 їздка.

Маршрут №9: ТОВ «Будстандарт» - Степне - ТОВ «Будстандарт» - 3 тонни, 1 їздка.

Маршрут №10: ТОВ «ПБК» - ЗП1 – ТОВ «ПБК» - 10тонн, 2 їздки.

Маршрут №11: ТОВ «ПБК» - ЗП2 – ТОВ «ПБК» - 6тонн, 2 їздки.

Маршрут №12: ТОВ «ПБК» - Вільнянськ – ТОВ «ПБК» - 3тонни, 1 їздка.

Маршрут №13: ТОВ «ПБК» - Степне – ТОВ «ПБК» - 2тонни, 1 їздка.

2.3.2 Визначення маршрутів (проектний варіант)

Маршрути в проектному варіанті визначаються на основі результатів транспортної задачі. Завдяки розрахункам були відправники закріплені за споживачами більш вигідним способом.

Кількість їздок по кожному маршруту приймається враховуючи заміну рухомого складу на більш місткий – 10 тонн.

Маршрут №1: «ТОВ «Inbud» - ЗП1 - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 1 їздка

Маршрут №2: «ТОВ «Inbud» - Комишуваха - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 1 їздка.

Маршрут №3: «ТОВ «Inbud» - Матвіївка - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 1 їздка.

Маршрут №4: «ТОВ «Inbud» - Михайлівка - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 1 їздка.

Маршрут №5: «ТОВ «Inbud» - Вільнянськ - «ТОВ «Inbud» - 15 тонн, 2 їздки.

Маршрут №6: «ТОВ «Inbud» - Степне - «ТОВ «Inbud» - 5 тонн, 1 їздка.

Маршрут №7: ТОВ «Будстандарт» - ЗП2 - ТОВ «Будстандарт» - 12 тонн, 2 їздка.

Маршрут №8: ТОВ «ПБК» - ЗП1 – ТОВ «ПБК» - 12 тонн, 2 їздки.

Маршрут №9: ТОВ «ПБК» - ЗП2 – ТОВ «ПБК» - 9 тонн, 1 їздка.

2.4 Визначення кількості автомобілів на маршрутах за варіантами

Вихідними параметрами для визначення достатньої кількості автомобілів є:

- Кількість вантажу (будівельних матеріалів), які доставляються в кожний пункт-одержувач;
- Періодичність поставок вантажу (один раз на тиждень);
- Вантажопідйомність транспортного засобу.

Визначаємо кількість автомобілів для базового варіанту з врахування виконаної транспортної роботи [4;5].

Автомобіль №1:

- маршрут №1 (2 їздки);
- маршрут №2 (2 їздки);
- маршрут №3 (2 їздки);
- маршрут №4 (2 їздки);
- маршрут №5 (2 їздки).

Автомобіль №2:

- маршрут №6 (2 їздки);
- маршрут №7 (1 їздка);
- маршрут №8 (1 їздка);
- маршрут №9 (1 їздка);
- маршрут №10 (2 їздки);

Автомобіль №3:

- маршрут №11 (2 їздки);
- маршрут №12 (1 їздка);
- маршрут №13 (1 їздка).

Транспортні засоби обслуговують вантажні пункти та працюють на маршрутах протягом тижня.

Отже, за базовим варіантом необхідно мати 3 автомобілі місткістю 5 тонн.

В проєктному варіанті місткість автомобіля збільшена до 10 тонн, а також менша кількість маршрутів.

Визначаємо потрібну кількість автомобілів за проєктним варіантом.

Автомобіль №1:

- маршрут №1 (1 їздка);
- маршрут №2 (1 їздка);
- маршрут №3 (1 їздка);
- маршрут №4 (1 їздка);
- маршрут №5 (2 їздки).

Автомобіль №2:

- маршрут №6 (1 їздка);
- маршрут №7 (2 їздки);
- маршрут №8 (2 їздки);
- маршрут №9 (1 їздки).

2.5 Розрахунок пробігу транспортних засобів

В роботі маршрути розроблялись на визначений період часу – один тиждень.

Визначаємо загальний пробіг для існуючого варіанту. Для цього необхідно скласти таблицю відстаней від відправників до одержувачів.

Таблиця 2.21 - Відстань між вантажними пунктами при доставці будівельних матеріалів.

Відправники	Отримувачі будівельних матеріалів						
	ЗП1	ЗП2	Ком.	Матв.	Мих.	Вільн.	Степ.
«ТОВ «Inbud»	15	25	32	10	16	22	9
ТОВ «Будстандарт»	10	12	39	21	25	33	21
ТОВ «Професійна будівельна комплектація»	8	10	40	18	22	32	21

1 Базовий варіант.

Маршрут №1: «ТОВ «Inbud» - ЗП1 - «ТОВ «Inbud» - 10 т; 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(1) = 0,3 + 15 + 15 = 30,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 30,3 \cdot 2 = 60,6 \text{ км.}$$

Маршрут №2: «ТОВ «Inbud» - ЗП2 - «ТОВ «Inbud» - 10 т; 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(2) = 0,3 + 25 + 25 = 50,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 50,3 \cdot 2 = 100,6 \text{ км.}$$

Маршрут №3: «ТОВ «Inbud» -Комишуваха - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(3) = 0,3 + 32 + 32 = 64,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 64,3 \cdot 2 = 128,6 \text{ км.}$$

Маршрут №4: «ТОВ «Inbud» -Матвіївка - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(4) = 0,3 + 10 + 10 = 20,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 20,3 \cdot 2 = 40,6 \text{ км.}$$

Маршрут №5: «ТОВ «Inbud» -Михайлівка - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(5) = 0,3 + 16 + 16 = 32,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 32,3 \cdot 2 = 64,6 \text{ км.}$$

Маршрут №6: «ТОВ «Inbud» -Вільнянськ - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(6) = 0,3 + 22 + 22 = 44,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 44,3 \cdot 2 = 88,6 \text{ км.}$$

Маршрут №7: ТОВ «Будстандарт» - ЗП2 - ТОВ «Будстандарт» - 5 тонн, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(7) = 0,2 + 12 + 12 = 24,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 24,2 \cdot 1 = 24,2 \text{ км.}$$

Маршрут №8: ТОВ «Будстандарт» - Вільнянськ - ТОВ «Будстандарт» - 4 тонн, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(8) = 0,2 + 33 + 33 = 66,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 66,2 \cdot 1 = 66,2 \text{ км.}$$

Маршрут №9: ТОВ «Будстандарт» - Степне - ТОВ «Будстандарт» - 3 тонни, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(9) = 0,2 + 21 + 21 = 42,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 42,2 \cdot 1 = 42,2 \text{ км.}$$

Маршрут №10: ТОВ «ПБК» - ЗП1 – ТОВ «ПБК» - 10тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(10) = 0,2 + 8 + 8 = 16,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 16,2 \cdot 2 = 32,4 \text{ км.}$$

Маршрут №11: ТОВ «ПБК» - ЗП2 – ТОВ «ПБК» - 6тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(11) = 0,2 + 10 + 10 = 20,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 20,2 \cdot 2 = 40,4 \text{ км.}$$

Маршрут №12: ТОВ «ПБК» - Вільнянськ – ТОВ «ПБК» - 3тонни, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(12) = 0,2 + 32 + 32 = 64,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 64,2 \cdot 1 = 64,2 \text{ км.}$$

Маршрут №13: ТОВ «ПБК» - Степне – ТОВ «ПБК» - 2тонни, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(13) = 0,2 + 21 + 21 = 42,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 42,2 \cdot 1 = 42,2 \text{ км.}$$

Сумарний час пробігу трьох автомобілей за тиждень складас:

$$\begin{aligned} \Sigma L_{\text{тижд.}(база)} &= 60,4 + 100,6 + 128,6 + 40,6 + 64,6 + 88,6 + 24,2 + 66,2 + 42,2 \\ &+ 32,4 + 40,4 + 64,2 + 42,2 = 753,2 \text{ км.} \end{aligned}$$

2 Проектний варіант.

Маршрут №1: «ТОВ «Inbud» - ЗП1 - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 1 їздка

$$L_{\text{рух}}(1) = 0,3 + 15 + 15 = 30,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 30,3 \cdot 1 = 30,3 \text{ км.}$$

Маршрут №2: «ТОВ «Inbud» - Комишуваха - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(2) = 0,3 + 32 + 32 = 64,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 64,3 \cdot 1 = 64,3 \text{ км.}$$

Маршрут №3: «ТОВ «Inbud» - Матвіївка - «ТОВ «Inbud» - 6 тонн, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(3) = 0,3 + 10 + 10 = 20,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 20,3 \cdot 1 = 20,3 \text{ км.}$$

Маршрут №4: «ТОВ «Inbud» - Михайлівка - «ТОВ «Inbud» - 8 тонн, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(4) = 0,3 + 16 + 16 = 32,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 32,3 \cdot 1 = 32,3 \text{ км.}$$

Маршрут №5: «ТОВ «Inbud» - Вільнянськ - «ТОВ «Inbud» - 15 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(5) = 0,3 + 22 + 22 = 44,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 44,3 \cdot 2 = 88,6 \text{ км.}$$

Маршрут №6: «ТОВ «Inbud» - Степне - «ТОВ «Inbud» - 5 тонн, 1 їздка.

$$L_{\text{рух}}(6) = 0,3 + 9 + 9 = 18,3 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 18,3 \cdot 2 = 18,3 \text{ км.}$$

Маршрут №7: ТОВ «Будстандарт» - ЗП2 - ТОВ «Будстандарт» - 12 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(7) = 0,2 + 12 + 12 = 24,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 24,2 \cdot 2 = 48,4 \text{ км.}$$

Маршрут №8: ТОВ «ПБК» - ЗП1 – ТОВ «ПБК» - 12 тонн, 2 їздки.

$$L_{\text{рух}}(8) = 0,2 + 8 + 8 = 16,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(2\text{їзд}) = 16,2 \cdot 2 = 32,4 \text{ км.}$$

Маршрут №9: ТОВ «ПБК» - ЗП2 – ТОВ «ПБК» - 9 тонн, 1 їздки.

$$L_{\text{рух}}(9) = 0,2 + 10 + 10 = 20,2 \text{ км.}$$

З врахуванням кількості їздок:

$$L_{\text{рух}}(1\text{їзд}) = 20,2 \cdot 1 = 20,2 \text{ км.}$$

Сумарний час пробігу двох автомобілей за тиждень складає:

$$\begin{aligned} \sum L_{\text{тижд. (проект)}} &= 30,3 + 64,3 + 20,3 + 32,3 + 88,6 + 18,3 + 48,4 + 32,4 + 20,2 \\ &= 355,1 \text{ км.} \end{aligned}$$

Визначасмо сумарний пробіг автомобілів за базовим варіантом:

$$\sum L_{\text{річне. (база)}} = \sum L_{\text{тижд. (база)}} \cdot 52 = 753,2 \cdot 52 = 39167 \text{ км.}$$

Визначасмо сумарний пробіг автомобілів за базовим варіантом:

$$\sum L_{\text{річне. (проект)}} = \sum L_{\text{тижд. (проект)}} \cdot 52 = 355,1 \cdot 52 = 18466 \text{ км.}$$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Економічні розрахунки доставки вантажу

В даній роботі розглядається удосконалення доставки будівельних матеріалів з трьох підприємств, які знаходяться у місті Запоріжжі. Отримувачами є сім вантажних пунктів – два знаходяться в м. Запоріжжя, решта в с. Матвіївка, с. Михайлівка, с.м.т. Вільнянськ, с. Степне та с.м.т. Комишуваха.

По існуючому варіанту для перевезень задіяні три вантажні п'ятитонні автомобілі, за проєктним – два десяти тонні.

Розраховуємо річні експлуатаційні витрати базовий та проєктний варіанти.

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [7]:

$$З_{екс}^{np} = З_3^{np} + З_c^{np} + З_n^{np} + З_{авт}^{np} + A_1 - З_k^{np}, \quad (3.1)$$

де $З_3^{np}$ - заробітна плата водіїв грн;

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

$З_n^{np}$ - накладні витрати за рік, грн;

$З_{авт}^{np}$ - витрати на здійснення доставки безалкогольної продукції автомобілями вантажопідйомністю 5 та 10 тонн грн;

A_1 – амортизаційні відрахування, грн;

Вихідні дані для визначення заробітної плати представлені в таблиці 3.1

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

Показник	Значення показників заробітної плати
N	Кількість водіїв, задіяних в перевезеннях приймаємо 3 за базовим варіантом та 2 за <u>проектним</u>
$k_{\text{тп}}$	Коефіцієнт, який враховує витрати на премію водіїв автомобілів, $k_{\text{тп}} = 1,3$
$C_{\text{год}}$	Годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього <u>грейду</u> працівника), грн/год., приймаємо 61,5 грн./год.
$\Phi_{\text{р}}$	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 [7]:

$$Z_{\epsilon}^{np} = N_a \cdot k_{np} \cdot C_{год} [\Psi_p (7/6 + k_{кл} + k_{шк.}) + \Psi_{св.}], \quad (3.2)$$

$$Z_{в(база)} = 3 \cdot 1,3 \cdot 61,5 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 678208 \text{ грн.}$$

$$Z_{в(проект)} = 2 \cdot 1,3 \cdot 61,5 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 452139 \text{ грн.}$$

Внесок на соціальне страхування становить 22 %:

$$Z_{с(база)} = 0,22 \cdot 678208 = 149206 \text{ грн.};$$

$$Z_{с}^{np} = 0,22 \cdot 452139 = 99471 \text{ грн.}$$

Внесок накладних витрат становить 34% та визначається відносно заробітної плати водіїв [7]:

$$Z_n^{np} = Z_3^{np} \cdot 0,34 \quad (3.3)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_{н(база)} = 0,34 \cdot 678208 = 230591 \text{ грн}$$

$$Z_n^{np} = 0,34 \cdot 452139 = 153727 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом визначаються за формулою [7]:

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

де $Z_{зп}$ – загальні витрати на паливо, грн;

$Z_{рем}$ – витрати, призначені на ремонт трьох (базовий варіант) та двох (проектний) автомобілів, грн;

$Z_{ш}$ – витрати на заміну комплекту автомобільних шин, грн.

Розрахунок витрат на паливо проводиться за нормативними даними витрат палива на 100 км [7].

Потреба в паливі за рік буде складати [7]:

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

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

n за даними технічної характеристики автомобіля 33 л/100 км – базовий варіант; 35 л/100 км - проєктний.

L – тижневий пробіг 3 та 2 автомобілів згідно розрахунків складає 753,2 км за тиждень (існуючий варіант) та 355,1 км за тиждень (проєктний варіант)

$$L_{річний\ заг(база)} = 753,2 \cdot 52 = 39167 \text{ км.}$$

$$L_{річний\ заг(проєкт)} = 355,1 \cdot 52 = 18466 \text{ км.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$P_{П(база)} = 39167 \cdot 33 / 100 = 12925,1 \text{ літрів;}$$

$$P_{П(проєкт)} = 18466 \cdot 35 / 100 = 6463,1 \text{ літрів.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [7]:

$$Z_{П} = P_{П} \cdot B_{П} \text{ грн.} \quad (3.6)$$

де $B_{П}$ – вартість одного літра пального, у 2024 році становить $B_{П} = 55,0$ грн/літр.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$Z_{П(база)} = 12925,1 \cdot 55,0 = 710881 \text{ грн.}$$

$$Z_{Ппроект)} = 6463,1 \cdot 55,0 = 355471 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо необхідно рахувати з врахуванням [7]:

- на гаражні потреби звичайно приймають 7% від загальних витрат на паливо:

$$Z_{гп(база)} = 710881 \cdot 0,07 = 49762 \text{ грн;}$$

$$Z_{гп(проект)} = 355471 \cdot 0,07 = 24883 \text{ грн.}$$

- витрати на мастильні матеріали беруться 30% від загальної вартості палива:

$$Z_{мм(база)} = 710881 \cdot 0,3 = 213264 \text{ грн;}$$

$$Z_{мм(проект)} = 355471 \cdot 0,3 = 106641 \text{ грн.}$$

- витрати на експлуатаційні матеріали враховуються як 1% від загальної вартості палива:

$$Z_{ем(база)} = 710881 \cdot 0,01 = 7109 \text{ грн;}$$

$$Z_{ем(проект)} = 355471 \cdot 0,01 = 3555 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо та мастильні матеріали складають:

$$Z_{ЗП(база)} = 710881 + 49762 + 213264 + 7109 = 981016 \text{ грн;}$$

$$Z_{ЗП(проект)} = 355471 + 24883 + 106641 + 3555 = 490550 \text{ грн.}$$

Витрати, необхідні для ремонту автомобілів, які працюють на маршрутах [7]:

$$З_{рем} = P_{п} \cdot 1,8, \quad (3.7)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$З_{рем(база)} = 12925,1 \cdot 1,8 = 23265 \text{ грн};$$

$$З_{рем(база)} = 6463,1 \cdot 1,8 = 11634 \text{ грн};$$

Витрати на заміну шин встановлюються в залежності від норм пробігу автотранспортних засобів та річного пробігу за формулою [7]:

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

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

$L_{річ}$ - річний пробіг автомобілів, км; $L_{річ(база)} = 39167$ км; $L_{річ(проект)} = 18466$ км;

$L_{норм}$ - нормативний пробіг вантажного автомобіля до заміни комплекту шин.

$$L_{норматив.} = 60000 \text{ км.}$$

За формулою (3.16) необхідно:

$$K_{ш(база)} = 39167 / 60000 = 1 \text{ комплект/рік};$$

$$K_{ш(проект)} = 18466 / 60000 = 1 \text{ комплект/рік.}$$

Річні витрати на шини розрахуємо за формулою [7]:

$$Z_{ш} = K_{ш} \cdot C_K, \quad (3.9)$$

де C_K - вартість одиниці комплекту автомобільних шин.

$$C_{K(б \text{ і } проект)} = 78000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$Z_{ш(база)} = 78000 \cdot 1 = 78000 \text{ грн;}$$

$$Z_{ш(проект)} = 78000 \cdot 1 = 78000 \text{ грн;}$$

Отримані результат розрахунків сумуємо:

$$Z_{авт}^{np(база)} = 981016 + 23265 + 78000 = 1082281 \text{ грн.}$$

$$Z_{авт}^{np(проект)} = 490550 + 11634 + 78000 = 580184 \text{ грн.}$$

Відсоток амортизації відрахувань вантажівок приймається 40% на рік на залишкову вартість автомобілів.

Амортизаційні відрахування за рік з урахуванням того, що на маршрутах працюють три та два автомобілі (відповідно, базовий та проектний варіанти) і складає:

$$A_I(база) = 820000 \cdot 3 \cdot 40/100 = 984000 \text{ грн;}$$

$$A_I(проект) = 1000000 \cdot 2 \cdot 40/100 = 800000 \text{ грн;}$$

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

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} (\text{база}) &= 678208 + 149206 + 230591 + 1082281 + 984000 = \\ &= 3124286 \text{ грн;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{екс}^{np} (\text{проєкт}) &= 452139 + 99471 + 153727 + 580184 + 800000 = \\ &= 2085521 \text{ грн;} \end{aligned}$$

Економія річних витрат складає:

$$E = Z_{екс}^{np} (\text{база}) - Z_{екс}^{np} (\text{проєкт}), \quad (3.10)$$

$$E = 3124286 - 2085521 = 1038765 \text{ грн.}$$

Завдяки розробці нових маршрутів доставки будівельних матеріалів, та зменшенню кількості автомобілів, отримали річний ефект, який склав 1038765 грн.

ВИСНОВКИ

В дипломному проєкті досліджується перевезення будівельних матеріалів з трьох оптово-роздрібних підприємств, які розташовані в місті Запоріжжі: «Інбуд», «Професійна будівельна комплектація», Будстандарт». Всі сім одержувачів знаходяться в Запорізькій області.

В проєктному рішенні за допомогою методу потенціалів були закріплені відправники за одержувачами та результати порівняні з існуючими варіантами маршрутів.

Метод потенціалів дозволив отримати найбільш раціональну схему маршрутів, визначену в транспортній роботі. Так, за існуючою технологією розвозу був отриманий результат $1489 \text{ т} \cdot \text{км}$, а за новим варіантом - $1205 \text{ т} \cdot \text{км}$.

В проєктній частині були замінені існуючі автомобілі (3 одиниці) вантажопідйомністю 5 тонн на автомобілі 10-ти тонні у кількості 2 одиниці.

Для визначення економічних даних проєкту були розраховані річні пробіги по кожному маршруту та час перебування на маршрутах (для визначення потрібної кількості автомобілів), які поставляють будівельні матеріали щотижнево.

Результат ефективності вибраної системи перевезень та розрахованих маршрутів – це техніко-економічні показники. Завдяки порівнянню річних витрат існуючого та розробленого варіанту отримали ефект 1038765 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Офіційний сайт компанії будівельних матеріалів URL <http://profbud.zp.ua/> (дата звернення 05.06.2024)
- 2 Офіційний сайт Верховна Рада України URL <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text> (дата звернення 05.06.2024)
3. 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.
- 4 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.
- 5 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.
- 6 Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.
- 7 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.