

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 ПІСКУ
ОДЕРЖУВАЧАМ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи T-323м

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

Освітня програма (спеціалізація)
275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

 Артур ЗАХАРОВ
(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

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

ЗАХАРОВА Артура Вікторовича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності доставки піску
одержувачам в Київській області

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.

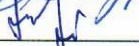
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі вантажопотоки, схема
транспортної мережі, відстань між вантажними пунктами,
вантажопідйомність автомобілів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Характеристика
статистичних даних щодо постачання піску в мішках. 2.2 Вихідні дані до
транспортної задачі. 2.3 Розробка маршрутів доставки піску методом
потенціалів. 2.4 Розробка маршрутів доставки піску в мішках одержувачам
на основі результатів розрахунку. 2.5 Розрахунок кількості тари та розробка
схеми укладання піску в мішках в рухомому складі. 2.6 Визначення кількості
їздок на маршрутах. 2.7 Визначення річного пробігу автомобілів. 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 проєкту (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

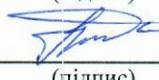
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	28.10.2024-10.11.2024	
2	Основна частина	11.11.2024-15.12.2024	
3	Економічна частина	16.12.2024-29.12.2024	
4	Охорона праці	20.01.2025-26.01.2025	
5	Оформлення МР, перевірка МР на плагіат,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

Студент(ка)


(підпис)

Артур ЗАХАРОВ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олександр ГАЙДАЧУК
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 82 с., 30 табл., 10 рис., 15 джерел.

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

Об'єкт дослідження: транспортна система перевезення піску в мішках
автомобільним транспортом

Мета роботи: удосконалення перевезення піску до споживачів в
Київській області.

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

В магістерській роботі було досліджено, проаналізовано та
удосконалено перевезення піску в мішках 40 та 50 кг автомобільним
транспортом шляхом розробки більш ефективних маршрутів руху
автомобілів. Розраховано потрібну кількість автомобілів. Економічні
розрахунки, що були виконані, доводять збільшити ефективність проєктних
рішень за рахунок економії експлуатаційних витрат.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Характеристика системи перевезень вантажів.....	8
1.2 Характеристика існуючих вантажопотоків.....	9
1.3 Характеристика вантажу (пісок в мішках).....	10
1.4 Характеристика підприємства відправника піску.....	11
1.5 Умови зберігання піску в мішках.....	15
1.6 Недоліки існуючого варіанту доставки піску в мішках.....	17
2 Основна частина.....	24
2.1 Характеристика статистичних даних щодо постачання піску в мішках.....	19
2.2 Вихідні дані до транспортної задачі.....	28
2.3 Розробка маршрутів доставки піску методом потенціалів.....	31
2.4 Розробка маршрутів доставки піску в мішках одержувачам на основі результатів розрахунку.....	46
2.5 Розрахунок кількості тари та розробка схеми укладання піску в мішках в рухомому складі.....	47
2.6 Визначення кількості їздок на маршрутах.....	52
2.7 Визначення річного пробігу автомобілів.....	56
3 Економічна частина.....	59
3.1 Економічні розрахунки доставки піску.....	58
3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат із застосуванням орендованих транспортних засобів.....	66
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	68
Висновки.....	69
Перелік джерел посилання.....	70

Додаток А Аналіз потенційних небезпек.....	73
Додаток Б Заходи по забезпеченню безпеки.....	75
Додаток В Дослідницька частина.....	77

ВСТУП

Перевезення вантажів в Україні здійснюються з дотриманням вимог «Правил перевезення вантажів автомобільним транспортом». В залежності від виду вантажу, його кількості та способів навантаження та розвантаження підбирається відповідний рухомий склад.

Оперативне управління роботою транспорту, планування та аналіз вантажопотоків мають вплив на всю систему організації перевізного процесу. Для цього враховуються наступні групи факторів: технічні (відповідність рухомого складу вантажу згідно його фізичних та хімічних властивостей, засобам навантаження та розвантаження, кількості вантажу та відстані перевезень); економічні (вартість транспортного засобу або його оренди, експлуатаційні витрати); екологічні (автомобілі повинні використовуватися в тих кліматичних та дорожніх умовах, для яких вони призначені).

Аналіз цих факторів дозволяє розробити оптимальні маршрути доставки вантажів, обрати раціональні схеми розміщення вантажів в рухомому складі та використовувати транспортні засоби з максимально можливим коефіцієнтом використання місткості автомобіля, розробити графіки роботи, які удосконалять роботу транспорту та зменшать час обороту автомобілів, а також зменшити кількість автомобілів.

Це дасть змогу зменшити витрати на транспортні послуги, пришвидшити процес доставки та вантажопереробки, а також покращити якість обслуговування.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика системи перевезень вантажів

Аналіз фізичних та хімічних властивостей вантажів відіграють велику роль при виборі типу рухомого складу.

Існує багато різних систем й класифікацій, але найбільш корисною при виборі типу вантажного автомобіля за типом, місткістю та вантажопідйомності є транспортна класифікація (рисунок 1.1).

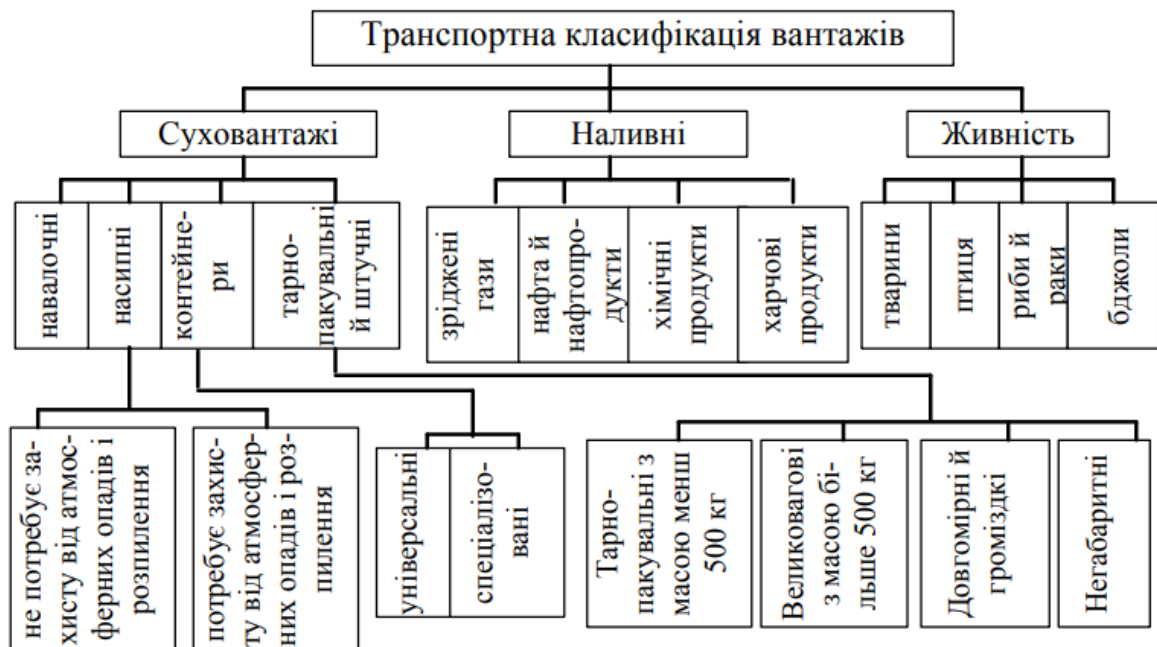


Рисунок 1.1 – Транспортна класифікація вантажів

В магістерській роботі розглядається доставка піску в мішках вагою 40кг та 50 кг на піддонах. Даний вид вантажу за класифікацією належить до суховантажів, тарно-пакувальних й штучних масою менш 500 кг.

1.2 Характеристика існуючих вантажопотоків

В роботі розглядається доставка піску одержувачам в Київській області. Розглядається сім вантажних пунктів (м. Бровари, м. Біла Церква, м. Фастів, м. Вишгород, м. Бориспіль, м. Яготин, м. Обухів) [1;2;3].

Відправниками є оптово-роздрібні склади будівельних матеріалів, які знаходяться в м. Київ за адресами:

Склад№1 - пр-т Перемоги, 67. корпус-Nb (м. Нивки)

Склад№2 - вул. Марка Вовчка, 14 (Куренівка)

Склад№3 - вул. Деревообробна, 5 (Видубичі)

Склад №4 - вул. Бориспільская, 7 (Лівий берег)

На підприємстві є послуги з доставки по м. Києву та області, а також є можливість самовивозу.

Доставка піску відбувається 2 рази на тиждень автомобільним транспортом.

Значення вантажопотоків представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Значення вантажопотоків піску в мішках

Замовник	Кількість вантажу (за одне відправлення), т	Кількість вантажу (за тиждень), т
1 Бровари	9,67	19,34
2 Біла Церква	7,803	15,61
3 Фастів	10,708	21,42
4 Вишгород	8,93	17,86
5 Бориспіль	10,49	20,98
6 Яготин	9,29	18,58
7 Обухів	10,172	20,34

1.3 Характеристика вантажу (пісок в мішках)

Пісок, який перевозиться в мішках – це річний пісок, який має високий ступінь очищення. Зазвичай перевозиться насипом або в мішках вагою 35, 40 та 50 кг.

Пісок – це сипуча дрібнозерниста осадова порода, а також штучний будівельний або декоративний матеріал. Послуги з транспортування піску як будівельного матеріалу мають декілька особливостей та спеціальних умов.

Якщо пісок перевозиться навалом, для цього використовують самоскиди, які можуть його завантажувати одразу від виробника, без зайвих посередників [1;2;3].

При великих вантажопотоках піску, його транспортують залізничним транспортом. Тому виробники будівельних матеріалів, які працюють з великими обсягами вантажів, мають розвинуті під'їзні колії та автомобільні дороги високої пропускної спроможності [4;5].

Річковий пісок має широку сферу застосування при будівельних роботах:

- при приготуванні бетону різної міцності;
- при виробництві цегли для будівництва;
- для цементних стяжок;
- при приготування сумішей для будівельних робіт;
- при укладанні автомобільних доріг.



Рисунок 1.2 – Пісок річковий у мішках

1.4 Характеристика підприємства відправника піску

Доставка піску в мішках по Київській області здійснює підприємство «Оптовий склад будівельних матеріалів». Підприємство має чотири склади, які розміщені в різних районах міста для зручності доставки одержувачам.

Доставка здійснюється як транспортними засобами компанії, так і самовивозом «силами» вантажоодержувачів [1].

Підприємство має широку номенклатуру будівельних матеріалів високої якості, бо офіційно співпрацює з такими відомими виробниками:

- 1) Armstrong
- 2) Siltek,

- 3) Ceresit,
- 4) Knauf,
- 5) Master,
- 6) Kreisel,
- 7) Dufa,
- 8) «Поліпласт»
- 9) Botament,
- 10) TERMOLIFE
- 11) Aura
- 12) Artisan,
- 13) KRONO ОСБ.

Номенклатура товарів та послуг представлена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Продукція компанії «Оптовий склад будівельних матеріалів»

Назва позиції	Продукція
1 Будівельні суміші та добавки	
2 Гіпсокартон, комплектуючі	

Продовження таблиці 1.2

Назва позиції	Продукція
3 Витратні матеріали та інструменти	
4 Підвісні стелі	
5 Гофрокартон, плити OSB, ДВП, ЦСП	
6 Тепло та звукоізоляційні матеріали	
7 Флізелін та клей для склохолсту	
8 Сітки для штукатурки з металу та скловолокна	

Кінець таблиці 1.2

Назва позиції	Продукція
9 Профілі штукатурні	
10 Фарби та комплектуючі	
11 Цегла та газоблоки	
12 Герметики та монтажна піна	
13 Мастика, рубероїд, праймер.	
14 Плівка, стрічки, скотч	 СТРІЧКИ, СКОТЧ, ПЛІВКА
15 Арматура	
16 Водостічні системи та софіти	
17 Покрівля	

1.5 Умови зберігання піску в мішках

На будь-який вантаж при перевезенні та збереженні діють різні фактори, які мають вплив.

Наприклад, при здійсненні операцій з навантаження та розвантаження вантаж може бути пошкоджений або зіпсований; в процесі перевезення внаслідок нерівності автомобільних доріг вантаж також може бути ушкоджений внаслідок різкого гальмування або обїзду перешкод [4;5].

Незабезпечення схоронності вантажів – це одна з груп факторів:

А – агресивні фактори;

В – фактори, що протидіють несхоронності вантажів;

С – профілактичні та захисні фактори.

Групи факторів представлені на рисунку 1.3.

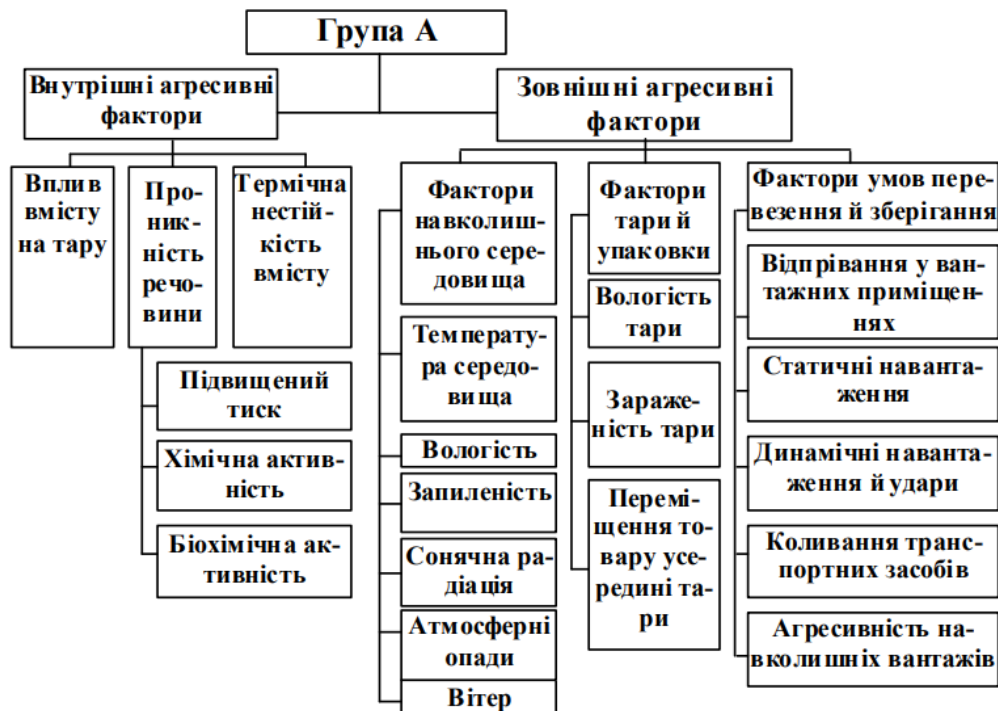


Рисунок 1.3 – Агресивна група факторів впливу на схоронність вантажу



Рисунок 1.4 – Протидіюча група факторів впливу на схоронність вантажів

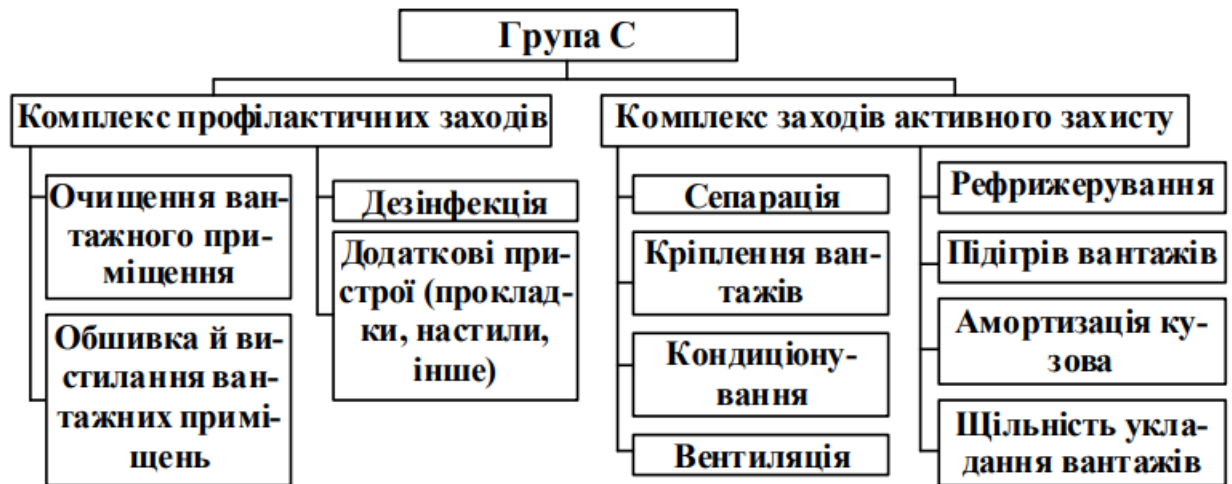


Рисунок 1.5 – Захисні та профілактичні фактори впливу на схоронність вантажів

Для того, щоб не було втрат вантажу при перевезенні та збереженні необхідно застосувати знання та вміння з правильної та безпечної організації перевезень, навантаження (розвантаження), а також зберігання та складських ділянках.

До основних заходів з організації належать:

- 1 Роботи, пов'язані з підготовкою вантажів до перевезення.

2 Вибір та підготовка транспортного засобу до перевезення вантажів.

3 Оптимізація укладання вантажів в рухомому складі, укрупнення вантажних місць, застосування засобів пакування та тари.

4 Застосування маршрутної системи перевезень: складання маршрутів, раціоналізація закріплення відправників вантажів за одержувачами, ліквідація або мінімізація порожніх пробігів, ув'язка роботи відправників, перевізника та одержувача.

5 Застосування нормативно-технологічної документації, яка вплине на зменшення втрат вантажів та за допомогою якої здійснюватиметься контроль та облік вантажів.

1.6 Недоліки існуючого варіанту доставки піску в мішках

Існуюча система перевезень піску зі складів, які розташовані в місті Київ (чотири склади) одержувачам в Київській області (сім будівельних супермаркетів) має наступні недоліки:

- Вантажопотоки не відповідають вантажопідйомності автомобілів: часто автомобілі виконують їздки напідпорожні, а іноді приходится робити декілька додаткових їздок;
- Не розроблені маршрути шляхом розподілення постачальників за споживачами;
- Тривалі простої автомобілів в очікуванні навантаження та розвантаження.

Тому в магістерській роботі пропонується розрахувати та обрати один з двох варіантів: розробка маршрутів та доставка піску автомобілями з вантажопідйомністю 10 т – перший варіант, автомобілями 20т – за другим варіантом.

Пропонується розробити оптимальні маршрути шляхом вирішення транспортної задачі. Для цього найкраще підійде метод потенціалів, який за критерієм мінімізації пробігів, встановлення рівня запасів та повного виконання замовлень одержувача закріпить всі склади з піском за отримувачами.

По кожному маршруту розробити систему доставки, визначити кількість вантажу (в вантажних місцях), розрахувати кількість їздок та автомобілів, які потрібні по кожному варіанту.

Ефективність підтверджується зменшенням річного пробігу автомобіля та мінімізацією економічних витрат на доставку піску.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика статистичних даних щодо постачання піску в мішках

В магістерській роботі розглядається доставка піску в мішках вагою 40 та 50 кг. Пісок поставляється замовникам, які знаходяться в Київській області зі оптових складів будівельних матеріалів.

Склади знаходяться в м. Київ за наступними адресами:

1. Склад№1 - пр-т Перемоги, 67. корпус-Nb (м. Нивки)
2. Склад№2 - вул. Марка Вовчка, 14 (Куренівка)
3. Склад№3 - вул. Деревообробна, 5 (Видубичі)
4. Склад №4 - вул. Бориспільская, 7 (Лівий берег).

Отримувачами є наступні торгівельні супермаркети будівельних матеріалів:

- 1 м. Бровари;
- 2 м. Біла Церква;
- 3 м. Фастів;
- 4 м. Вишгород;
- 5 м. Бориспіль
- 6 м. Яготин;
- 7 м. Обухів.

За даними одержувачами для планування та удосконалення системи перевезень пропонується дослідити вантажопотоки. Поставки здійснюються 2 рази на тиждень. Вантажопідйомність транспортних засобів складає 10 тонн.

Розглянемо замовлення від кожного одержувача (30 замовлень протягом 15 днів). Дані представлені в таблицях 2.1 – 2.7.

Таблиця 2.1 – Замоклення піску в мішках 50 кг одержувачу м. Бровари

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	13, 25 / 265	16	11,25 / 225
2	12,5 / 250	17	7,5 / 150
3	12,5 / 250	18	10/ 200
4	7,5 / 150	19	10/ 200
5	7,5 / 150	20	8,25 /165
6	7,5 / 150	21	12,5 / 250
7	10/ 200	22	10/ 200
8	12,5 / 250	23	7,5 / 150
9	7,5 / 150	24	7,5 / 150
10	13, 25 / 265	25	13, 25 / 265
11	7,5 / 150	26	7,5 / 150
12	7,5 / 150	27	7,5 / 150
13	12,5 / 250	28	10/ 200
14	8,25 /165	29	10/ 200
15	7,5 / 150	30	10/ 200

Таблиця 2.2 - Замоклення піску в мішках 40 кг одержувачу м. Біла Церква

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	6,4 / 160	16	4,8 / 120
2	8,96 / 224	17	9,6 / 240
3	4,8 / 120	18	4,8 / 120
4	7,2/ 180	19	7,2/ 180
5	9,6 / 240	20	8,96 / 224
6	9,6 / 240	21	4,8 / 120

Кінець таблиці 2.2

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
7	7,2/ 180	22	9,6 / 240
8	9,6 / 240	23	9,6 / 240
9	9,6 / 240	24	9,6 / 240
10	9,6 / 240	25	9,6 / 240
11	8,4 / 210	26	4,8 / 120
12	4,8 / 120	27	4,8 / 120
13	9,6 / 240	28	4,8 / 120
14	8,96 / 224	29	7,2/ 180
15	11,2/ 280	30	8,4 / 210

Таблиця 2.3 - Заовлення піску в мішках 50 кг одержувачу м. Фастів

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	10/ 200	16	11,25 / 225
2	12,5 / 250	17	7,5 / 150
3	7,5 / 150	18	12,5 / 250
4	7,5 / 150	19	10/ 200
5	7,5 / 150	20	8,25 /165
6	7,5 / 150	21	12,5 / 250
7	10/ 200	22	7,5 / 150
8	12,5 / 250	23	13, 25 / 265
9	12,5 / 250	24	7,5 / 150
10	13, 25 / 265	25	13, 25 / 265
11	12,5 / 250	26	7,5 / 150
12	11,25 / 225	27	7,5 / 150
13	12,5 / 250	28	13, 25 / 265

Кінець таблиці 2.3

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
14	8,25 /165	29	10/ 200
15	13, 25 / 265	30	13, 25 / 265

Таблиця 2.4 - Заовлення піску в мішках 50 кг одержувачу м.
Вишгород

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	7,5 / 150	16	11,25 / 225
2	10/ 200	17	7,5 / 150
3	10/ 200	18	10/ 200
4	7,5 / 150	19	10/ 200
5	7,5 / 150	20	8,25 /165
6	7,5 / 150	21	11,25 / 225
7	10/ 200	22	10/ 200
8	11,25 / 225	23	7,5 / 150
9	7,5 / 150	24	7,5 / 150
10	11,25 / 225	25	11,25 / 225
11	7,5 / 150	26	7,5 / 150
12	7,5 / 150	27	7,5 / 150
13	10/ 200	28	10/ 200
14	8,25 /165	29	7,5 / 150
15	7,5 / 150	30	10/ 200

Таблиця 2.5 - Замовлення піску в мішках 50 кг одержувачу м. Бориспіль

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	15 / 300	16	11,25 / 225
2	15 / 300	17	11,25 / 225
3	10/ 200	18	10/ 200
4	7,5 / 150	19	8,25 /165
5	11,25 / 225	20	8,25 /165
6	7,5 / 150	21	11,25 / 225
7	11,25 / 225	22	15 / 300
8	11,25 / 225	23	7,5 / 150
9	7,5 / 150	24	7,5 / 150
10	11,25 / 225	25	11,25 / 225
11	11,25 / 225	26	15 / 300
12	7,5 / 150	27	7,5 / 150
13	10/ 200	28	10/ 200
14	8,25 /165	29	15 / 300
15	11,25 / 225	30	10/ 200

Таблиця 2.6 - Замовлення піску в мішках 40 кг одержувачу м. Яготин

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	8,64 / 216	16	11,2 / 280
2	8,64 / 216	17	8,64 / 216
3	8 / 200	18	8 / 200
4	10,4 / 260	19	8,64 / 216
5	8 / 200	20	8,64 / 216
6	10,4 / 260	21	11,2 / 280

Кінець таблиці 2.6

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
7	10,4 / 260	22	6,4 / 160
8	10,4 / 260	23	11,2 / 280
9	6,4 / 160	24	10,4 / 260
10	10,4 / 260	25	8,64 / 216
11	8,64 / 216	26	11,2 / 280
12	8,64 / 216	27	10,4 / 260
13	11,2 / 280	28	11,2 / 280
14	8 / 200	29	8 / 200
15	8 / 200	30	8,64 / 216

Таблиця 2.7 - Замовлення піску в мішках 50 кг одержувачу м. Обухів

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
1	12,5 / 250	16	11,25 / 225
2	12,5 / 250	17	7,5 / 150
3	12,5 / 250	18	10/ 200
4	13, 25 / 265	19	13, 25 / 265
5	7,5 / 150	20	8,25 /165
6	7,5 / 150	21	12,5 / 250
7	7,5 / 150	22	10/ 200
8	12,5 / 250	23	7,5 / 150
9	12,5 / 250	24	7,5 / 150
10	10/ 200	25	13,25 / 265
11	7,5 / 150	26	7,5 / 150
12	7,5 / 150	27	7,5 / 150
13	12,5 / 250	28	10/ 200

Кінець таблиці 2.7

№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)	№ відп- равлення	Кількість вантажів (тонн/мішків)
14	13,25 / 265	29	10/ 200
15	10/ 200	30	13, 25 / 265

Зібрані вихідні дані вносимо в Ексель та визначаємо статистичні характеристики, за допомогою яких встановлюємо розрахунковий вантажопотік для кожного одержувача [6;7;8].

Отримані результати записуємо у зведену таблицю обробки статистичних даних вантажопотоку.

Таблиця 2.8 – Результати розрахунків статистичних даних

№ одержувача вантажу	Показник	Розрахункове значення
1	Бровари	
	Математичне очікування	9,67
	Дисперсія	4,9066
	Стандартне відхилення	2,22
	Коефіцієнт варіації	0,229
	Коефіцієнт нерівномірності	1,23
2	Біла Церква	
	Математичне очікування	7,803
	Дисперсія	4,392
	Стандартне відхилення	2,096
	Коефіцієнт варіації	0,269
	Коефіцієнт нерівномірності	1,27

Продовження таблиці 2.8

№ одержувача ван-тажу	Показник	Розрахункове значення
3	Фастів	
	Математичне очікування	10,708
	Дисперсія	4,815
	Стандартне відхилення	2,194
	Коефіцієнт варіації	0,2049
	Коефіцієнт нерівномірності	1,21
4	Вишгород	
	Математичне очікування	8,925
	Дисперсія	2,3024
	Стандартне відхилення	1,517
	Коефіцієнт варіації	0,1700
	Коефіцієнт нерівномірності	1,17
5	Бориспіль	
	Математичне очікування	10,491
	Дисперсія	6,4245
	Стандартне відхилення	2,5347
	Коефіцієнт варіації	0,242
	Коефіцієнт нерівномірності	1,24
6	Яготин	
	Математичне очікування	9,285
	Дисперсія	2,1036
	Стандартне відхилення	1,4504

Кінець таблиці 2.8

№ одержувача вантажу	Показник	Розрахункове значення
	Коефіцієнт варіації	0,156
	Коефіцієнт нерівномірності	1,16
7	Обухів	
	Математичне очікування	10,172
	Дисперсія	5,438
	Стандартне відхилення	2,332
	Коефіцієнт варіації	0,229
	Коефіцієнт нерівномірності	1,23

Визначаємо середній вантажопотік піску для кожного одержувача:

1 Бровари $Q_1 = 9,67 \cdot 1,23 = 11,9$ тонн / $0,05 = 238$ мішків.

2 Біла Церква $Q_2 = 7,803 \cdot 1,27 = 9,91$ тонн / $0,04 = 250$ мішків.

3 Фастів $Q_3 = 10,708 \cdot 1,21 = 12,95$ тонн / $0,05 = 260$ мішків.

4 Вишгород $Q_4 = 8,925 \cdot 1,17 = 10,44$ тонн / $0,05 = 209$ мішків.

5 Бориспіль $Q_5 = 10,491 \cdot 1,24 = 13$ тонн / $0,05 = 260$ мішків.

6 Яготин $Q_6 = 9,285 \cdot 1,16 = 10,77$ тонн / $0,04 = 275$ мішків.

7 Обухів $Q_7 = 10,172 \cdot 1,23 = 12,51$ тонн / $0,05 = 250$ мішків.

Враховуючи, що періодичність поставок два рази на тиждень, вантажопотік за тиждень складає:

1 Бровари $Q_{1(\text{тижд.})} = 238 \cdot 2 = 476$ мішків;

2 Біла Церква $Q_{2(\text{тижд.})} = 250 \cdot 2 = 500$ мішків;

3 Фастів $Q_{3(\text{тижд.})} = 260 \cdot 2 = 520$ мішків;

4 Вишгород $Q_{4(\text{тижд.})} = 209 \cdot 2 = 418$ мішків;

5 Бориспіль $Q_{5(\text{тижд.})} = 260 \cdot 2 = 520$ мішків;

6 Яготин $Q_{6(\text{тижд.})} = 275 \cdot 2 = 550$ мішків;

7 Обухів $Q7_{\text{(тижд.)}} = 250 \cdot 2 = 500$ мішків.

2.2 Вихідні дані до транспортної задачі

Для того, щоб раціонально розподілити склади-відправники будівельних матеріалів (пісок в мішках) пропонується за одержувачами (сім вантажних пунктів) пропонується застосувати алгоритми методу потенціалів, розрахувавши транспортну задачу [7;9].

Вихідними даними для розрахунків є відстань між відправниками та одержувачами та кількість вантажів (кількість мішків з піском вагою 40 кг та 50 кг).

Розміщення пунктів замовників представлені на рисунку 2.1.

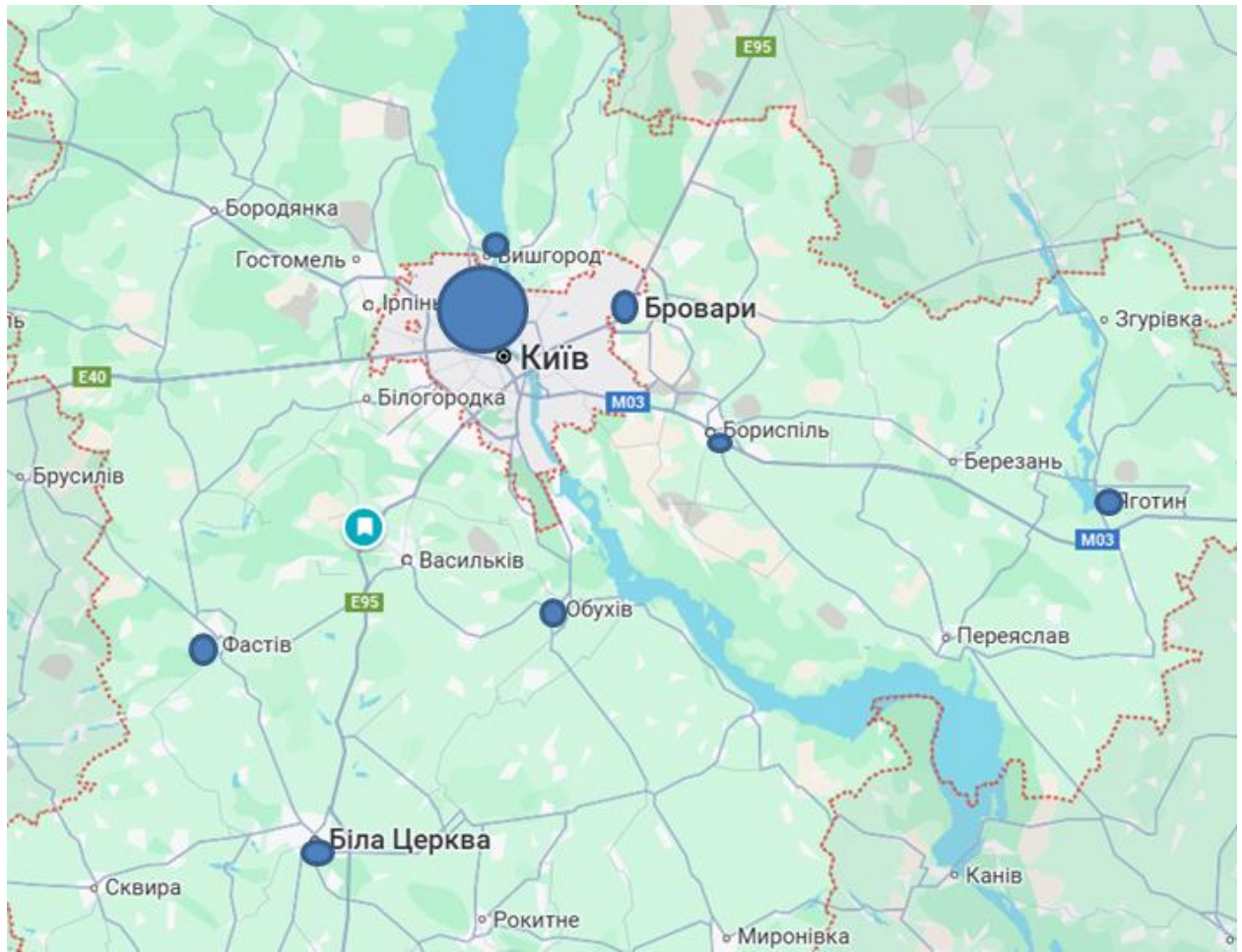


Рисунок 2.1 – Розміщення пунктів отримання піску в мішках

Відстань між пунктами визначаємо за допомогою програми
 Результати зводимо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Відстань (км) між пунктами в Київській області

Відправ- ники	Одержувачі						
	Бровари	Б.Ц.	Фастів	Вишгор.	Борисп.	Ягот.	Обухів
Склад 1	36	91	76	22	46	129	53
Склад 2	32	97	83	15	47	125	56
Склад 3	24	90	78	28	32	117	39
Склад 4	25	94	82	29	29	100	43

В програмі визначаємо час руху між пунктами, враховуючи, що отримані значення вказують тільки на час без врахування відпочинку, простоїв під вантажними операціями, оформленням відповідної документації та в очікуванні розвантаження (завантаження).

Результати представимо в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Час руху (год) між пунктами

Відправ- ники	Одержувачі						
	Бровари	Б.Ц.	Фастів	Вишгор.	Борисп.	Ягот.	Обухів
Склад 1	0,73	1,32	1,2	0,47	1,0	1,73	0,92
Склад 2	0,7	1,47	1,38	0,4	0,95	1,72	0,9
Склад 3	0,4	1,15	1,1	0,47	0,58	1,38	0,52
Склад 4	0,43	1,2	1,13	0,52	0,58	1,42	0,57

Вихідні дані для розв’язання транспортної задачі методом потенціалів представимо в таблиці 2.11. В клітинках таблиці у правому верхньому куті вказується відстань між відправником та одержувачам, посередині клітинки – потреба одержувача. Також в таблиці вказуємо можливості відправників (чи задовільняють вони потребу одержувача)

Таблиця 2.11 – Вихідна матриця для розрахунку

Відправ- ники	Одержувачі						
	Бровари 476	Б.Ц. 500*	Фастів 520	Вишгор 418	Борисп. 520	Ягот 550*	Обухів 500
Склад 1 1500	36	91	76	22	46	129	53
Склад 2 1000	32	97	83	15	47	125	56
Склад 3 1500	24	90	78	28	32	117	39
Склад 4 1500	25	94	82	29	29	100	43

* - позначаються замовники піску в мішках вагою 0,04т.

2.3 Розробка маршрутів доставки піску методом потенціалів

Для закріплення підприємств-відправників за споживачами пропонується розрахувати маршрути методом потенціалів.

Математична модель має наступний вигляд:

$$F = \sum \sum c_{ij} x_{ij}, \quad (2.1)$$

при дотриманні наступних вимог:

$$\sum x_{ij} = a_i, i = 1, 2, \dots, m, \quad (2.2)$$

$$\sum x_{ij} = b_j, j = 1, 2, \dots, n, \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad (2.4)$$

Розраховуємо модель транспортної роботи для даної задачі.

Позначаємо параметри задачі (змінні значення).

x_{11} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Бровари (№1);

x_{12} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Біла Церква (№2).

x_{13} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Фастів (№3).

x_{14} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Вишгород (№4)

x_{15} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Бориспіль (№5).

x_{16} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Яготин (№6).

x_{17} – кількість мішків з піском зі складу А1 до м. Обухів (№7)

x_{21} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Бровари (№1)

x_{22} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Біла Церква (№2).

x_{23} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Фастів (№3).

x_{24} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Вишгород (№4).

x_{25} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Бориспіль (№5) .

x_{26} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Яготин (№6).

x_{27} – кількість мішків з піском зі складу А2 до м. Обухів (№7).

x_{31} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Бровари (№1).

x_{32} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Біла Церква (№2).

x_{33} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Фастів (№3).

x_{34} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Вишгород (№4).

x_{35} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Бориспіль (№5).

x_{36} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Яготин (№6).

x_{37} – кількість мішків з піском зі складу А3 до м. Обухів (№7).

x_{41} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Бровари (№1).

x_{42} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Біла Церква (№2).

x_{43} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Фастів (№3).

x_{44} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Вишгород (№4).

x_{45} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Бориспіль (№5).

x_{46} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Яготин (№6).

x_{47} – кількість мішків з піском зі складу А4 до м. Обухів (№7).

Склади з піском, які розміщені в м. Київ і мають наступні чисельні значення, тобто обмеження [7]:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} \leq 1500 \text{ (на Складі №1);}$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} \leq 1000 \text{ (на Складі №2)}$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} \leq 1500 \text{ (на Складі №3)}$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} \leq 1500 \text{ (на Складі №4).}$$

Визначаємо потреби у сімох одержувачів:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} = 476 \text{ (одержувач м. Бровари).}$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} = 500 \text{ (одержувач м. Біла Церква.)}$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} = 520 \text{ (одержувач м. Фастів)}$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} = 418 \text{ (одержувач м. Вишгород).}$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} = 520 \text{ (одержувач м. Бориспіль)}$$

$$x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} = 550 \text{ (одержувач м. Яготин)}$$

$$x_{17} + x_{27} + x_{37} + x_{47} = 500 \text{ (одержувач м. Обухів)}$$

На підставі записаних даних, цільова функція буде мати наступний вигляд:

$$36x_{11} + 91x_{12} + 76x_{13} + 22x_{14} + 46x_{15} + 129x_{16} + 53x_{17} + 32x_{21} + 97x_{22} + 83x_{23} + 15x_{24} + 47x_{25} + 125x_{26} + 56x_{27} + 24x_{31} + 90x_{32} + 78x_{33} + 28x_{34} + 32x_{35} + 117x_{36} + 39x_{37} + 25x_{41} + 94x_{42} + 82x_{43} + 29x_{44} + 29x_{45} + 100x_{46} + 43x_{47} \rightarrow \min.$$

Складаємо матрицю транспортної роботи, в якій зазначаємо відстань доставки піску в мішках кожному отримувачу, потреби, які вони зазначають в заявках, а також рівень запасів на складах-відправниках.

Таблиця 2.12 – Матриця потреби та запасів

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запас
A1	36	91	76	22	46	129	53	1500
A2	32	97	83	15	47	125	56	1000
A3	24	90	78	28	32	117	39	1500
A4	25	94	82	29	29	100	43	1500
Потреба	476	500	520	418	520	550	500	

Наступним етапом перевіряємо рівняння на відповідність умові завдання.

$$\sum a = 1500 + 1000 + 1500 + 1500 = 5500;$$

$$\sum b = 476 + 500 + 520 + 418 + 520 + 550 + 500 = 3484.$$

З даних рівнянь видно, що кількість запасів піску на складах перевищує потребу у замовників. Це свідчить про те, що модель транспортної задачі є відкритою. Для того, щоб цю модель зробити закритою, в задачу включаємо додаткову потребу - $2016 \cdot (5500 - 3484)$. Відстань перевезень при цьому буде нульова.

Розподільчу матрицю представимо в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Вихідні дані розподільчої таблиці

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Запас
A1	36	91	76	22	46	129	53	0	1500
A2	32	97	83	15	47	125	56	0	1000
A3	24	90	78	28	32	117	39	0	1500
A4	25	94	82	29	29	100	43	0	1500
Потреба	476	500	520	418	520	550	500	2016	

Порядок рішення задачі.

1 Визначаємо перший опорний план.

Перший опорний план будується за критерієм мінімальної відстані між складами в піском та отримувачами.

Виходячи з цього методу, з таблиці необхідно визначити та обрати саме ту дальність доставки, яка буде найменшою. Тому у відповідну клітинку матриці записується найменше зі значень або a_{ij} , або b_j .

Спожиті запаси або задоволені потреби споживача в таблиці корегуються виключенням стовбчика чи строки або стовбчика та строки одночасно.

Таким чином, розподіляються всі запаси між одержувачами та «закриваються» потреби споживачів.

Визначаємо перший найменший показник відстані $c_{24}=15$, при цьому запаси складають 1000 мішків піску, а потреба – 418. Значення 418 – min, тому

$$x_{24} = \min(1000, 418) = 418.$$

Результати зводимо в таблицю 2.14

Таблиця 2.14 – Скорегована матриця для елемента $c_{24}=15$

36	91	76	x	46	129	53	0	1500
32	97	83	15	47	125	56	0	1000 - 418 = 582
24	90	78	x	32	117	39	0	1500
25	94	82	x	29	100	43	0	1500
476	500	520	418 - 418 = 0	520	550	500	2016	

Наступне значення в таблиці з вихідними даними - $c_{31}=24$. При значенні запасів 1500 мішків, а потреби споживача 476. Мінімальне число 476, тому :

$$x_{31} = \min(1500, 476) = 476.$$

Таблиця 2.15 - Скорегована матриця для елемента $c_{31}=24$

x	91	76	x	46	129	53	0	1500
x	97	83	15	47	125	56	0	582
24	90	78	x	32	117	39	0	1500 - 476 = 1024
x	94	82	x	29	100	43	0	1500
476 - 476 = 0	500	520	0	520	550	500	2016	

Значення $c_{45}=29$. Запаси – 1500 мішків, потреба – 520. Мінімальне значення – 520. Тому

$$x_{45} = \min(1500, 520) = 520.$$

Таблиця 2.16 - Скорегована матриця для елемента $c_{45}=29$

x	91	76	x	x	129	53	0	1500
x	97	83	15	x	125	56	0	582
24	90	78	x	x	117	39	0	1024
x	94	82	x	29	100	43	0	1500 - 520 = 980
0	500	520	0	520 - 520 = 0	550	500	2016	

Значення $c_{37}=39$. Запаси - 1024, необхідно споживачу - 500.
Мінімальне число – 500, тому:

$$x_{37} = \min(1024, 500) = 500.$$

Таблиця 2.17 - Скорегована матриця для елемента $c_{37}=39$

x	91	76	x	x	129	x	0	1500
x	97	83	15	x	125	x	0	582
24	90	78	x	x	117	39	0	1024 - 500 = 524
x	94	82	x	29	100	x	0	980
0	500	520	0	0	550	500 - 500 = 0	2016	

Значення $c_{13}=76$. Запаси – 1500; необхідно – 520, мінімальне значення – 520, тому:

$$x_{13} = \min(1500, 520) = 520.$$

Таблиця 2.18 - Скорегована матриця для елемента $c_{13}=76$

x	91	76	x	x	129	x	0	1500 - 520 = 980
x	97	x	15	x	125	x	0	582
24	90	x	x	x	117	39	0	524
x	94	x	x	29	100	x	0	980
0	500	520 - 520 = 0	0	0	550	0	2016	

Значення $c_{32}=90$. Запаси – 524; потреба – 500. Мінімальне значення складає 500, тому:

$$x_{32} = \min(524, 500) = 500.$$

Таблиця 2.19 - Скорегована матриця для елемента $c_{32}=90$

x	x	76	x	x	129	x	0	980
x	x	x	15	x	125	x	0	582
24	90	x	x	x	117	39	0	524 - 500 = 24
x	x	x	x	29	100	x	0	980
0	500 - 500 = 0	0	0	0	550	0	2016	

Значення $c_{46}=100$. Запаси – 980; потреба – 550. Мінімальне значення – 550, тому:

$$x_{46} = \min(980, 550) = 550.$$

Таблиця 2.20 - Скорегована матриця для елемента $c_{46}=100$

x	x	76	x	x	x	x	0	980
x	x	x	15	x	x	x	0	582
24	90	x	x	x	x	39	0	24
x	x	x	x	29	100	x	0	980 - 550 = 430
0	0	0	0	0	550 - 550 = 0	0	2016	

Значення $c_{18}=0$. Запаси - 980, потреба - 2016. Мінімальне значення - 980, тому:

$$x_{18} = \min(980, 2016) = 980.$$

Таблиця 2.21 - Скорегована матриця для елемента $c_{18}=0$.

x	x	76	x	x	x	x	0	980 - 980 = 0
x	x	x	15	x	x	x	0	582
24	90	x	x	x	x	39	0	24
x	x	x	x	29	100	x	0	430
0	0	0	0	0	0	0	2016 - 980 = 1036	

Значення $c_{28}=0$. Запаси - 582, потреба - 1036. Мінімальне значення - 582, тому: то вычитаем его.

$$x_{28} = \min(582, 1036) = 582.$$

Таблиця 2.22 - Скорегована матриця для елемента $c_{28}=0$.

x	x	76	x	x	x	x	0	0
x	x	x	15	x	x	x	0	582 - 582 = 0
24	90	x	x	x	x	39	0	24
x	x	x	x	29	100	x	0	430
0	0	0	0	0	0	0	1036 - 582 = 454	

Значення $c_{38}=0$. Запаси - 24, потреба - 454. Мінімальне значення складає - 24, тому: то вычитаем его.

$$x_{38} = \min(24, 454) = 24$$

Таблиця 2.23 - Скорегована матриця для елемента $c_{38}=0$.

x	x	76	x	x	x	x	0	0
x	x	x	15	x	x	x	0	0
24	90	x	x	x	x	39	0	24 - 24 = 0
x	x	x	x	29	100	x	0	430
0	0	0	0	0	0	0	454 - 24 = 430	

Значення $c_{48}=0$. Запаси - 430, потреба - 430. Мінімальне значення - 430, тому:

$$x_{48} = \min(430, 430) = 430.$$

Таблиця 2.24 - Скорегована матриця для елемента $c_{48}=0$.

x	x	76	x	x	x	x	0	0
x	x	x	15	x	x	x	0	0
24	90	x	x	x	x	39	0	0
x	x	x	x	29	100	x	0	430 - 430 = 0
0	0	0	0	0	0	0	430 - 430 = 0	

В результаті корегування отримуємо опорний план перевезень піску в мішках в сім вантажних пунктів. Результати наведені в таблиці 2.25.

Таблиця 2.25 – Скорегований опорний план

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	Запас
A1	36	91	76 [520]	22	46	129	53	0 [980]	1500
A2	32	97	83	15 [418]	47	125	56	0 [582]	1000
A3	24 [476]	90 [500]	78	28	32	117	39 [500]	0 [24]	1500
A4	25	94	82	29	29 [520]	100 [550]	43	0[430]	1500
Потреба	476	500	520	418	520	550	500	2016	

З таблиці 2.25 видно, що всі вантажі спожиті, тобто потреба споживачів задоволені. Опорний план відповідає всієї системі обмежень транспортної задачі. Тому план є допустимим.

Кількість зайнятих клітинок в таблиці складає 11, при потребі $m + n - 1 = 11$. Це свідчить про те, що план є не виродженим.

Цільова функція складає:

$$F(x) = 76 \cdot 520 + 0 \cdot 980 + 15 \cdot 418 + 0 \cdot 582 + 24 \cdot 476 + 90 \cdot 500 + 39 \cdot 500 + 0 \cdot 24 + 29 \cdot 520 + 100 \cdot 550 + 0 \cdot 430 = 191794$$

2 Удосконалюємо опорний план.

Перевіряємо чи є опорний план оптимальним. Визначаємо значення потенціалів u_i, v_j по тих клітинках, які зайняті. Тому визначаємо потенціали де:

$$u_i + v_j = C_{ij},$$

а також :

$$u_1 = 0.$$

$$u_1 + v_3 = 76; 0 + v_3 = 76; v_3 = 76$$

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

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

$$u_2 + v_4 = 15; 0 + v_4 = 15; v_4 = 15$$

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

$$u_3 + v_1 = 24; 0 + v_1 = 24; v_1 = 24$$

$$u_3 + v_2 = 90; 0 + v_2 = 90; v_2 = 90$$

$$u_3 + v_7 = 39; 0 + v_7 = 39; v_7 = 39$$

$$u_4 + v_8 = 0; 0 + u_4 = 0; u_4 = 0$$

$$u_4 + v_5 = 29; 0 + v_5 = 29; v_5 = 29$$

$$u_4 + v_6 = 100; 0 + v_6 = 100; v_6 = 100.$$

Отримані результати зводимо в таблицю 2.26

Таблиця 2.26 – Скорегована таблиця (2 етап)

	$v_1=24$	$v_2=90$	$v_3=76$	$v_4=15$	$v_5=29$	$v_6=100$	$v_7=39$	$v_8=0$
$u_1=0$	36	91	7 [520]	22	46	129	53	0 [980]
$u_2=0$	32	97	83	15 [418]	47	125	56	0 [582]
$u_3=0$	24 [476]	90 [500]	78	28	32	117	39 [500]	0 [24]
$u_4=0$	25	94	82	29	29 [520]	100 [550]	43	0 [430]

Перевірка показала, що умова $u_i + v_j \leq c_{ij}$ виконується, тому опорний план вважається оптимальним.

Цільова функція має наступний вигляд:

$$F(x) = 76 \cdot 520 + 0 \cdot 980 + 15 \cdot 418 + 0 \cdot 582 + 24 \cdot 476 + 90 \cdot 500 + 39 \cdot 500 + 0 \cdot 24 + 29 \cdot 520 + 100 \cdot 550 + 0 \cdot 430 = 191794$$

Завдяки вирішенню транспортної задачі отримали наступне розподілення складів будівельних матеріалів, які розташовані в м. Київ за споживачами Київської області.

Відправник Склад №1 – Одержувач м. Фастів.

Відправник Склад №2 – Одержувач м. Вишгород.

Відправник Склад №3 – Одержувачі м. Бровари (476 одиниць); Біла Церква (500 одиниць); м. Обухів (500 одиниць).

Відправник Склад №4 – Одержувач м. Бориспіль (520 одиниць); м. Яготин (550 одиниць).

Після цього на кожному зі складів залишається залишок (запас вантажу).

Склад №1 – 980 мішків з піском; $x_{18}=0$ – оптимальний план вироджений.

Склад №2 – 582 мішків з піском; $x_{28}=0$ - оптимальний план вироджений.

Склад №3 – 24 мішки з піском; $x_{38}=0$ - оптимальний план вироджений

Склад №4 – 430 мішків з піском; $x_{48}=0$ - оптимальний план вироджений

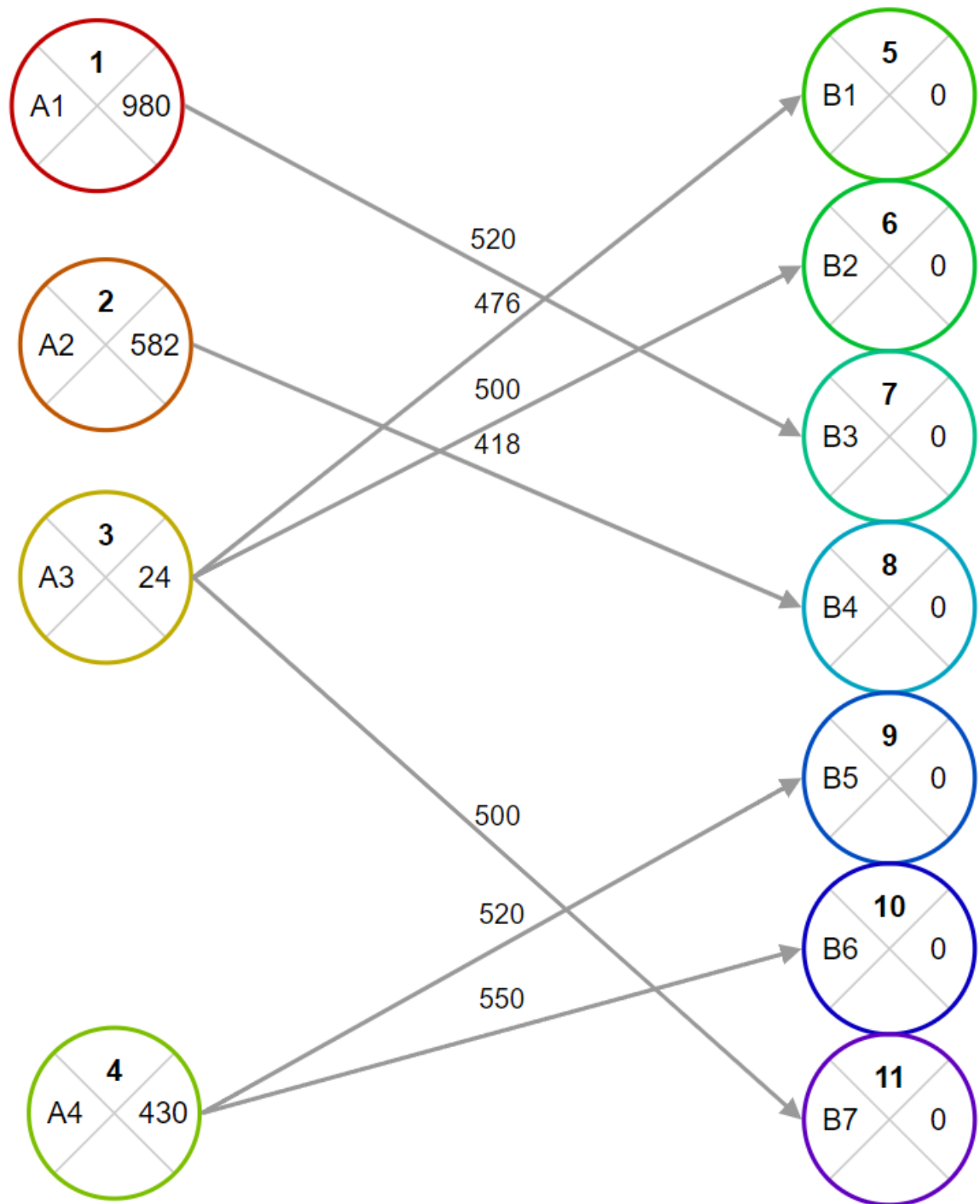


Рисунок 2.2 – Графічне зображення моделі рішення транспортної задачі

2.4 Розробка маршрутів доставки піску в мішках одержувачам на основі результатів розрахунку

Маршрути розробляються на підставі результатів розрахунків транспортної задачі. Вихідними даними виступають відстань між пунктами та тривалість вантажних операцій [8;9].

Маршрут №1.

Відправник Склад №1 (метро Нивки) – Одержувач м. Фастів.

Визначаємо час обороту на маршруті 1:

$$T_{об1} = 1,2 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 5,4 \text{ год.}$$

Маршрут №2.

Відправник Склад №2 (метро Куренівка) – Одержувач м. Вишгород

Визначаємо час обороту на маршруті 2:

$$T_{об2} = 0,4 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 3,0 \text{ год.}$$

Маршрут №3.

Відправник Склад №3 (метро Видубичі) – Одержувач м. Бровари

Визначаємо час обороту на маршруті 3:

$$T_{об3} = 0,4 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 3,0 \text{ год.}$$

Маршрут №4

Відправник Склад №3 (метро Видубичі) – Одержувач м. Біла Церква

Визначаємо час обороту на маршруті 4:

$$T_{об4} = 1,15 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 3,0 \text{ год.}$$

Маршрут №5

Відправник Склад №3 (метро Видубичі) – Одержувач м. Обухів

Визначаємо час обороту на маршруті 5:

$$T_{об5} = 0,52 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 3,24 \text{ год.}$$

Маршрут №6

Відправник Склад №4 (Лівий берег) – Одержувач м. Бориспіль

Визначаємо час обороту на маршруті 6:

$$T_{об6} = 0,54 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 3,28 \text{ год.}$$

Маршрут №7

Відправник Склад №4 (Лівий берег) – Одержувач м. Яготин

Визначаємо час обороту на маршруті 7:

$$T_{об7} = 1,42 \cdot 2 + 0,2 + 2 = 5,04 \text{ год.}$$

2.5 Розрахунок кількості тари та розробка схеми укладання піску в мішках в рухомому складі

Для удосконалення вантажних операцій пропонується використання піддонів 1200×1000мм.

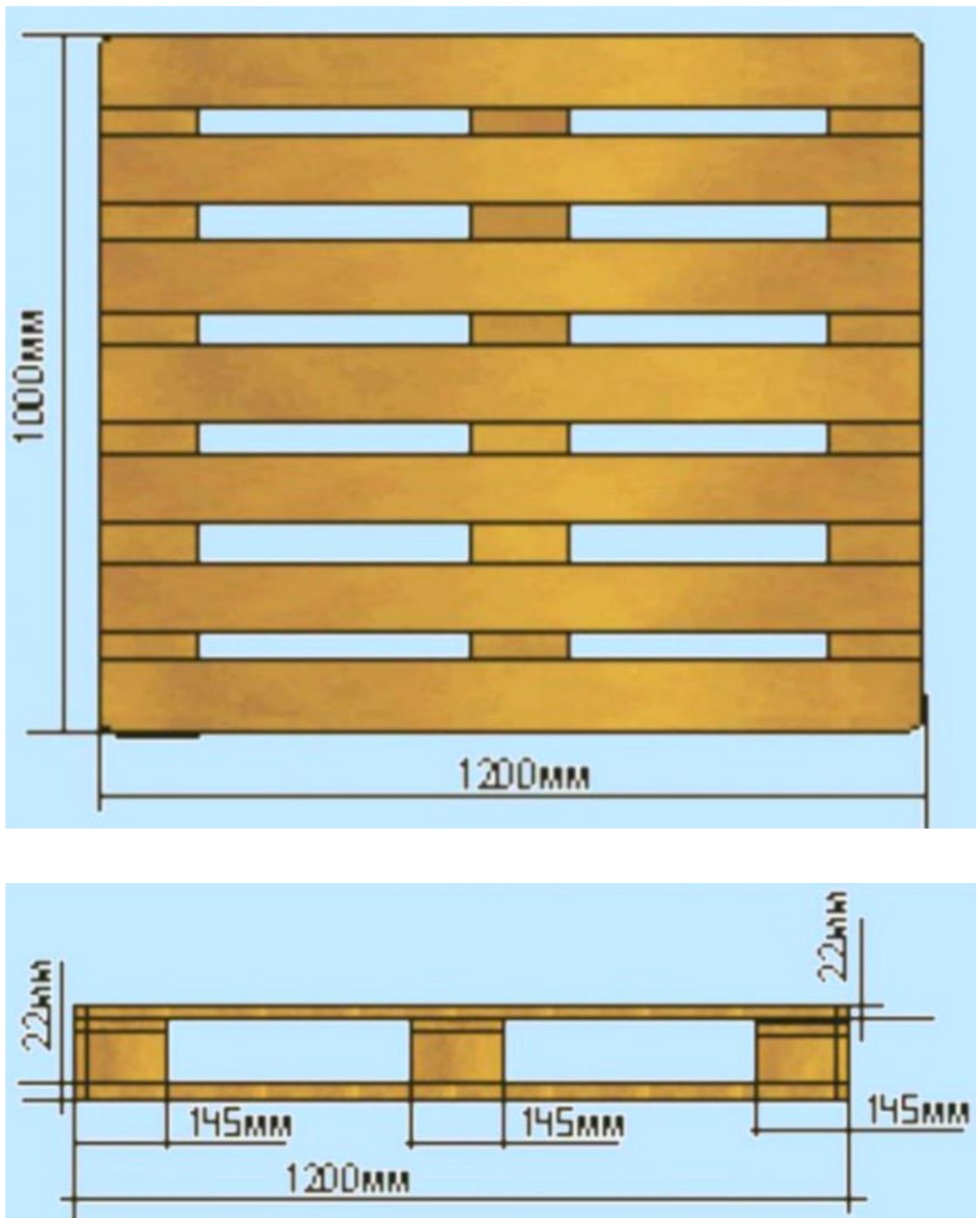


Рисунок 2.3 – Схема піддона 1200мм×1000мм.

На одному піддоні можна встановити 20 мішків з піском вагою 50кг та 40 кг. Таким чином, вага одного піддону з вантажем складатиме 1000 кг та 800 кг відповідно.\

Визначаємо кількість вантажу в вантажних місцях (піддонах), яка відправляється кожному одержувачу щотижня [10].

Маршрут №1.

Склад №1 – Одержувач м. Фастів. – Склад №1

$$П1 = 520 / 20 = 11 \text{ піддонів}$$

Маршрут №2.

Склад №2 –м. Вишгород - Склад №2

$$П2 = 418 / 20 = 21 \text{ піддон}$$

Маршрут №3.

Склад №3 –м. Бровари – Склад №3

$$П3 = 476 / 20 = 24 \text{ піддона}$$

Маршрут №4

Склад №3 – м. Біла Церква – Склад №3

$$П4 = 500 / 20 = 25 \text{ піддонів}$$

Маршрут №5

Склад №3 – м. Обухів – Склад №3

$$П5 = 500 / 20 = 25 \text{ піддонів}$$

Маршрут №6

Склад №4 – м. Бориспіль – Склад №4

$$П6 = 520 / 20 = 26 \text{ піддонів.}$$

Маршрут №7

Склад №4 – м. Яготин – Склад №4

$$П7 = 550 / 20 = 28 \text{ піддонів}$$

Для перевезення пропонується розглянути два варіанти автомобілів – вантажопідйомністю 10 т (рисунок 2.4) та вантажопідйомністю 20 т (рисунок 2.5).



Рисунок 2.4 - Автомобіль вантажопідйомністю 100000 кг (Mercedes)



Рисунок 2.5 – Автомобіль вантажопідйомністю 200000 кг (MAN)

Місткість автомобіля (10т) складає: піддонів 1200×800 – 18-20 одиниць тари, розміром 1200×1000 – 14 одиниць піддонів (палет).

Місткість автомобіля (20т) складає: піддонів 1200×800 – 33-34 одиниць тари; піддонів 1200×1000 – 26 одиниць.

Вибір рухомого складу необхідно проводити, спираючись не тільки на місткість кузова, але й на вантажопідйомність. Тому фактична кількість піддонів в кузові автомобіля не повинна перевищувати:

$$q_{ф1} = 10000 / 1000 = 10 \text{ піддонів з мішками масою 50 кг;}$$

$$q_{ф1} = 10000 / 800 = 12 \text{ піддонів з мішками масою 40 кг.}$$

$$q_{ф2} = 20000 / 1000 = 20 \text{ піддонів з мішками масою 50 кг;}$$

$$q_{ф2} = 20000 / 800 = 25 \text{ піддонів з мішками масою 40 кг.}$$

2.6 Визначення кількості їздок на маршрутах

Для визначення потрібної кількості автомобілів необхідно розрахувати число їздок по кожному маршруту [11].

Для першого варіанту.

Маршрут №1: $B_1 = 11 / 10 = 2$ їздки

Маршрут №2: $B_2 = 21 / 10 = 3$ їздки

Маршрут № 3: $B_3 = 24 / 10 = 3$ їздки

Маршрут №4: $B_4 = 25 / 12 = 3$ їздки

Маршрут №5: $B_5 = 25 / 10 = 3$ їздки

Маршрут №6: $B_6 = 26 / 10 = 3$ їздки

Маршрут №7: $B_5 = 28 / 12 = 3$ їздки

Для другого варіанту:

Маршрут №1: $B_1 = 11 / 20 = 1$ їздка

Маршрут №2: $B_2 = 21 / 20 = 2$ їздки

Маршрут № 3: $B_3 = 24 / 20 = 2$ їздки

Маршрут №4: $B_4 = 25 / 25 = 1$ їздка

Маршрут №5: $B_5 = 25 / 20 = 2$ їздки

Маршрут №6: $B_6 = 26 / 20 = 2$ їздки

Маршрут №7: $B_5 = 28 / 25 = 2$ їздки

2.6 Розрахунок кількості автомобілів на маршрутах

За умовою, доставка цементу відбувається два рази на тиждень. Але у проектних рішеннях пропонується поставляти пісок один раз на тиждень. Це дозволить використовувати транспортні засоби більшої вантажопідйомності та зменшити пробіг. Ці заходи дозволяють зменшити витрати на транспортування піску в мішках [11;12].

Для першого варіанту використовуємо автомобілі Mercedes 10 т. за формулою:

$$N_{1-7} = T_{об(i)} \cdot B(i) \quad (2.1)$$

Маршрут №1.

$$N1 = 5,4 \cdot 2 = 10,8 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №2.

$$N2 = 3,0 \cdot 3 = 9 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №3.

$$N3 = 3,0 \cdot 3 = 9 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №4.

$$N4 = 3,0 \cdot 3 = 9 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №5.

$$N5 = 3,24 \cdot 3 = 9,72 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №6.

$$N6 = 3,28 \cdot 3 = 9,84 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №7.

$$N7 = 5,04 \cdot 3 = 15,12 \text{ год.} = 2 \text{ автомобіля.}$$

Водії автомобілів працюють 5 днів на тиждень. Тому автомобілі, які працюють на маршрутах у кількості 1 – один робочий день. Тому загальна кількість автомобілів складає :

$$N_{\text{заг}} = 8 / 5 = 2 \text{ автомобілі.}$$

Для другого варіанту використовуємо автомобілі MAN 20 т.

Маршрут №1.

$$N1 = 5,4 \cdot 1 = 5,4 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №2.

$$N2 = 3,0 \cdot 2 = 6 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №3.

$$N3 = 3,0 \cdot 2 = 6 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №4.

$$N_4 = 3,0 \cdot 1 = 3 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №5.

$$N_5 = 3,24 \cdot 2 = 6,48 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №6.

$$N_6 = 3,28 \cdot 2 = 6,56 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіль.}$$

Маршрут №7.

$$N_7 = 5,04 \cdot 2 = 10,08 \text{ год.} = 1 \text{ автомобіля.}$$

За другим варіантом автомобіль буде працювати за таким графіком:

1 Понеділок – маршрут №1 та маршрут №4.

2 Вівторок – маршрут №7

3 Середа – маршрут №2 та маршрут №3

4 Четвер – маршрут №5

5 П'ятниця – маршрут №6.

Отже, кількість автомобілів за другим варіантом складає $N_{\text{заг}} = 1$ автомобіль.

2.7 Визначення річного пробігу автомобілів

Вихідними даними для розрахунку річного пробігу виступають:

- Довжина маршруту;
- Кількість їздок за тиждень;
- Число тижнів у році.

Визначаємо пробіг автомобілів за першим варіантом (табл. 2.9).

Маршрут №1:

$$L1 = (15 + 76 + 76 + 15) \cdot 2 = 364 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

$$L2 = (15 + 30 + 30 + 15) \cdot 3 = 180 \text{ км.}$$

Маршрут №3:

$$L3 = (15 + 24 + 24 + 15) \cdot 3 = 234 \text{ км.}$$

Маршрут №4:

$$L4 = (15 + 90 + 90 + 15) \cdot 3 = 630 \text{ км}$$

Маршрут №5:

$$L5 = (15 + 108 + 108 + 15) \cdot 3 = 324 \text{ км}$$

Маршрут №6:

$$L6 = (15 + 29 + 29 + 15) \cdot 3 = 264 \text{ км.}$$

Маршрут №7:

$$L7 = (15 + 100 + 100 + 15) \cdot 3 = 690 \text{ км.}$$

Таким чином, загальний пробіг за тиждень складає: $L_{\text{тиж.}} = 2686 \text{ км}$, за рік $L_{\text{річ(1в.)}} = 2686 \cdot 52 = 139672 \text{ км}$.

Визначаємо пробіг автомобілів за другим варіантом.

Маршрут №1:

$$L1 = (15 + 76 + 76 + 15) \cdot 1 = 182 \text{ км.}$$

Маршрут №2:

$$L2 = (15 + 30 + 30 + 15) \cdot 2 = 120 \text{ км.}$$

Маршрут №3:

$$L3 = (15 + 24 + 24 + 15) \cdot 2 = 156 \text{ км.}$$

Маршрут №4:

$$L4 = (15 + 90 + 90 + 15) \cdot 1 = 210 \text{ км}$$

Маршрут №5:

$$L5 = (15 + 108 + 108 + 15) \cdot 2 = 216 \text{ км}$$

Маршрут №6:

$$L_6 = (15 + 29 + 29 + 15) \cdot 2 = 176 \text{ км.}$$

Маршрут №7:

$$L_7 = (15 + 100 + 100 + 15) \cdot 2 = 460 \text{ км.}$$

Таким чином, загальний пробіг за тиждень складає:

$$L_{\text{тиж.}} = 1520 \text{ км, за рік } L_{\text{річ(2в.)}} = 1520 \cdot 52 = 79040 \text{ км.}$$

Розрахунки показали, що за другим варіантом річний пробіг автомобілів зменшився на $139672 - 79040 = 60632 \text{ км.}$

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Економічні розрахунки доставки піску

В магістерській роботі досліджується доставка піску в мішках вагою 40кг та 50 кг на піддонах по містах Київської області. Пісок надходить зі складів м. Києва:

5. Склад 1 (метро Нивки)
6. Склад 2 (метро Куренівка)
7. Склад 3 (метро Видубичі)
8. Склад 4 розташований на Лівому березі.

Одержувачі знаходяться в 1 м. Бровари; м. Біла Церква; м. Фастів; м. Вишгород; м. Бориспіль; м. Яготин; м. Обухів.

Економічна ефективність визначається шляхом порівняння використання автомобілів вантажопідйомністю 10т та 20 т . Ці два варіанти розглядаються як для власного рухомого складу, так і для орендованого.

Кількість автомобілів 10 тонн – 2 одиниці, 20 тонн – 1 одиниця.

Експлуатаційні витрати при використанні автомобільного транспорту визначимо за формулою [13]:

$$Z_{\text{екс}}^{\text{np}} = Z_{\text{з}}^{\text{np}} + Z_{\text{с}}^{\text{np}} + Z_{\text{н}}^{\text{np}} + Z_{\text{авт}}^{\text{np}} + A_1 - Z_{\text{к}}^{\text{np}}, \quad (3.1)$$

де $Z_{\text{з}}^{\text{np}}$ - заробітна плата водіїв грн;

$Z_{\text{с}}^{\text{np}}$ - відрахування на соціальні заходи, грн;

$Z_{\text{н}}^{\text{np}}$ - накладні витрати , грн;

$Z_{\text{авт}}^{\text{np}}$ - витрати на перевезення цегли автомобілями вантажопідйомністю 10 та 20 тонни, грн;

A_1 – амортизаційні відрахування на транспорт, 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
$N_{год}$	Кількість водіїв, задіяних в перевезеннях приймаємо 2 за першим варіантом та 1 за другим.
$k_{пр}$	Коефіцієнт, який враховує витрати на премію водіїв автомобілів, $k_{пр} = 1,35$
$C_{год}$	Годинна тарифна ставка (розраховується виходячи з розміру середнього грейду працівника), грн/год., приймаємо 68,5 грн./год водія автомобіля 10т; 69,0 – 20-ти тонн.
$\Phi_{роб}$	Фонд робочого часу протягом року, за даними розрахунку складає $\Phi_p = 2069$ год.
7/6	Коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній
$K_{кл}$	Коефіцієнт, який враховує доплату водіям та машиністам тепловозів за класність, приймається в роботі середній показник $k_{кл} = 0,1$
$K_{шк}$	коефіцієнт, який враховує доплату за працю у шкідливих умовах. Виходячи з системи нарахувань по балах, приймається для машиністів $k_{шк} = 0,14$; для вантажників $k_{шк} = 0,11$; для помічників машиніста-складачів поїздів та інших робочих професій $k_{шк} = 0,1$; для інженерно-технічних працівників та службовців $k_{шк} = 0,04$.
$C_{св}$	Час роботи протягом року у святкові дні та на день робітника металургійної та гірничо-видобувної галузі. $\Phi_{св} = 0$ год., оскільки робота в святкові дні не передбачається.

Зарплата водіям автомобілів нараховується по погодинно-преміальній системі за формулою [13]:

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

$$Z_{\text{в(вар1)}} = 2 \cdot 1,35 \cdot 68,5 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 522971 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{в(вар2)}} = 1 \cdot 1,35 \cdot 69,0 [2069 (7/6 + 0,1 + 0,1) + 0] = 263394 \text{ грн.}$$

Соціальне страхування становить 22 %:

$$Z_{\text{с(вар1)}} = 0,22 \cdot 522971 = 115054 \text{ грн.};$$

$$Z_{\text{с(вар2)}} = 0,22 \cdot 263394 = 57947 \text{ грн.}$$

Накладні витрати у відсотках складають 34% визначається відносно заробітної плати водіїв транспортних засобів [13]:

$$Z_{\text{н}}^{np} = Z_{\text{з}}^{np} \cdot 0,34 \quad (3.3)$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.3):

$$Z_{\text{н(вар 1)}} = 0,34 \cdot 522971 = 177810 \text{ грн}$$

$$Z_{\text{н(вар 2)}} = 0,34 \cdot 263394 = 89554 \text{ грн.}$$

Витрати на перевезення автомобільним транспортом визначаються за формулою [13]:

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

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

$Z_{\text{рем}}$ – витрати, які розраховуються на ремонт двох транспортних машин (за вар. №1) та однієї (за вар. № 2), грн;

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

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

Потреба в паливі за рік буде складати [13]:

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

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

n приймаємо 35 л/100 км – за вар. № 1; 38 л/100 км – за вар. № 2 .

$L_{\text{тижд.}}$ – пробіг автомобілів тиждень, км.

Враховуючи, що у році 52 тижня, пробіг автомобілів за варіантами складає:

$$L_{\text{річний (вар.1)}} = 2686 \cdot 52 = 139672 \text{ км.}$$

$$L_{\text{річний (вар.2)}} = 1520 \cdot 52 = 79040 \text{ км.}$$

Визначаємо за формулою (3.5):

$$P_{\Pi(\text{вар.1})} = 139672 \cdot 35 / 100 = 48885,2 \text{ л.};$$

$$P_{\Pi(\text{вар.2})} = 79040 \cdot 38 / 100 = 30035,2 \text{ л.}$$

Вартість витрат на паливо розрахуємо за формулою [13]:

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

де B_n – середня вартість одного літра палива, на момент 03.12.2024 року становить $B_n = 57,0$ грн/літр.

Виконаємо розрахунки за формулою (3.6):

$$З_{П(вар1)} = 48885,2 \cdot 57,0 = 2786456 \text{ грн.}$$

$$З_{Пн(вар2)} = 30035,5 \cdot 57,0 = 1712006 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливо залежать від наступних статей витрат [13]:

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

$$З_{гн(вар1)} = 2786456 \cdot 0,07 = 195052 \text{ грн.}$$

$$З_{гн(вар2)} = 1712006 \cdot 0,07 = 119840 \text{ грн.}$$

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

$$З_{мм(вар1)} = 2786456 \cdot 0,3 = 835937 \text{ грн.}$$

$$З_{мм(вар2)} = 1712006 \cdot 0,3 = 513602 \text{ грн.}$$

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

$$З_{ем(вар1)} = 2786456 \cdot 0,01 = 27865 \text{ грн.}$$

$$З_{ем(вар2)} = 1712006 \cdot 0,01 = 17120 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на паливно- мастильні матеріали:

$$З_{ЗП(вар1)} = 2786456 + 195052 + 835937 + 27865 = 3845310 \text{ грн.}$$

$$З_{ЗП(вар2)} = 1712006 + 119840 + 513602 + 17120 = 82362568 \text{ грн.}$$

Витрати, необхідні для ремонту автомобілів, які доставляють пісок одержувачам [13]:

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

Виконаємо розрахунки за формулою (3.7):

$$З_{рем(вар№1)} = 48885,2 \cdot 1,8 = 87993 \text{ грн};$$

$$З_{рем(вар№2)} = 30035,2 \cdot 1,8 = 54063 \text{ грн};$$

Величина витрати на заміну шин залежить від нормативного пробігу (60000 км) автотранспортних засобів та загального річного пробігу всіх автомобілів згідно варіанту за формулою [13]:

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

де $K_{ш}$ - число комплектів шин;

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

$$L_{річ(вар1)} = 139672 \text{ км};$$

$$L_{річ(вар2)} = 79040 \text{ км};$$

$L_{норм}$ - нормативний пробіг транспортних машин до заміни комплекту шин.

$$L_{норматив.} = 60000 \text{ км.}$$

Для кожного варіанту кількість комплектів складає:

$$K_{ш(вар1)} = 139672 / 60000 = 2,3 \text{ комплектів/рік};$$

$$K_{ш(вар2)} = 79040 / 60000 = 1,3 \text{ комплектів/рік}.$$

Річні витрати на шини:

$$З_{ш} = K_{ш} \cdot Ц_{к} , \quad (3.9)$$

де $Ц_{к}$ - вартість одиниці одного комплекту автомобільних шин.

$$Ц_{к(вар1)} = 76000 \text{ грн.}$$

$$Ц_{к(вар2)} = 79000 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.9):

$$З_{ш(база)} = 76000 \cdot 2,3 = 174800 \text{ грн;}$$

$$З_{ш(проект)} = 79000 \cdot 1,3 = 102700 \text{ грн;}$$

За отриманими результатами розрахунків визначасмо:

$$З_{авт}^{np} (вар1) = 3845310 + 87993 + 174800 = 4108103 \text{ грн.}$$

$$З_{авт}^{np} (вар2) = 2362568 + 54063 + 102700 = 2519331 \text{ грн.}$$

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

Амортизаційні відрахування за рік враховують, що за варіантом №1 працює два вантажні 10-ти тонні автомобілі, а за варіантом №2 один 20-ти тонний автомобіль.

Залишкова вартість 10-ти тонного вантажного автомобіля складає- 850000 грн; 20-ти тонного – 1100000 грн.

$$А_1 (вар1) = 850000 \cdot 2 \cdot 40 / 100 = 680000 \text{ грн;}$$

$$A_{2 \text{ (вар2)}} = 1100000 \cdot 1 \cdot 40 / 100 = 44000 \text{ грн};$$

Отже, загальні витрати при перевезенні піску зі складів м. Київ одержувачам в Київській області складають:

$$\begin{aligned} Z_{\text{екс}}^{\text{np}} (\text{вар}\text{№}1) &= 522971 + 115054 + 177810 + 4108103 + 680000 = \\ &= 5603938 \text{ грн}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{екс}}^{\text{np}} (\text{вар}\text{№}2) &= 263394 + 57947 + 89554 + 2519331 + 440000 = \\ &= 3370226 \text{ грн}; \end{aligned}$$

Економічний ефект проекту складає:

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

$$E = 5603938 - 3370226 = 2233712 \text{ грн.}$$

Таким чином, другий варіант є більш економічно доцільним. Економія складає 2233712 грн.

3.2 Розрахунок експлуатаційних витрат із застосуванням орендованих транспортних засобів

В магістерській роботі розглядаються два варіанти використання власного транспорту підприємства-перевізника і два - орендованого.

За оренду автомобілів вантажопідйомністю 10 тонн підприємство сплачує 44.4 грн за один кілометр; 20 тонн – 52 грн.

Визначаємо вартість оренди варіанту №1 автомобілів (10 тонн) складає:

$$B_{(оренда\ 1вар)} = 44.4 \cdot 139672 = 6201437 \text{ грн.}$$

Вартість оренди варіанту № 2 автомобіля (20 тонн) складає:

$$B_{(оренда\ 1вар)} = 52,0 \cdot 79040 = 4110080 \text{ грн.}$$

Для визначення найвигіднішого варіанту порівняємо отримані значення з попередніми результатами розрахунків.

Для цього отримані значення зводимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунків річних експлуатаційних витрат

Варіанти	Річні експлуатаційні витрати, грн
Варіант №1 (автомобілі 10т) – транспорт підприємства	5603938
Варіант №2 (автомобілі 20т) – транспорт підприємства	3370226

Кінець таблиці 3.2

Варіанти	Річні експлуатаційні витрати, грн
Варіант №3 (автомобілі 10 т) – орендовані автомобілі	6201437
Варіант №4 (автомобілі 20 т) – орендовані автомобілі	4110080

Таким чином, при перевезенні піску в мішках одержувачам в Київській області найбільш доцільно використовувати транспорт підприємства (один автомобіль ван вантажопідйомністю 20 тонн) , тобто варіант №2, який складає 3370226 грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В магістерській роботі на тему: «Підвищення ефективності доставки піску одержувачам в Київській області» розглядається доставка піску в мішках автомобільним транспортом по містам Київської області

Небезпеки при здійсненні вантажних операцій з тарно-штучними вантажами наведені в Додатку А [14;15].

У Додатку Б розроблені необхідні заходи щодо усунення небезпек, які виникають при завантаженні та розвантаженні піску в мішках, та розглядаються проблеми виробничої санітарії, а також гігієна праці [14;15].

У Додатку В наведений розрахунок того, як впливають шкідливі та небезпечні фактори та умови праці, які були виміряні та визначені в лабораторії дослідника [14;15].

ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі був розглянутий процес перевезення піску фасованого в мішки вагою 40 та 50 кг. Доставка здійснюється Київською областю з чотирьох складів, які розміщені в м. Київ (Склад 1 район метро Нивки; Склад 2 район Куренівки; Склад 3 район метро Видубичі та Склад 4 на Лівому березі).

Одержувачами піску є наступні міста Київської області: м. Бровари; м. Біла Церква; м. Фастів; м. Вишгород; м. Бориспіль м. Яготин; м. Обухів.

В роботі шляхом застосування розрахунків транспортної задачі були побудовані оптимальні маршрути. В результаті були розроблені сім маршрутів (за першим та за другим варіантом).

Також було запропоновано зменшити кількість їздок з двох разів на тиждень до одного. Для цього були запропоновані автомобілі вантажопідйомністю 10 та 20 т; використання тари – багатообертові стандартні піддони 1000×1200 мм. Це дало змогу раціонально використовувати місткість автомобілів і зменшити кількість їздок та загальний пробіг.

Завдяки зробленим розрахункам та складанню розкладів, які враховують час в наряді автомобілів під час доставки піску одержувачам, була визначена необхідна кількість автомобілів.

Так, автомобілів 10 тонн потрібна кількість склала 2 одиниці, 20тонн – 1 автомобіль.

Розрахунки показали, що при роботі за другим варіантом річний пробіг зменшився з 139672 км до 79040 км. При цьому річні витрати склали 5603938 грн та 3370226 грн. відповідно. В порівнянні з орендованим транспортом, використання автомобілів 20-ти т (другий варіант) є найбільш вигідним.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Офіційний ресурс: <https://bas.kiev.ua/ua/g37290140-stroitelnye-smesi-dobavki> (дата звернення 16.12.2024)
- 2 Інформаційний ресурс: <https://bm.kiev.ua/sypuchi-materialy/pisok-richkoviy-u-mishkah-> (дата звернення 16.12.2024).
- 3 Інформаційний ресурс: <https://pl2t.com/uk/shop/ceгла/> (дата звернення 13.12.2024)
- 4 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.
- 5 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.
- 6 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.
- 7 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.
- 8 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.
- 9 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
- 10 Вільковський Є. К. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад) / 2-е вид., перероб. і доп. – Львів : «Інтелект - Захід», 2007. - 496 с.
 - 11 Методичні вказівки до курсового проєктування 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.
 - 12 Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення/Навчальний посібник/ М.Г. Босняк, К.: Видавничий Дім «Слово», 2010, 408с.
 - 13 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.
 - 14 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.
 - 15 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

Аналіз потенційних небезпек

На основі аналізу роботи існуючого обладнання і технологій в процесі доставки піску автотранспортом, виявлені наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або ушкодження здоров'я працівників:

- при навантаженні піску, який в стані навалом, пил сильно діє на організм вантажника і на дослідника. При вдиханні можливе запалення слимакових дихальних шляхів, а також приводить до захворювань легенів;
- при подачі автомобіля до навантаження заднім ходом можливі наїзди на робітників, що призведе до травмування;
- при вантажних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань;
- травмування водія під час навантаження піску, що може просипатися на кабінку;
- можлива аварія під час перевезення піску з кар'єру до накопичувального майданчика чи до споживачів через зсув ґрунту на шляху з кар'єру;
- при перевезенні піску до споживачів можливо відбутися ДТП, що призведе до розсипу піску, травмування людей;
- не достатнє освітлення ділянки, де відбувається навантаження піску, призводить до не вірного навантаження, наїзду на робітників та аварій на шляху з кар'єру;
- ураження робітників електричним струмом від не ізольованих чи пошкоджених кабелів кранів, що призводить до електричної травми чи виникненню пожежі;
- на майданчиках можливо виникнення пожежі. Причиною виникнення не задовільнений нагляд за електроустаткуванням і проводами,

опалювальними пристроями, що призводить до перевантажень, утворення іскор та загорання;

- при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість, підвищений рівень шуму та інші.

Заходи по забезпеченню безпеки

Для запобігання ураження електричним струмом необхідно перед початком робіт ретельно перевіряти підводячі електричні кабелі кранів на стан пошкодження. В випадку пошкодження, негайно викликати службу по їх ремонту.

Для запобігання травмування водія при вантажних роботах, необхідно щоб водій покинув кабінку й відійшов від неї на безпечну відстань. Водій повинен знаходитися поза зоною дії вантажного механізму НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Для запобігання ДТП необхідно перед виїздом транспортного засобу провести технічний огляд, водій повинен пройти медичний огляд та з ним повинні провести інструктаж з правил дорожнього руху та небезпек які можуть виникнути під час перевезень на даному маршруті відповідно НПАОП «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

Для запобігання зсуву землі в кар'єрі, необхідно відкоси укріплювати фундаментними блоками або бетонувати.

Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Для захисту від пилу від піску робітникам необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту. До таких відноситься застосування респіраторів. ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для попередження переохолодження робітників необхідно забезпечити їх теплим одягом відповідно ДСТУ 7339:2011 «Системи стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту».

Для забезпечення нормативного рівня освітленості на майданчику навантаження передбачено обладнання освітленості в розмірі 30 лк

відповідно ДБН В.2-5-28-2018 «Природне та штучне освітлення» . Робоче освітлення розміщено на щоглах поза зоною майданчика. Для освітлення застосовуються прожектори типу ПЗС-35 з газоразрядними лампами ДРЛ-700.

Дослідницька частина

На робочому місці дослідника лабораторії обладнаної ПК з ВДТ (ЕП), були проведені дослідження та виміри показників шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, результати яких занесені до таблиці 1.

Таблиця 1 – Вихідні данні

Фактор (показник)	Фактичне значення	Час дії год.
Умови праці:		
Мікроклімат за ТНС-індексом, t , °C	27	8
Освітленість приміщення E , лк	320	8
Розряд і підрозряд зорових робіт, Z_{op}	A-2	—
Рівень шуму L , дБ А	86	5
Важкість праці:		
Загальні енергозатрати організму, Bm	300	7
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	38000	6
Напруженість праці:		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	76	7
Тривалість робочого дня, год.	8	8

У відповідності до вихідних даних, вносимо наявні фактори умов праці та виробничого середовища що впливають на працівника в процесі трудової діяльності їх фактичне значення та час дії вносимо до стовпчиків 1, 2, 3, таблиці 2.

Відповідно до додатків методичних вказівок [15], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Bm (90-120 ккал/год.) та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії Іб.

З додатків [15], відповідно до категорії робіт Іб, розряду зорових робіт А-2 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати оцінювання за бальною шкалою

Фактор (показник)	Виміряні показники $P_{вим}$	Час дії $год.(хв.)$	ГДК, ГДР, показники, $P_{дон}$	$X_{визн}$, бали	Клас умов праці	X_i , бали
1	2	3	4	5	6	7
Мікроклімат за ТНС-індексом, $t, ^\circ C$	27	8	22,9-25,8	3	3.3	3
Освітленість приміщення E , лк	320	8	400	—	3.1	1
Розряд і підрозряд зорових робіт, $З_{ор}$	A-2	—	—	—	—	—
Рівень шуму L , дБА	86	5	50	—	3.1	0,63
Загальні енергозатрати організму, Вт	300	7	290	0,91	3.2	2
Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну), при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук)	38000	6	40000	0,71		
Тривалість зосередження уваги (в % від часу зміни)	76	7	75	0,89		
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 2:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [23]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінка мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1 [15]:

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

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою 7.2 [15]:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,91;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} = \frac{38000 \cdot 6 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 0,71;$$

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{доп}} = \frac{76 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 75} = 0,89;$$

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 2:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{визн} = 2$, з таблиці 7.2 [23] – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $P_{вим} = 320$ лк, за додатком Г та табл. Г.1 [23] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $P_{вим} = 86$ дБА, за додатком Д та табл. Д.1 [23] – 3 клас, 1 ступінь (3.1);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{визн}$ за формулою 7.3 [23]:

$$X_{сум} = \sum_{i=1}^n X_i = 0,91 + 0,71 + 0,89 + 0,15 = 2,66$$

З таблиці 7.3 [23] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{сум} = 2,66$ – 3 клас, 2 ступінь (3.2);

В результаті досліджень, відповідно до розрахунків, встановлено, що умови праці на робочому місці лабораторії обладнаної ПК належать до 3 класу, 2 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 2:

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

- при оцінці впливу освітленості, виходимо з того що вона відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 8 годин, тому коректування не потрібно – $X_{cm} = X_i = 1$;

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 1 ступеню умов праці та діє протягом 5 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [15]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} = 1 \cdot \frac{5}{8} = 0,63$$

- для оцінки впливу важкості та напруженості праці, виходимо з того що вони відповідають 3 класу, 2 ступеню умов праці, а час їх дії уже врахований, тому – $X_{cm} = X_i = 2$;

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [15]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i = 3 + 1 + 0,63 + 2 = 6,63$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{факт} = 6,63$, 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 [15]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 16 %.

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

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

б) відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії Іб, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії Іб, а саме:

- мікрокліматичні умови, за інтегральним показником теплового навантаження середовища – ТНС-індексом – $20,2-22,8^{\circ}\text{C}$;
- освітленість приміщення для роботи з дисплеями відповідає розряду зорових робіт А-2, нормована загальна освітленість якого, на робочих столах – $E = 400 \text{ лк}$;
- рівень шуму в робочій зоні інженера-дослідника – 50 дБА ;
- загальні енергозатрати організму, до 174 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.

в) для приведення умов, важкості та напруженості праці до вищезазначених показників необхідно передбачити комплекс заходів які забезпечать нормалізацію умов праці:

1.3 метою забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні лабораторії обладнаному ПК з ВДТ (ЕП), згідно вимог ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування», передбачена система централізованого водяного опалення з радіаторами, а на теплий період, зважаючи на те, що площа приміщення становить 25 м^2 передбачений

побутовий кондиціонер типу Electrolux EACS-24 HLO/N3. Виходячи з того, що один кондиціонер розрахований на приміщення площею – 30 м^2 .

З метою забезпечення необхідного повітрообміну у приміщенні лабораторії обладнаному ПК з ВДТ (ЕП), зважаючи на те, що об'єм приміщення становить 85 м^3 , передбачена система механічної припливно-витяжної вентиляції – методом рекуперації, за допомогою двох рекуператорів типу Prana-200G. Які забезпечують 3-кратний обмін повітря за годину, виходячи з того, що один рекуператор забезпечує наступний повітрообмін: приплив – $135\text{ м}^3/\text{год}$, витяг – $125\text{ м}^3/\text{год}$.

2. Для забезпечення нормованої освітленості приміщення яка відповідає розряду зорових робіт необхідно провести додаткові розрахунки та визначитися з потужністю ламп, типом ламп та світильників та їх раціональним розміщенням.

3. 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.

4. Для зменшення загальних енергозатрат організму, необхідно скоротити тривалість робочого дня до 6 або 7 год.

5. 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.

6. Для зменшення тривалості зосередження уваги, необхідно скоротити тривалість робочого дня, передбачити додаткові перерви.

г) 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 [15], у розмірі 16 %.