

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

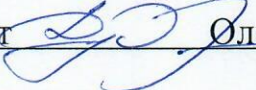
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КАБЕЛЬНОЇ
ПРОДУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ В УМОВАХ
ПІДПРИЄМСТВА ПАТ «ОДЕСКАБЕЛЬ»

Виконав: студент ІІ курсу, групи Т-313м

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

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

		Іван АНТИПЕНКО (прізвище та ініціали)
Керівник		Олена ОСТРОГЛЯД (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)

АНТИПЕНКА Івана Михайловича

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Підвищення ефективності перевезень кабельної продукції автомобільним транспортом в умовах підприємства ПАТ «Одескабель»

керівник проєкту (роботи) к.т.н. ОСТРОГЛЯД Олена Олександрівна

(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) 22 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) характеристика підприємства, обсяги відправлень продукції, існуючі маршрути доставки продукції споживачам, схема розташування регіональних філій підприємства.

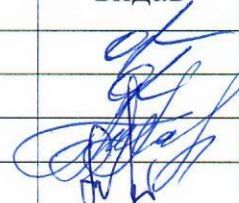
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 2. Основна частина, 2.1 Визначення основних характеристик існуючих маршрутів, 2.2 Оптимізація маршрутів доставки продукції шляхом побудови моделі транспортної задачі, 2.3 Аналіз та коригування отриманого плану перевезень, 2.4 Визначення показників роботи рухомого складу на розроблених маршрутах, 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	ОСТРОГЛЯД О.О., доцент		
2	ОСТРОГЛЯД О.О., доцент		
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)

Іван АНТИПЕНКО
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 84 с., 13 табл., 11 рис., 2 дод., 12 джерел.

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ, ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ, ОПТИМАЛЬНИЙ ПЛАН, ОБОРОТ АВТОМОБІЛЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ВИТРАТИ НА ПЕРЕВЕЗЕННЯ.

Об'єкт дослідження – процес транспортування кабельної продукції підприємства ПАТ «Одескабель».

Мета роботи – оптимізація маршрутів доставки продукції шляхом побудови математичної моделі транспортної задачі для мінімізації витрат на перевезення та підвищення ефективності логістичних процесів.

Методи дослідження – аналітичний, графічний, метод потенціалів.

У роботі розглядається аналіз існуючої логістичної системи підприємства, виявлення проблем у перевезенні продукції та розробка оптимізованих маршрутів доставки. Застосування комбінованої схеми доставки, включаючи централізовану доставку великих партій та подальше розподілення продукції дрібними партіями, дозволило зменшити витрати на перевезення, зокрема на паливо та ремонт транспортних засобів.

Результати дослідження свідчать про значне зниження витрат на логістику, підвищення ефективності використання транспортних засобів і філій як розподільних центрів, що сприяє підвищенню рентабельності підприємства та забезпеченню своєчасного обслуговування клієнтів.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт.....	2
Реферат.....	4
Зміст.....	5
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	9
1.1 Характеристика досліджуваного підприємства ПАТ «Одескабель».....	9
1.2 Мережа філій і представництв підприємства	13
1.3 Характеристика продукції ПАТ «Одескабель».....	16
1.4 Особливості транспортування та зберігання кабельної продукції.....	18
1.5 Аналіз існуючої системи доставки продукції.....	21
1.6 Постановка завдань та обґрунтування необхідності дослідження	23
2 Основна частина.....	26
2.1 Визначення основних характеристик існуючих маршрутів.....	26
2.2 Оптимізація маршрутів доставки продукції шляхом побудови моделі транспортної задачі.....	28
2.3 Аналіз та коригування отриманого плану перевезень	45
2.4 Визначення показників роботи рухомого складу на розроблених маршрутах.....	50
3 Економічна частина.....	57
3.1 Визначення загальних витрат за базовим варіантом організації доставки продукції.....	58
3.2 Визначення загальних витрат за проєктним варіантом організації доставки продукції.....	60
3.3 Аналіз витрат та визначення ефективності впровадження	

рішень	67
4 Охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях.....	70
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	70
4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	72
Висновки.....	73
Перелік джерел посилань.....	75
Додаток А Заходи по забезпеченню безпеки.....	77
Додаток Б Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	78

ВСТУП

Сучасний розвиток економіки України вимагає значної уваги до питань оптимізації транспортно-логістичних процесів. В умовах глобалізації, постійного зростання обсягів перевезень і необхідності відновлення пошкодженої інфраструктури логістика стає важливим інструментом у забезпеченні стійкого розвитку національних підприємств. Зокрема, ефективна організація транспортування продукції дозволяє не лише задовольнити попит споживачів, а й суттєво знизити витрати, підвищити конкурентоспроможність та адаптивність компаній до сучасних викликів.

Компанія «Одескабель» є одним із провідних виробників кабельної продукції в Україні. Вона пропонує широкий асортимент товарів, які використовуються в енергетиці, будівництві, телекомунікаціях, а також у промисловості. Війна, що триває в Україні, призвела до серйозних змін у логістичних ланцюгах, підвищення попиту на продукцію для відновлення інфраструктури, а також необхідності переосмислення підходів до організації перевезень. У таких умовах важливим завданням для компанії є пошук оптимальних шляхів доставки продукції, які враховують географічне розташування філій, обмежені ресурси та нерівномірний розподіл попиту споживачів.

Оптимізація транспортних перевезень є невіддільною частиною стратегії підвищення ефективності роботи компанії. У цій роботі пропонується застосувати математичну модель транспортної задачі, яка дозволяє вирішити ключову проблему мінімізації витрат на доставку продукції від філій компанії до споживачів. Розрахунок оптимальних маршрутів базується на даних про обсяги запасів продукції на складах, потреби клієнтів у різних регіонах України, а також враховує фактори відстані та вартості перевезень.

Дослідження охоплює не лише теоретичну розробку оптимізаційної моделі, але й практичний аналіз реальних даних про діяльність компанії «Одескабель». Увага приділяється організації перевезень у різні регіони

України, що дозволяє врахувати особливості транспортної інфраструктури, обмеження воєнного часу та географічне розташування основних споживачів продукції.

Результати роботи матимуть як наукову, так і прикладну цінність. Вони можуть бути використані для вдосконалення логістичної діяльності компанії, зниження витрат, покращення управління запасами та своєчасного задоволення попиту споживачів. Окрім того, застосування транспортної моделі може сприяти розробці універсальних підходів до організації перевезень в інших галузях.

Таким чином, тема роботи є актуальною та важливою як для компанії «Одескабель», так і для розвитку транспортно-логістичної системи України в цілому. Впровадження оптимізаційних рішень у сфері транспортування продукції сприятиме не лише підвищенню ефективності компанії, але й забезпеченню її внеску у відновлення економіки України.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика досліджуваного підприємства ПАТ «Одескабель»

Підприємство «Одескабель» стало беззаперечним лідером у виробництві кабельної продукції в Україні, а також одним із провідних заводів у Східній Європі. Протягом своєї історії компанія змогла не тільки налагодити випуск кабелів зв'язку, а й суттєво розширити асортимент своєї продукції, який сьогодні включає мідні та волоконно-оптичні кабелі, радіочастотні та LAN-кабелі, що є високо затребуваними в сучасному ринку телекомунікацій. Крім того, підприємство пропонує інші типи кабелів, зокрема силові кабелі, проводи і шнури, які знаходять своє застосування в різних галузях промисловості.

«Одескабель» продовжує розвиватися, впроваджуючи новітні технології та виходячи на нові ринки [1]. Зокрема, за останні роки компанія розпочала виробництво нагрівальних кабелів, що стали основою для створення систем «теплої підлоги», чим значно розширила можливості своєї продукції на ринку будівництва та енергетики. На сьогоднішній день компанія виготовляє більше 10 000 маркорозмірів кабельної продукції, що є свідченням її здатності задовольняти найрізноманітніші потреби споживачів.

Пріоритетним напрямком для підприємства є випуск продукції високої якості, яка за своїми технічними характеристиками відповідає міжнародним стандартам і пропонується за конкурентоспроможними цінами. Це дозволило компанії не тільки утримати високі позиції на внутрішньому ринку, а й стати надійним постачальником для багатьох міжнародних клієнтів. Підтвердженням цього є сертифікація на відповідність міжнародним стандартам якості, екологічного та трудового менеджменту, що сприяє постійному вдосконаленню виробничих процесів та забезпеченню стійкого розвитку компанії.

Виробничі потужності ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель» є одним із ключових чинників, які забезпечують лідерство підприємства на ринку кабельно-провідникової продукції. Завод має сучасну матеріально-технічну базу, що дозволяє виробляти широкий асортимент кабелів і дротів для різних галузей промисловості, енергетики, телекомунікацій та будівництва.

Сучасне обладнання. Завод оснащений високотехнологічними виробничими лініями провідних світових виробників, що дозволяє забезпечувати високу якість продукції, відповідність міжнародним стандартам і високу продуктивність. Автоматизовані процеси зменшують ризик людських помилок і підвищують ефективність виробництва.



Рисунок 1.1 – Виробничі потужності ПАТ «Одескабель»

Висококваліфікований персонал. На підприємстві працюють фахівці з багаторічним досвідом у кабельній індустрії. Постійне навчання та вдосконалення професійних навичок працівників дозволяє оперативно впроваджувати нові технології та підвищувати якість продукції.

Гнучкість виробництва. Завдяки багатофункціональності обладнання та високій мобільності виробничих процесів, завод може швидко адаптуватися до змін попиту на ринку, забезпечуючи виготовлення як великих партій про-

дукції, так і спеціалізованих замовлень.

Завод активно впроваджує інновації, зокрема у виробництві волоконно-оптичних кабелів, LAN-кабелів, спеціальних коаксіальних кабелів, а також нагрівальних кабелів для теплої підлоги. Використання сучасних матеріалів та технологій дозволяє створювати продукцію з поліпшеними характеристиками [1].

Підприємство приділяє особливу увагу екологічній безпеці. Використання сучасних фільтраційних систем і дотримання міжнародних екологічних стандартів забезпечують мінімальний вплив виробництва на довкілля.

Завод має власні лабораторії, оснащені сучасним обладнанням для перевірки характеристик продукції. Контроль якості здійснюється на кожному етапі виробництва, що гарантує відповідність продукції технічним вимогам і стандартам.

Виробничі потужності заводу дозволяють виготовляти тисячі кілометрів кабелів щорічно, задовольняючи як внутрішній попит, так і потреби закордонних споживачів. Завдяки цьому «Одескабель» забезпечує стабільні поставки як на національний, так і на міжнародний ринки.

Одним з ключових факторів успіху «Одескабель» є наявність стабільної клієнтської бази, серед яких — відомі компанії у галузях телекомунікацій, енергетики, машинобудування та гірничодобувної промисловості. Найбільшими споживачами продукції є оператори зв'язку, такі як «Укртелеком», «Vodafone», «Київстар», а також численні державні та приватні підприємства, що працюють у стратегічно важливих секторах економіки.

Завод також активно займається експортною діяльністю, забезпечуючи понад 30% обсягу своєї продукції для міжнародних ринків, включаючи країни Європейського Союзу. Продукція «Одескабель» постачаються до таких країн, як Німеччина, Італія, Польща та Чехія, що підтверджує високу конкурентоспроможність компанії на світовому ринку.

«Одескабель» активно бере участь у діяльності професійних об'єднань виробників кабельної продукції, таких як Українська асоціація «Укрелектро-

кабель» і Міжнародна федерація виробників кабелю (ICF), що дозволяє бути в курсі останніх тенденцій у галузі та своєчасно впроваджувати інноваційні рішення у виробництво.

Упродовж своєї історії «Одескабель» продовжує реалізовувати стратегію, орієнтуючись на високі стандарти якості, інноваційний розвиток і постійну модернізацію виробничих процесів. Завдяки такому підходу підприємство не лише утримує лідерство на ринку кабельної продукції в Україні, а й займає значну позицію серед провідних підприємств у Східній Європі.

Продукція ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель» користується значним попитом серед підприємств різних галузей, як в Україні, так і за її межами. Завдяки високій якості та надійності виробів, а також широкому асортименту, завод здобув довіру численних споживачів у таких секторах, як енергетика, телекомунікації, будівництво, металургія, машинобудування, гірничодобувна та нафтогазова галузі.

Основними споживачами продукції є великі корпоративні клієнти, включаючи провідні енергетичні холдинги, такі як ДТЕК, та ключові підприємства металургійної галузі, зокрема ПАТ «Запоріжсталь» і АрселорМіттал Кривий Ріг. Ці підприємства використовують кабельну продукцію «Одескабель» для забезпечення безперебійної роботи своїх енергетичних і виробничих процесів.

Крім того, продукція підприємства активно застосовується в енергогенераційних об'єктах, таких як ПрАТ «Укргідроенерго» та національні атомні електростанції, де забезпечує надійність і ефективність енергетичних мереж. Важливою частиною ринку є також підприємства альтернативних джерел енергії, що потребують спеціалізованих кабельних рішень для реалізації своїх проектів.

В будівельному секторі продукція «Одескабель» знаходить своє застосування в житлових і комерційних будівлях, а також у масштабних інфраструктурних проектах, таких як реконструкція освітлення в наукових установах і об'єктах дорожнього господарства. Такі компанії, як «БУДОВА»,

«KADORR Group» та «Київміськбуд», використовують кабелі заводу для забезпечення електричних і телекомунікаційних мереж у нових будівлях.

Завдяки широкій мережі споживачів у телекомунікаційному секторі, де «Одескабель» постачає свої вироби провідним українським операторам зв'язку, таким як «Укртелеком», «Vodafone», «Київстар» та інші, продукція підприємства активно використовується для створення та підтримки інфраструктури мобільного та фіксованого зв'язку.

Міжнародний ринок також є важливим напрямом для ПАТ «Одескабель», з експортом продукції до країн Європи, зокрема Німеччини, Італії та Польщі, що підтверджує конкурентоспроможність підприємства на світовому ринку кабельних виробів. Вся продукція заводу відповідає міжнародним стандартам якості та надійності, що дозволяє задовольняти вимоги як внутрішніх, так і міжнародних споживачів.

Таким чином, підприємство «Одескабель» забезпечує широкий спектр продукції для різних галузей, включаючи енергетику, телекомунікації, будівництво, металургію та інші, і продовжує зміцнювати свою позицію як національний лідер та надійний постачальник кабельної продукції на міжнародному ринку.

1.2 Мережа філій і представництв підприємства

ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель» має мережу філій по всій Україні, що дозволяє підприємству ефективно здійснювати свою діяльність на різних регіональних ринках. Кожна з філій забезпечує оперативне обслуговування клієнтів, зберігаючи високу якість продукції та надійність послуг, що надаються [1].

Географія розташування українських філій Одескабель наведена на рисунку 1.2.

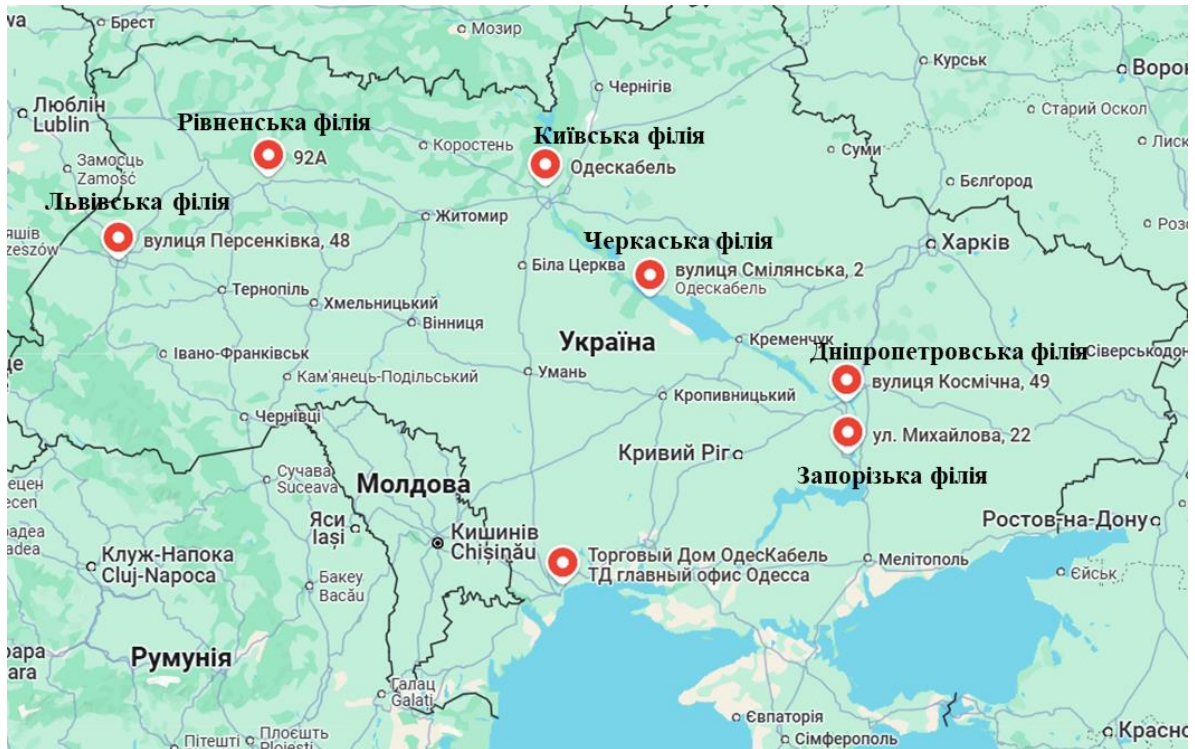


Рисунок 1.2 – Розташування філій підприємства «Одескабель»

- **Київська філія** розташована за адресою: вул. Полярна, 12а, м. Київ, і забезпечує активне співробітництво з підприємствами столичного регіону, що є важливим центром для промисловості та енергетики України.
- **Львівська філія** знаходиться за адресою: вул. Персенківка, 48, м. Львів. Львів є важливим економічним і культурним центром, і філія в цьому місті допомагає обслуговувати потреби західного регіону країни.
- **Запорізька філія** розташована на вул. Михайлова, 22-А, м. Запоріжжя. Запоріжжя є великим промисловим центром, тому ця філія активно співпрацює з підприємствами металургійної та енергетичної галузей.
- **Рівненська філія** працює за адресою: вул. Київська, 92А, м. Рівне. Рівне є важливим економічним вузлом на заході країни, і філія допомагає задовольняти потреби клієнтів цього регіону.
- **Черкаська філія** знаходиться на вул. Смілянська, 2, м. Черкаси. Черкаси є важливим центром сільськогосподарської та промислової діяльності, тому філія активно співпрацює з місцевими підприємствами в різних галузях.

- **Дніпровська філія** розташована за адресою: вул. Космічна, 49-Г, м. Дніпро, 49040. Дніпро є одним із ключових промислових центрів України, і філія активно обслуговує підприємства в галузях металургії, енергетики та інших.

Мережа філій ПАТ «Одескабель» сприяє забезпеченню зручності для клієнтів по всій території України та дозволяє швидко реагувати на їхні потреби, зберігаючи при цьому високий рівень якості продукції та обслуговування.

ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель» здійснює міжнародну діяльність через мережу офіційних представництв та дистриб'юторів, що забезпечує ефективне просування продукції на закордонних ринках. Зокрема, компанія має офіційного дистриб'ютора в Республіці Молдова, що відповідає за реалізацію продукції на молдовському ринку. Цей партнер сприяє поширенню високоякісних кабельних виробів та супутніх послуг, що задовольняють потреби місцевих споживачів у різних галузях промисловості.

Крім того, в Румунії функціонує офіційне представництво компанії, яке активно займається розвитком бізнес-співпраці з румунськими підприємствами та забезпечує їх продукцією ПАТ «Одескабель». Це представництво відіграє важливу роль у зміцненні позицій компанії в країнах Європейського Союзу та сприяє розширенню її міжнародної присутності.

Ці дистриб'ютори та представництва забезпечують не лише постачання продукції, але й високий рівень сервісу та консалтингових послуг, що дозволяє ПАТ «Одескабель» підтримувати стабільні бізнес-стосунки з міжнародними клієнтами і відповідати на вимоги сучасних ринків.

Мережа філій і представництв ПАТ «Одескабель» є важливим елементом стратегії розвитку компанії, спрямованої на забезпечення широкої доступності продукції та послуг. Завдяки ефективній логістичній системі та налагодженим бізнес-процесам, підприємство оперативно реагує на потреби клієнтів у різних регіонах, забезпечуючи своєчасне постачання продукції.

1.3 Характеристика продукції ПАТ «Одескабель»

Продукція ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель» охоплює широкий спектр кабельних виробів, що відповідають вимогам різних галузей промисловості та забезпечують високі технічні характеристики та надійність у використанні.



Рисунок 1.3 – Продукція ПАТ «Одескабель»

Волоконно-оптичні кабелі: Ці кабелі призначені для передачі даних на великі відстані з високою швидкістю, що забезпечується через використання оптоволокна. Вони включають різні конструкції, такі як внутрішньооб'єктові кабелі, кабелі з центральною трубкою та модульні кабелі. Завдяки своїй конструкції ці кабелі забезпечують високу стійкість до електромагнітних завад і мінімальні втрати сигналу, що робить їх ідеальними для використання в телекомунікаціях та сучасних інформаційних системах.

Кабелі зв'язку: До цієї категорії відносяться різноманітні кабелі, що використовуються для передачі інформації в телефонних, сигнальних та блокувальних системах. Зокрема, це абонентські та станційні високочастотні кабелі, а також кабелі для систем сигналізації та блокування, що застосовуються у сферах, де потрібна висока швидкість та точність передачі сигналу.

Кабелі силові, дроти, шнури: Продукція цього типу включає контрольні кабелі, що використовуються для моніторингу та управління електричними системами, а також силові кабелі з міді та алюмінію, що призначені для передачі електричної енергії в різних умовах. Вони застосовуються в енергетичних, промислових та будівельних об'єктах, де необхідна висока надійність та безпека.

Лап-кабелі: Це кабелі, що використовуються для побудови локальних мереж, забезпечуючи передачу даних між комп'ютерами та іншими пристроями в межах приміщень або для зовнішньої прокладки. До цього класу належать багатопарні кабелі та кабелі марок ОК-net і ОК-net Premium, які відрізняються високою якістю та підвищеною стійкістю до зовнішніх впливів, що дозволяє використовувати їх у різноманітних умовах.

Радіочастотні і спеціальні кабелі: Включають коаксіальні кабелі, що забезпечують стабільну передачу сигналу в різних радіочастотних діапазонах, а також спеціалізовані кабелі для відеоспостереження, охоронно-пожежної сигналізації та акустичних систем. Вони використовуються в різноманітних системах безпеки та телекомунікаціях, де важлива висока точність і швидкість передачі інформації.

Кабелі нагрівальні: Кабелі типу WOKS призначені для облаштування системи теплої підлоги, забезпечуючи рівномірний розподіл тепла та енергоефективність. Вони є ідеальним рішенням для житлових і комерційних приміщень, де необхідно підтримувати комфортну температуру за допомогою електричного обігріву.

Завдяки широкому асортименту та високій якості продукції, ПАТ «Одеський кабельний завод «Одескабель» здатен задовольнити потреби різних галузей, включаючи енергетику, телекомунікації, промисловість та будівництво, забезпечуючи надійність, ефективність та безпеку своїх виробів у процесі експлуатації.

1.4 Особливості транспортування та зберігання кабельної продукції

Транспортування та зберігання кабельної продукції потребують особливої уваги до забезпечення її цілісності, функціональності та високої якості. Різні типи кабелів мають свої особливості та вимоги до умов транспортування, пакування та зберігання, які необхідно враховувати, щоб уникнути пошкоджень і забезпечити довговічність продукції [2].

Кабельна продукція зазвичай постачається в рулонах, котушках або барабанах. Це дозволяє зберігати її форму, захищати від пошкоджень під час перевезення та забезпечувати зручність у транспортуванні. Основними факторами, що впливають на вибір способу транспортування, є:

- тип кабелю (внутрішнього чи зовнішнього використання, силові, волоконно-оптичні тощо);
- матеріал ізоляції та її стійкість до зовнішніх впливів;
- вимоги до збереження температурного режиму, вологості та інших факторів навколишнього середовища.

Для забезпечення збереження кабелів під час транспортування використовують такі основні види пакування:

- пластикові або картонні упаковки – для кабелів, що використовуються у внутрішніх системах (вони менш схильні до пошкоджень від зовнішніх впливів);
- спеціалізовані пакувальні матеріали – для кабелів зовнішнього використання, які потребують посиленого захисту від корозії, ультрафіолетового випромінювання та вологи;
- додатковий захист – наприклад, поліетиленова плівка, що обгортає барабани, або металеві кожухи для особливо чутливих кабелів.

Транспортування на катушках та барабанах є одним із найбільш поширених способів перевезення кабельної продукції. Цей метод дозволяє рівномірно розподілити вагу та забезпечити належний захист кабелів від механічних пошкоджень. Основні правила транспортування включають:

- надійне закріплення катушок або барабанів на транспортному засобі для запобігання їх зміщенню чи розмотуванню;
- захист катушок від механічних ударів під час вантажно-розвантажувальних робіт;
- використання спеціальних фіксаторів і кріплень, які не пошкоджують матеріали катушок;
- правильне орієнтування барабанів під час перевезення (стрілка на барабані має вказувати напрямок обертання).

Кабельна продукція є чутливою до різноманітних зовнішніх факторів, тому під час перевезення важливо дотримуватись певних умов:

Кабелі повинні транспортуватися в закритих транспортних засобах, які запобігають впливу опадів, пилу, надмірної вологості або прямих сонячних променів. У разі перевезення на відкритих майданчиках необхідно використовувати тенти або інші захисні покриття [3].

Кабелі не повинні піддаватися різким температурним перепадам, заморожуванню або перегріву, оскільки це може призвести до втрати їхніх експлуатаційних властивостей.

Кабелі на барабанах або в рулонах мають бути укладені так, щоб виключити їх пошкодження під час транспортування (уникати ударів, тертя або надмірного натягу).

Деякі види кабелів вимагають особливих умов.

Волоконно-оптичні кабелі. Потребують делікатного поводження, оскільки навіть невеликі механічні пошкодження або вигини можуть вплинути на їхню працездатність.

Нагрівальні кабелі. Вимагають спеціального пакування, яке захищає від перегріву та механічних пошкоджень.

Зберігання кабелів – важливий етап, що впливає на їхній термін служби та функціональність. Основні вимоги до зберігання включають:

Приміщення мають бути сухими, добре вентилятованими та підтримувати відповідний температурний режим. Надмірна вологість може викликати корозію металевих елементів кабелів або пошкодити ізоляцію.

Кабелі на відкритих майданчиках можуть зберігатися лише за умови їх накриття та обмеженого терміну зберігання (не більше 6 місяців).

Для зберігання використовуються спеціальні стелажі або підставки, які запобігають деформації кабелів. Забороняється зберігати бухти кабелів у навал.

Для запобігання потраплянню вологи кінці кабелів мають бути герметично закриті.

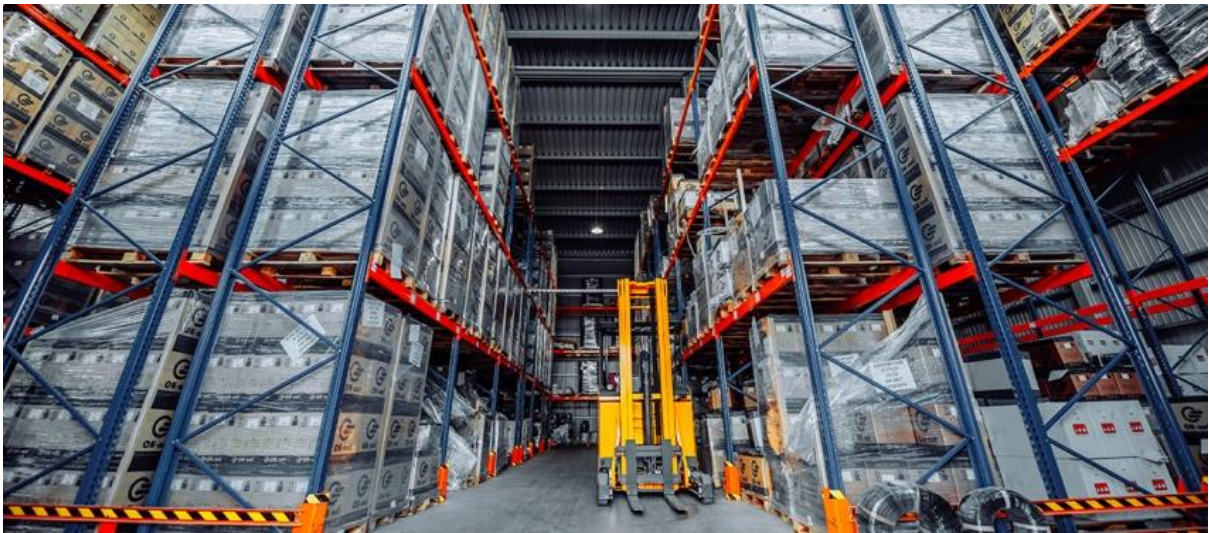


Рисунок 1.4 – Складські приміщення ПАТ «Одескабель»

Кабелі повинні бути захищені від впливу хімічних речовин, таких як кислоти або луги. Використання спеціальних захисних матеріалів дозволяє мінімізувати ризик пошкодження ізоляційного шару або металевих елементів.

Процеси перевезення та зберігання регулюються стандартами, зокрема ГОСТ 15150, що враховує кліматичні умови. При транспортуванні залізнич-

ним, автомобільним або морським транспортом необхідно дотримуватись правил фіксації вантажу, щоб уникнути пошкоджень продукції під час руху.

Недотримання вказаних умов може призвести до пошкодження кабельної продукції, зниження її експлуатаційних характеристик або передчасного виходу з ладу. Тому забезпечення належних умов є важливим для збереження якості кабелів і виконання ними функцій, передбачених технічними характеристиками.

1.5 Аналіз існуючої системи доставки продукції

У даному дослідженні основна увага зосереджена на аналізі перевезень малих партій продукції, обсяг яких становить до 5 тонн. Такий підхід обумовлений кількома ключовими факторами:

1) Кабельна продукція підприємства «Одескабель» має широку номенклатуру та споживається різними замовниками з різних регіонів України. Деякі клієнти, зокрема підприємства малого та середнього бізнесу, не потребують великих обсягів товару, однак потребують регулярних поставок. Це обумовлює необхідність організації перевезень саме невеликими партіями.

2) Для транспортування продукції таких обсягів підприємство використовує автомобілі вантажопідйомністю 5 тонн. Це дозволяє забезпечити регулярність перевезень, мінімізувати час очікування замовником товару та уникнути надмірних витрат, пов'язаних із завантаженням автомобілів великої вантажопідйомності при малих партіях.

3) Малі партії продукції забезпечують підприємству гнучкість у реагуванні на потреби клієнтів, що є важливою конкурентною перевагою. Така логістична стратегія дозволяє підприємству підтримувати високу якість обслуговування споживачів навіть у віддалених регіонах.

Доставка продукції здійснюється маятниковими маршрутами з головного складу в Одесі, що обумовлено необхідністю прямого обслуговування кожного клієнта. Проте такий підхід має певні обмеження, серед яких: низька ефективність використання транспортного парку, збільшені витрати на перевезення через значний пробіг автомобілів, а також складність координації логістичних операцій при великій кількості окремих маршрутів.

Для аналізу існуючих маршрутів доставки продукції було досліджено обсяги вантажопотоків, що відправляються до споживачів в різні міста України.

Середньорічні обсяги відправлень продукції споживачам невеликими партіями:

1. Житомир	250 т	7. Миколаїв	300 т
2. Луцьк	200 т	8. Вінниця	200 т
3. Кременчук	350 т	9. Тернопіль	200 т
4. Харків	500 т	10. Полтава	150 т
5. Кривий Ріг	400 т	11. Суми	150 т

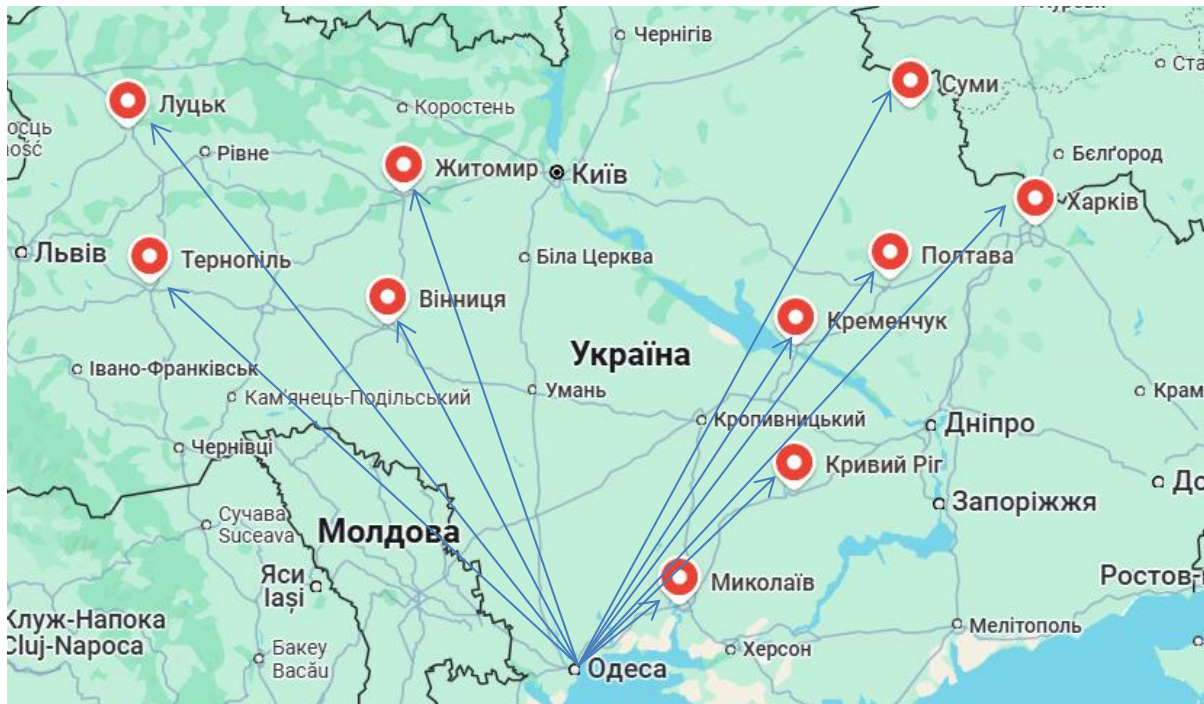


Рисунок 1.5 Схема напрямків відправок продукції споживачам з головного складу в Одесі

Слід зазначити, що в межах цього дослідження не аналізуються всі вантажопотоки підприємства «Одескабель». Основна увага приділяється саме транспортуванню малих партій продукції, які становлять важливу частину загального обсягу поставок, але водночас є найбільш затратними з точки зору організації перевезень.

1.6 Постановка завдань та обґрунтування необхідності дослідження

У даному дослідженні було розглянуто процес організації доставки продукції підприємства «Одескабель», яке спеціалізується на виробництві кабельної продукції, до кінцевих споживачів у різних регіонах України. Аналіз існуючої системи логістики показав, що наразі підприємство використовує маятникові маршрути, коли продукція транспортується з головного складу в Одесі автомобілями вантажопідйомністю 5 тонн безпосередньо до споживачів.

Однак такий підхід має кілька суттєвих недоліків:

- малий обсяг партій і значна відстань між пунктами доставки призводять до збільшення витрат на паливо, мастильні матеріали та експлуатацію транспортних засобів;
- низька ефективність використання транспортних засобів. Часті рейси та висока інтенсивність експлуатації транспортного парку спричиняють значні амортизаційні витрати;
- нерівномірний розподіл продукції. Відсутність розподільних центрів у регіонах ускладнює швидке обслуговування споживачів, що призводить до затримок у доставці;
- високий рівень логістичних витрат. Ігнорування можливостей філій компанії для централізованого розподілу збільшує загальні витрати на транспортування.

Аналіз також показав, що підприємство має філії в різних регіонах України, які можуть бути використані як проміжні розподільні центри. Це відкриває можливості для оптимізації логістичних процесів шляхом переходу до комбінованої схеми перевезень.

З метою підвищення економічної ефективності перевезень доцільно організувати доставку продукції з головного складу в Одесі до філій за допомогою автомобілів вантажопідйомністю 20 тонн. Такий підхід дозволить скоротити кількість рейсів між головним складом і філіями, оскільки більші партії товару можна транспортувати за один рейс, що зменшить витрати на перевезення.

Філії будуть виконувати роль проміжних пунктів зберігання, де продукція розподілятиметься на менші партії для подальшої доставки до споживачів. Для транспортування продукції до кінцевих споживачів з філій можна використовувати автомобілі вантажопідйомністю 5 тонн. Це забезпечить доставку дрібних партій товару на постійній основі, відповідно до вимог замовників.

Такий підхід сприятиме досягненню низки важливих результатів. Зокрема, зниження витрат на транспортування буде забезпечене завдяки мінімізації загального пробігу автомобілів та скороченню кількості рейсів. Крім того, ефективне використання транспортного парку дозволить зменшити навантаження на автомобілі, що в свою чергу призведе до зниження амортизаційних витрат. Також запропонована схема дозволить покращити обслуговування споживачів, забезпечивши швидку доставку малих партій продукції, що сприятиме гнучкості у задоволенні їхніх потреб.

На основі проведеного аналізу поставлено наступні завдання дослідження:

- оптимізація маршрутів перевезення. Провести аналіз існуючих маршрутів доставки та, використовуючи математичні моделі транспортної задачі, визначити оптимальні варіанти перевезення продукції з урахуванням філій підприємства.

- оцінка ефективності філій. Визначити, які філії доцільно використовувати для доставки продукції до кінцевих споживачів, враховуючи логістичні витрати та географічне розташування.

- розробка комбінованої схеми доставки. Запропонувати схему, де великі обсяги продукції транспортуватимуться з головного складу до філій 20-тонними автомобілями, а менші партії доставлятимуться до споживачів 5-тонними автомобілями.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Визначення основних характеристик існуючих маршрутів

На першому етапі аналізу транспортної системи підприємства важливо визначити основні характеристики існуючих маршрутів перевезення вантажів. Це дозволить оцінити ефективність використання транспортних засобів, виявити потенційні проблеми в організації перевезень і підготувати дані для оптимізації маршрутів у подальших розрахунках.

Для цього виконується розрахунок кількості їздок на кожному маршруті, загального річного пробігу автомобілів, а також проводиться аналіз розподілу вантажопотоків між пунктами відправлення та призначення. Визначення цих параметрів є необхідним для подальшого моделювання і розв'язання транспортної задачі, яка дозволить оптимізувати маршрути та зменшити витрати на перевезення.

Визначимо кількість їздок на кожному з маршрутів [4]:

$$n_{\text{їзд}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{q_{\text{авт}}}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{заг}}$ - загальний вантажопотік на маршруті, т;

$q_{\text{авт}}$ - вантажопідйомність автомобіля, т.

Далі слід розрахувати загальний річний пробіг автомобілів на кожному маршруті. Всі маршрути маятникові і слід врахувати зворотній пробіг.

$$L = 2 \cdot l \cdot n_{\text{їзд}}, \quad (2.2)$$

де l – відстань між пунктами відправлення та призначення, км;

Мета даного етапу полягає у створенні базової моделі розподілу вантажопотоків, яка надалі дозволить провести порівняльний аналіз з оптимізованими маршрутами. Це дасть змогу оцінити економічний ефект від запровадження заходів з покращення логістичної системи.

Результати розрахунків представлені у таблиці 2.1, де наведено інформацію про маршрути, відстані, кількість їздок та загальний пробіг автомобілів.

Таблиця 2.1 – Визначення кількості їздок та загального пробігу на маршрутах за базовим варіантом

Маршрут	Відстань, км	Кількість їздок, од	Загальний пробіг, км
Одеса - Миколаїв	135	60	16200
Одеса - Житомир	507	50	50700
Одеса - Вінниця	425	40	34000
Одеса - Харків	676	100	135200
Одеса - Кривий Ріг	310	80	49600
Одеса - Полтава	560	30	33600
Одеса - Кременчук	450	70	63000
Одеса - Суми	803	30	48180
Одеса - Луцьк	775	40	62000
Одеса - Тернопіль	666	40	53280
Усього		540	545760

Аналіз існуючих маятникових маршрутів показав, що така система перевезень не є достатньо ефективною. Значна кількість їздок пов'язана з малими партіями вантажів, що доставляються окремим споживачам, а також використанням автомобілів із вантажопідйомністю 5 тонн. Це призводить до збільшення загального пробігу, і відповідно витрат на паливо та технічне обслуговування, а також нераціонального використання транспортного парку.

З метою зменшення витрат на перевезення та підвищення ефективності логістичної системи вирішено провести оптимізацію маршрутів шляхом застосування математичної моделі транспортної задачі.

Оптимізація передбачає визначення оптимального розподілу вантажопотоків між споживачами, враховуючи потреби клієнтів, відстані між пунктами відправлення та призначення, а також вартісні параметри перевезень. Результати розв'язання транспортної задачі дозволять розробити більш ефективну схему доставки, що зменшить кількість їздок і забезпечить раціональне використання ресурсів підприємства.

2.2 Оптимізація маршрутів доставки продукції шляхом побудови моделі транспортної задачі

Наступним етапом роботи є розробка математичної моделі транспортної задачі [5], яка спрямована на оптимізацію системи перевезень. Основна мета цього розділу – зменшення витрат на транспортування шляхом мінімізації загального пробігу автомобілів, забезпечення раціонального розподілу вантажів між пунктами призначення та ефективного використання ресурсів транспортного парку.

У процесі побудови моделі будуть визначені основні параметри, зокрема вартісні показники кожного маршруту, сформульовані необхідні обмеження та виконано розрахунок оптимального розподілу вантажопотоків між споживачами.

Оптимізація маршрутів дозволить усунути недоліки існуючої маятникової системи, зокрема велику кількість їздок, спричинену невеликими партіями вантажів, та підвищити загальну ефективність перевезень. Отримані результати будуть порівняні з початковими показниками, що надасть можливість оцінити економічну доцільність запропонованих змін.

Оптимізація логістичних процесів підприємства «Одескабель» передбачає визначення найефективнішого розподілу вантажопотоків між наявними філіями підприємства та споживачами продукції. У базовому варіанті перевезення здійснюються маятниковими маршрутами з головного складу в Одесі автомобілями вантажопідйомністю 5 тонн. Така схема не завжди економічно вигідна через велику кількість рейсів, зумовлену невеликими партіями вантажів. Тому актуальним є завдання оптимізації маршрутів шляхом використання ресурсів філій підприємства, розташованих у різних регіонах України.

Місцезнаходження складів і споживачів:

- головний склад: розташований у місті Одеса;
- філії: підприємство має філії у Львові, Києві, Рівному, Дніпрі, Запоріжжі, Черкасах;
- споживачі: продукція доставляється до Житомира, Луцька, Кременчука, Харкова, Кривого Рогу, Миколаєва, Вінниці, Тернополя, Полтави, Сум.

Запаси кожної філії в моделі встановлюються рівними, що забезпечує рівноправний розподіл ресурсів між філіями. Загальний обсяг запасів достатній для задоволення потреб усіх споживачів. Потреби кожного споживача базуються на загальному вантажопотоці, визначеному у попередньому розділі.

Складемо математичну модель транспортної задачі:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

за умов:

$$\begin{cases} Z = \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, & j = \overline{1, n}; \\ Z = \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, & i = \overline{1, m}; \\ x_{ij} \geq 0. \end{cases}$$

де x_{ij} – кількість продукції, яку відправляється від i -ї філії до j -го споживача;

a_i - обсяг продукції, яку може відправити i -та філія;

b_j – попит на продукцію j -го споживача.

Складемо матрицю відстаней між містами пунктів відправлення та призначення (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 – Матриця відстаней між містами

	В1 Житомир	В2 Луцьк	В3 Кременчук	В4 Харків	В5 Кривий Ріг	В6 Миколаїв	В7 Вінниця	В8 Тернопіль	В9 Полтава	В10 Суми
Одеса А1	507	775	450	676	310	135	425	666	560	803
Львів А2	400	152	834	1030	820	804	365	127	895	874
Київ А3	142	405	291	488	420	490	265	425	350	332
Рівне А4	188	73	618	818	740	738	317	153	681	662
Дніпро А5	627	916	161	218	146	320	573	816	184	375
Запоріжжя А6	692	954	225	296	210	384	637	880	271	454
Черкаси А7	333	623	131	395	247	317	341	583	257	323

Так як метою даних розрахунків є визначення розташування філій, відправки з яких будуть оптимальними, поставимо всі філії в рівні умови, тобто розмір запасу на кожній з них буде 2600 т .

Визначимо обмеження щодо запасів на складах Одескабель філій:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} \leq 2600 \text{ (для головного складу A1);} \\ x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} \leq 2600 \text{ (для філії A2);} \\ x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} \leq 2600 \text{ (для філії A3);} \\ x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} \leq 2600 \text{ (для філії A4).} \\ x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{510} \leq 2600 \text{ (для філії A5).} \\ x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} + x_{610} \leq 2600 \text{ (для філії A6).} \\ x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} + x_{77} + x_{78} + x_{79} + x_{710} \leq 2600 \text{ (для філії A7).} \end{array} \right.$$

Обмеження за замовленнями споживачів:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} \leq 250 \text{ (споживач B1);} \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} \leq 200 \text{ (споживач B2);} \\ x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + x_{63} + x_{73} \leq 350 \text{ (споживач B3);} \\ x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} + x_{64} + x_{74} \leq 500 \text{ (споживач B4);} \\ x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} + x_{65} + x_{75} \leq 400 \text{ (споживач B5);} \\ x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{66} + x_{76} \leq 300 \text{ (споживач B6);} \\ x_{17} + x_{27} + x_{37} + x_{47} + x_{57} + x_{67} + x_{77} \leq 200 \text{ (споживач B7);} \\ x_{18} + x_{28} + x_{38} + x_{48} + x_{58} + x_{68} + x_{78} \leq 200 \text{ (споживач B8);} \\ x_{19} + x_{29} + x_{39} + x_{49} + x_{59} + x_{69} + x_{79} \leq 150 \text{ (споживач B9);} \\ x_{10} + x_{210} + x_{310} + x_{410} + x_{510} + x_{610} + x_{710} \leq 150 \text{ (споживач 10).} \end{array} \right.$$

Запишемо цільову функцію до задачі:

$$\begin{aligned} Z = & 507x_{11} + 775x_{12} + 450x_{13} + 676x_{14} + 310x_{15} + 135x_{16} + 425x_{17} + 425x_{18} + \\ & + 560x_{19} + 803x_{110} + 400x_{21} + 152x_{22} + 834x_{23} + 1030x_{24} + 820x_{25} + 804x_{26} + \\ & + 365x_{27} + 248x_{28} + 895x_{29} + 874x_{210} + 142x_{31} + 405x_{32} + 291x_{33} + 488x_{34} + \\ & + 420x_{35} + 490x_{36} + 265x_{37} + 812x_{38} + 350x_{39} + 332x_{310} + 188x_{41} + 73x_{42} + \\ & + 618x_{43} + 818x_{44} + 740x_{45} + 738x_{46} + 317x_{47} + 480x_{48} + 681x_{49} + 662x_{410} + \\ & + 627x_{51} + 916x_{52} + 161x_{53} + 218x_{54} + 146x_{55} + 320x_{56} + 573x_{57} + 1166x_{58} + \\ & + 184x_{59} + 375x_{510} + 692x_{61} + 954x_{62} + 225x_{63} + 296x_{64} + 210x_{65} + 384x_{66} + \\ & + 637x_{67} + 1230x_{68} + 271x_{69} + 454x_{610} + 333x_{71} + 623x_{72} + 131x_{73} + 395x_{74} + \\ & + 247x_{75} + 317x_{76} + 341x_{77} + 934x_{78} + 257x_{79} + 323x_{710} \rightarrow \min \end{aligned}$$

Складаємо транспортну таблицю, в яку вносимо всі умови задачі (табл. 2.3)

Таблиця 2.3 – Вихідні дані транспортної задачі

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Запаси
A1	507	775	450	676	310	135	425	1020	560	803	2600
A2	400	152	834	1030	820	804	365	248	895	874	2600
A3	142	405	291	488	420	490	265	812	350	332	2600
A4	188	73	618	818	740	738	317	480	681	662	2600
A5	627	916	161	218	146	320	573	1166	184	375	2600
A6	692	954	225	296	210	384	637	1230	271	454	2600
A7	333	623	131	395	247	317	341	934	257	323	2600
Потреби	250	200	350	500	400	300	200	200	150	150	

Перевіряємо необхідну та достатню умову для розв'язання задачі:

$$\sum_i^m a = 2600 + 2600 + 2600 + 2600 + 2600 + 2600 + 2600 = 18200;$$

$$\sum_j^n b = 250 + 200 + 350 + 500 + 400 + 300 + 200 + 200 + 150 + 150 = 2700.$$

Загальний обсяг потреби у вантажі в пунктах призначення менший за загальні запаси на складах. Отже, початкова транспортна задача є відкритою.

Для перетворення її на закриту модель додаємо фіктивного споживача із потребою, що дорівнює 15500 (18200–2700). Вартість транспортування одиниці вантажу до цього споживача приймаємо рівною нулю.

Внесемо вихідні дані у таблицю розподілу.

Таблиця 2.4 - Таблиця розподілу

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	Запас
A1	507	775	450	676	310	135	425	1020	560	803	0	2600
A2	400	152	834	1030	820	804	365	248	895	874	0	2600
A3	142	405	291	488	420	490	265	812	350	332	0	2600
A4	188	73	618	818	740	738	317	480	681	662	0	2600
A5	627	916	161	218	146	320	573	1166	184	375	0	2600
A6	692	954	225	296	210	384	637	1230	271	454	0	2600
A7	333	623	131	395	247	317	341	934	257	323	0	2600
Пот.	250	200	350	500	400	300	200	200	150	150	15500	

Етап I. Знаходження початкового опорного плану [6]

Для побудови початкового опорного плану транспортної задачі використовується метод найменшої вартості. Суть методу полягає у виборі найменшого значення з таблиці відстаней. У комірку, яка відповідає цьому значенню, записується менше з чисел a_i або b_j .

Після цього з подальшого розгляду виключаються або рядок, що відповідає постачальнику, запаси якого вже повністю витрачені, або стовець, який відповідає споживачу, чиї потреби задоволено. Якщо обидва показники досягають своїх меж одночасно, то виключаються і рядок, і стовець.

Процедура повторюється: з решти таблиці обирається наступне найменше значення, і запаси продовжують розподіляти доти, доки всі потреби не будуть задоволені, а запаси не витрачені.

Для розрахунку шуканий елемент дорівнює $c_{42}=73$. Запаси для цього елемента становлять 2600, а потреби — 200. Оскільки мінімальним є 200, його віднімають:

$$x_{42} = \min(2600, 200) = 200.$$

507	x	450	676	310	135	425	1020	560	803	0	2600
400	x	834	1030	820	804	365	248	895	874	0	2600
142	x	291	488	420	490	265	812	350	332	0	2600
188	73	618	818	740	738	317	480	681	662	0	2600 - 200 = 2400
627	x	161	218	146	320	573	1166	184	375	0	2600
692	x	225	296	210	384	637	1230	271	454	0	2600
333	x	131	395	247	317	341	934	257	323	0	2600
250	200 - 200 = 0	350	500	400	300	200	200	150	150	15500	

Шуканий елемент має значення $s_{73}=131$. Запаси для цього елемента становлять 2600, а потреби дорівнюють 350. Оскільки менше з цих чисел — 350, саме його віднімаємо:

$$x_{73} = \min(2600, 350) = 350.$$

507	x	x	676	310	135	425	1020	560	803	0	2600
400	x	x	1030	820	804	365	248	895	874	0	2600
142	x	x	488	420	490	265	812	350	332	0	2600
188	73	x	818	740	738	317	480	681	662	0	2400
627	x	x	218	146	320	573	1166	184	375	0	2600
692	x	x	296	210	384	637	1230	271	454	0	2600
333	x	131	395	247	317	341	934	257	323	0	2600 - 350 = 2250
250	0	350 - 350 = 0	500	400	300	200	200	150	150	15500	

Шуканий елемент дорівнює $c_{16}=135$. Запаси для цього елемента становлять 2600, а потреби — 300. Оскільки менше значення — 300, віднімаємо його: $x_{16} = \min(2600, 300) = 300$.

507	x	x	676	310	135	425	1020	560	803	0	2600 - 300 = 2300
400	x	x	1030	820	x	365	248	895	874	0	2600
142	x	x	488	420	x	265	812	350	332	0	2600
188	73	x	818	740	x	317	480	681	662	0	2400
627	x	x	218	146	x	573	1166	184	375	0	2600
692	x	x	296	210	x	637	1230	271	454	0	2600
333	x	131	395	247	x	341	934	257	323	0	2250
250	0	0	500	400	300-300=0	200	200	150	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{31}=142$. Для цього елемента доступні запаси становлять 2600, а потреба дорівнює 250. Оскільки меншим є значення 250, його віднімаємо: $x_{31} = \min(2600, 250) = 250$.

x	x	x	676	310	135	425	1020	560	803	0	2300
x	x	x	1030	820	x	365	248	895	874	0	2600
142	x	x	488	420	x	265	812	350	332	0	2600 - 250 = 2350
x	73	x	818	740	x	317	480	681	662	0	2400
x	x	x	218	146	x	573	1166	184	375	0	2600
x	x	x	296	210	x	637	1230	271	454	0	2600
x	x	131	395	247	x	341	934	257	323	0	2250
250-250=0	0	0	500	400	0	200	200	150	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{55}=146$ Для цього елемента доступні запаси становлять 2600, а потреба дорівнює 400. Оскільки меншим є значення 400, його віднімаємо: $x_{55} = \min(2600, 400) = 400$.

x	x	x	676	x	135	425	1020	560	803	0	2300
x	x	x	1030	x	x	365	248	895	874	0	2600
142	x	x	488	x	x	265	812	350	332	0	2350
x	73	x	818	x	x	317	480	681	662	0	2400
x	x	x	218	146	x	573	1166	184	375	0	2600 - 400 = 2200
x	x	x	296	x	x	637	1230	271	454	0	2600
x	x	131	395	x	x	341	934	257	323	0	2250
0	0	0	500	400 - 400 = 0	0	200	200	150	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{59} = 184$ Для цього елемента доступні запаси становлять 2200, а потреба дорівнює 150. Оскільки меншим є значення 150, його віднімаємо: $x_{59} = \min(2600, 150) = 150$.

x	x	x	676	x	135	425	1020	x	803	0	2300
x	x	x	1030	x	x	365	248	x	874	0	2600
142	x	x	488	x	x	265	812	x	332	0	2350
x	73	x	818	x	x	317	480	x	662	0	2400
x	x	x	218	146	x	573	1166	184	375	0	2200 - 150 = 2050
x	x	x	296	x	x	637	1230	x	454	0	2600
x	x	131	395	x	x	341	934	x	323	0	2250
0	0	0	500	0	0	200	200	150 - 150 = 0	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{54}=218$. Запаси для цього елемента становлять 2050, а потреби — 500. Оскільки найменше значення — 500, його і віднімаємо: $x_{54} = \min(2050, 500) = 500$.

x	x	x	x	x	135	425	1020	x	803	0	2300
x	x	x	x	x	x	365	248	x	874	0	2600
142	x	x	x	x	x	265	812	x	332	0	2350
x	73	x	x	x	x	317	480	x	662	0	2400
x	x	x	218	146	x	573	1166	184	375	0	2050 - 500 = 1550
x	x	x	x	x	x	637	1230	x	454	0	2600
x	x	131	x	x	x	341	934	x	323	0	2250
0	0	0	500 - 500 = 0	0	0	200	200	0	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{28}=248$. Запаси для цього елемента становлять 2600, а потреби — 200. Оскільки найменше значення — 200, його і віднімаємо: $x_{28} = \min(2600, 200) = 200$.

x	x	x	x	x	135	425	x	x	803	0	2300
x	x	x	x	x	x	365	248	x	874	0	2600 - 200 = 2400
142	x	x	x	x	x	265	x	x	332	0	2350
x	73	x	x	x	x	317	x	x	662	0	2400
x	x	x	218	146	x	573	x	184	375	0	1550
x	x	x	x	x	x	637	x	x	454	0	2600
x	x	131	x	x	x	341	x	x	323	0	2250
0	0	0	0	0	0	200	200 - 200 = 0	0	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{37} = 265$. Запаси для цього елемента становлять 2350, а потреби — 200. Оскільки найменше значення — 200, його і віднімаємо: $x_{37} = \min(2350, 200) = 200$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	803	0	2300
x	x	x	x	x	x	x	248	x	874	0	2400
142	x	x	x	x	x	265	x	x	332	0	2350 - 200 = 2150
x	73	x	x	x	x	x	x	x	662	0	2400
x	x	x	218	146	x	x	x	184	375	0	1550
x	x	x	x	x	x	x	x	x	454	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2250
0	0	0	0	0	0	200 - 200 = 0	0	0	150	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{710} = 323$. Запаси для цього елемента становлять 2250, а потреби — 150. Оскільки найменше значення — 150, його і віднімаємо: $x_{710} = \min(2250, 150) = 150$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	2300
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	2400
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	2150
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2400
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	1550
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2250 - 150 = 2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	150 - 150 = 0	15500	

Шуканий елемент має значення $c_{111} = 0$. Запаси для цього елемента становлять 2300, а потреби — 15500. Оскільки найменше значення — 2300, його і віднімаємо: $x_{111} = \min(2300, 15500) = 2300$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	2300 - 2300 = 0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	2400
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	2150
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2400
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	1550
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15500 - 2300 = 13200	

Шуканий елемент має значення $c_{211} = 0$. Запаси для цього елемента становлять 2400, а потреби — 13200. Оскільки найменше значення — 2400, його і віднімаємо: $x_{211} = \min(2400, 13200) = 2400$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	2400 - 2400 = 0
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	2150
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2400
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	1550
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13200 - 2400 = 10800	

Шуканий елемент має значення $c_{311} = 0$. Запаси для цього елемента становлять 2150, а потреби — 10800. Оскільки найменше значення — 2150, його і віднімаємо: $x_{311} = \min(2150, 10800) = 2150$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	0
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	2150 - 2150 = 0
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2400
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	1550
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10800 - 2150 = 8650	

Шуканий елемент має значення $c_{411} = 0$. Запаси для нього становлять 2400, а потреби — 8650. Оскільки найменше значення — 2400, його і віднімаємо: $x_{311} = \min(2400, 8650) = 2400$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	0
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	0
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2400 - 2400 = 0
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	1550
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8650 - 2400 = 6250	

Шуканий елемент має значення $c_{511} = 0$. Запаси для нього становлять 1550, а потреби — 6250. Оскільки найменше значення — 1550, його і віднімаємо: $x_{511} = \min(1550, 6250) = 1550$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	0
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	0
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	1550 - 1550 = 0
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6250 - 1550 = 4700	

Шуканий елемент має значення $c_{611} = 0$. Запаси для нього становлять 2600, а потреби — 4700. Оскільки найменше значення — 2600, його і віднімаємо: $x_{611} = \min(2600, 4700) = 2600$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	0
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	0
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	2600 - 2600 = 0
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4700 - 2600 = 2100	

Шуканий елемент має значення $c_{711} = 0$. Запаси для нього становлять 2100, а потреби — 4700. Оскільки найменше значення — 2100, його і віднімаємо: $x_{611} = \min(2100, 2100) = 2100$.

x	x	x	x	x	135	x	x	x	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	248	x	x	0	0
142	x	x	x	x	x	265	x	x	x	0	0
x	73	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0
x	x	x	218	146	x	x	x	184	x	0	0
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0
x	x	131	x	x	x	x	x	x	323	0	2100 - 2100 = 0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2100 - 2100 = 0	

Таблиця 2.5 - Перший опорний план

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	Зап.
A1	507	775	450	676	310	135 [300]	425	1020	560	803	0 [2300]	2600
A2	400	152	834	1030	820	804	365	248 [200]	895	874	0 [2400]	2600
A3	142 [250]	405	291	488	420	490	265 [200]	812	350	332	0 [2150]	2600
A4	188	73 [200]	618	818	740	738	317	480	681	662	0 [2400]	2600
A5	627	916	161	218 [500]	146 [400]	320	573	1166	184 [150]	375	0 [1550]	2600
A6	692	954	225	296	210	384	637	1230	271	454	0 [2600]	2600
A7	333	623	131 [350]	395	247	317	341	934	257	323 [150]	0 [2100]	2600
Потр.	250	200	350	500	400	300	200	200	150	150	15500	

У результаті побудови отримано перший опорний план, який відповідає всім вимогам допустимості. Це означає, що всі вантажі були вивезені з баз, задоволені потреби споживачів, і план відповідає усім обмеженням транспортної задачі.

Підрахуємо кількість заповнених комірок у таблиці — їх всього 17, що відповідає умові $m+n-1=17$. Це свідчить про те, що опорний план не є виродженим, тобто має правильну структуру.

Тепер можна обчислити значення цільової функції для отриманого опорного плану, яке дорівнює:

$$F(x) = 135 \cdot 300 + 0 \cdot 2300 + 248 \cdot 200 + 0 \cdot 2400 + 142 \cdot 250 + 265 \cdot 200 + \\ + 0 \cdot 2150 + 73 \cdot 200 + 0 \cdot 2400 + 218 \cdot 500 + 146 \cdot 400 + 184 \cdot 150 + 0 \cdot 1550 + \\ 0 \cdot 2600 + 131 \cdot 350 + 323 \cdot 150 + 0 \cdot 2100 = 482500.$$

Етап II. Поліпшення опорного плану

Для перевірки оптимальності отриманого опорного плану необхідно обчислити попередні потенціали u_i , v_j . Для цього ми використовуємо зайняті комірки таблиці, у яких справджується рівність $u_i + v_j = c_{ij}$. При цьому, для спрощення розрахунків, приймаємо, що $u_1 = 0$. Це дозволяє визначити значення потенціалів для інших елементів і перевірити, чи є план оптимальним.

$$u_1 + v_6 = 135; 0 + v_6 = 135; v_6 = 135$$

$$u_1 + v_{11} = 0; 0 + v_{11} = 0; v_{11} = 0$$

$$u_2 + v_{11} = 0; 0 + u_2 = 0; u_2 = 0$$

$$u_2 + v_8 = 248; 0 + v_8 = 248; v_8 = 248$$

$$u_3 + v_{11} = 0; 0 + u_3 = 0; u_3 = 0$$

$$u_3 + v_1 = 142; 0 + v_1 = 142; v_1 = 142$$

$$u_3 + v_7 = 265; 0 + v_7 = 265; v_7 = 265$$

$$u_4 + v_{11} = 0; 0 + u_4 = 0; u_4 = 0$$

$$u_4 + v_2 = 73; 0 + v_2 = 73; v_2 = 73$$

$$u_5 + v_{11} = 0; 0 + u_5 = 0; u_5 = 0$$

$$u_5 + v_4 = 218; 0 + v_4 = 218; v_4 = 218$$

$$u_5 + v_5 = 146; 0 + v_5 = 146; v_5 = 146$$

$$u_5 + v_9 = 184; 0 + v_9 = 184; v_9 = 184$$

$$u_6 + v_{11} = 0; 0 + u_6 = 0; u_6 = 0$$

$$u_7 + v_{11} = 0; 0 + u_7 = 0; u_7 = 0$$

$$u_7 + v_3 = 131; 0 + v_3 = 131; v_3 = 131$$

$$u_7 + v_{10} = 323; 0 + v_{10} = 323; v_{10} = 323$$

	$v_1=142$	$v_2=73$	$v_3=131$	$v_4=218$	$v_5=146$	$v_6=135$	$v_7=265$	$v_8=248$	$v_9=184$	$v_{10}=323$	$v_{11}=0$
$u_1=0$	507	775	450	676	310	135 [300]	425	1020	560	803	0 [2300]
$u_2=0$	400	152	834	1030	820	804	365	248 [200]	895	874	0 [2400]
$u_3=0$	142 [250]	405	291	488	420	490	265 [200]	812	350	332	0 [2150]
$u_4=0$	188	73 [200]	618	818	740	738	317	480	681	662	0 [2400]
$u_5=0$	627	916	161	218 [500]	146 [400]	320	573	1166	184 [150]	375	0 [1550]
$u_6=0$	692	954	225	296	210	384	637	1230	271	454	0 [2600]
$u_7=0$	333	623	131 [350]	395	247	317	341	934	257	323 [150]	0 [2100]

Оскільки для всіх вільних клітинок таблиці виконуються умови $u_i + v_j \leq c_{ij}$, можна стверджувати, що отриманий план є оптимальним. Це підтверджується перевіркою всіх потенціалів, що дозволяє зробити висновок про його оптимальність (див. табл. 2.6).

Значення цільової функції для цього оптимального плану становить:

$$F(x) = 135 \cdot 300 + 0 \cdot 2300 + 248 \cdot 200 + 0 \cdot 2400 + 142 \cdot 250 + 265 \cdot 200 + \\ + 0 \cdot 2150 + 73 \cdot 200 + 0 \cdot 2400 + 218 \cdot 500 + 146 \cdot 400 + 184 \cdot 150 + 0 \cdot 1550 + \\ 0 \cdot 2600 + 131 \cdot 350 + 323 \cdot 150 + 0 \cdot 2100 = 482500.$$

Таблиця 2.6 – Оптимальний план організації маршрутів

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Зап.
A1	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	2600
A2	-	-	-	-	-	-	-	200	-	-	2600
A3	250	-	-	-	-	-	200	-	-	-	2600
A4	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	2600
A5	-			500	400	-	-	-	150	-	2600
A6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2600
A7	-	-	350	-	-	-	-	-	-	150	2600
Потр.	250	200	350	500	400	300	200	200	150	150	

2.3 Аналіз та коригування отриманого плану перевезень

Згідно отриманого оптимального плану перевезень маємо такі маршрути відправки продукції до споживачів:

З головного складу в м. Одеса відправити весь обсяг вантажу до споживача у м. Миколаїв (300 т)

З Львівської філії відправити весь обсяг вантажу до споживача у м. Тернопіль (200 т)

З Київської філії відправити 250 т продукції до м. Житомир та 200 т до споживача у м. Вінниця

З Рівненської філії відправити весь обсяг вантажу до споживача у м. Луцьк (200 т)

З Дніпропетровської філії відправити 500 т продукції до м. Харків, 400 т до м. Кривий Ріг та 150 т до споживача у м. Полтава

З Черкаської філії відправити 350 т продукції до м. Кременчук та 150 т до споживача у м. Суми.

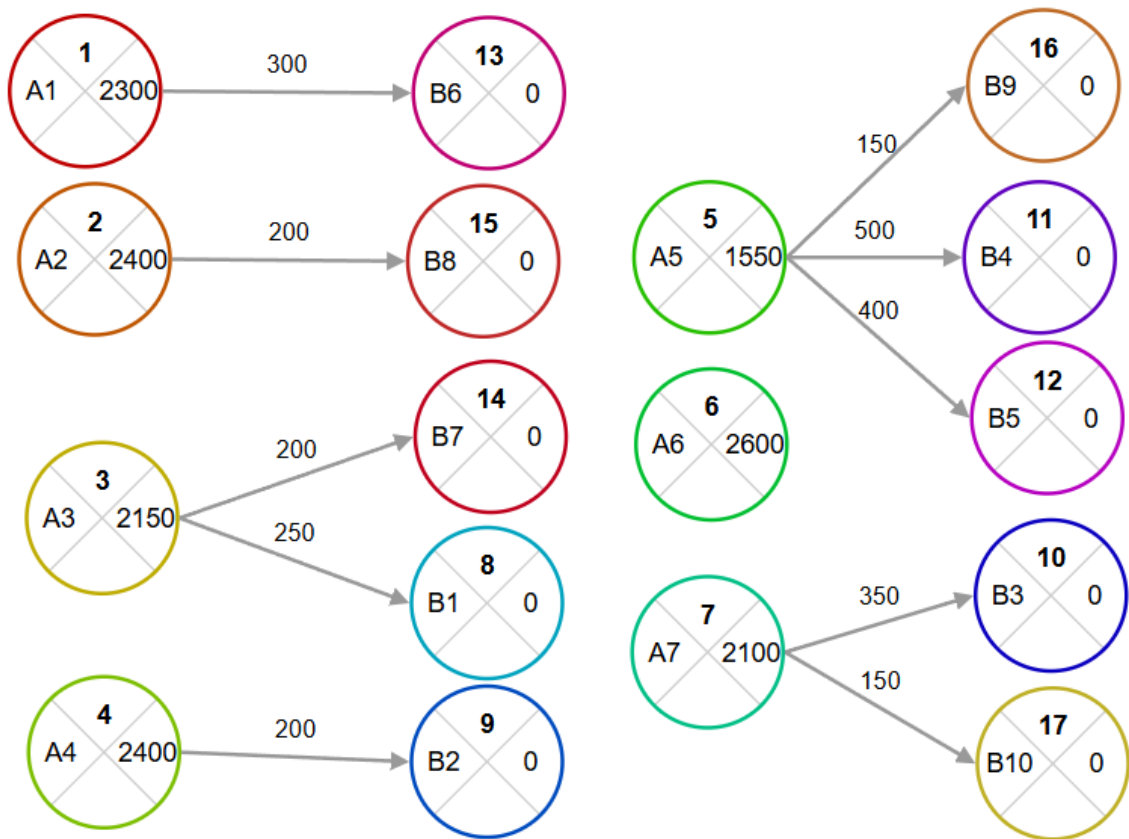


Рисунок 2.1 Граф отриманого плану перевезень

Отже, в результаті розв'язку транспортної задачі було отримано оптимальний план перевезень, згідно якого в рамках обслуговування розглядуваних споживачів відправки із Запорізької філії не є доцільними. Найбільші обсяги продукції мають відправлятися з Дніпропетровської, Київської та Чер-

каської філій. Споживачам в м. Миколаїв продукція доставлятиметься з головного складу підприємства м. Одеси.

Також спостерігаємо відправки зі Львівської та Рівненської філій. Але обсяги не дуже великі, і ці філії знаходяться в одному регіоні, тому пропонується об'єднати дані маршрути. Щоб визначити, з якої філії краще буде відправляти продукцію, визначимо величину пробігу на одну їздку (обсяг вантажу до споживачів у м. Тернопіль та м. Луцьк однаковий, а відповідно і кількість їздок).

За умови відправок з Львівської філії:

м. Одеса – м. Львів (795 км) + м. Львів – м. Тернопіль (127 км) = 922 км

м. Одеса – м. Львів (795 км) + м. Львів – м. Луцьк (152 км) = 947 км

Всього: 1869 км.

За умови відправок з Рівненської філії:

м. Одеса – м. Рівне (702 км) + м. Рівне – м. Тернопіль (153 км) = 855 км

м. Одеса – м. Рівне (702 км) + м. Рівне – м. Луцьк (73 км) = 775 км

Всього 1630 км.

Пробіг за другим маршрутом менший, тому доцільніше направити продукцію до Рівненської філії.

Таким чином для здійснення доставки до розглядуваних споживачів необхідно відправити з головного складу в м. Одеса продукцію до таких філій підприємства:

Дніпропетровська філія 1050 т

Черкаська філія 500 т

Київська філія 450 т

Рівненська філія 400 т

Споживач в м. Миколаїв буде обслуговуватися напяму з головного складу м. Одеса, що логічно через його близьке розташування.

Отже отримаємо такі маршрути:

Маршрут 1: Одеса – Миколаїв;

Маршрут 2: Одеса – Дніпро - Харків, Кривий Ріг, Полтава (рис.2.2);

Маршрут 3: Одеса – Київ – Житомир, Вінниця (рис.2.3);

Маршрут 4: Одеса – Черкаси – Кременчук, Суми (рис.2.4);

Маршрут 5: Одеса – Рівне - Тернопіль, Луцьк (рис.2.5).

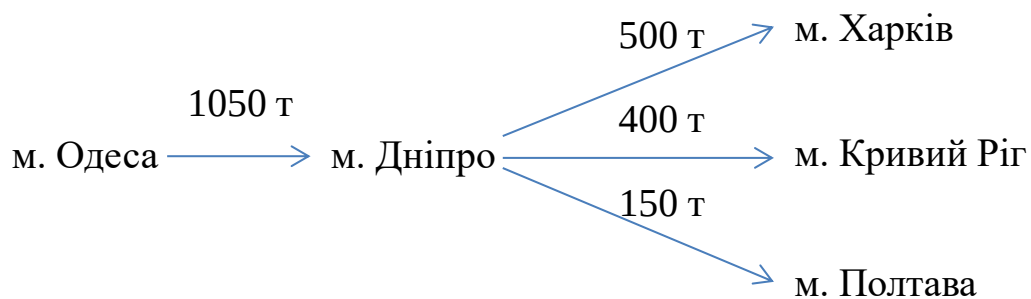


Рисунок 2.2 – Схема маршруту 2

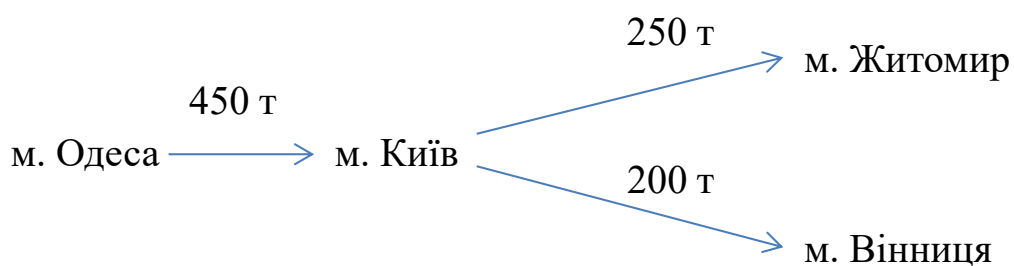


Рисунок 2.3 – Схема маршруту 3

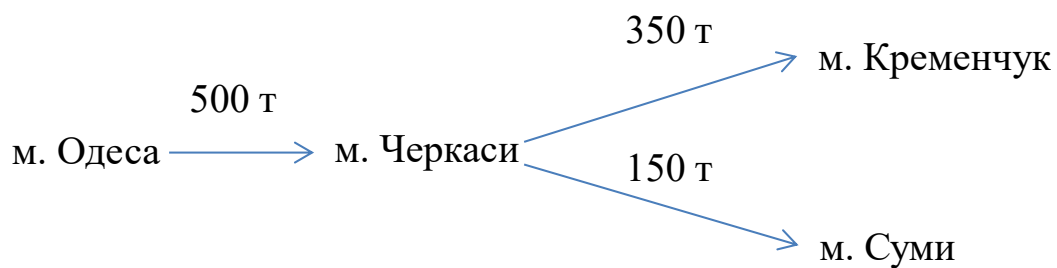


Рисунок 2.4 – Схема маршруту 4

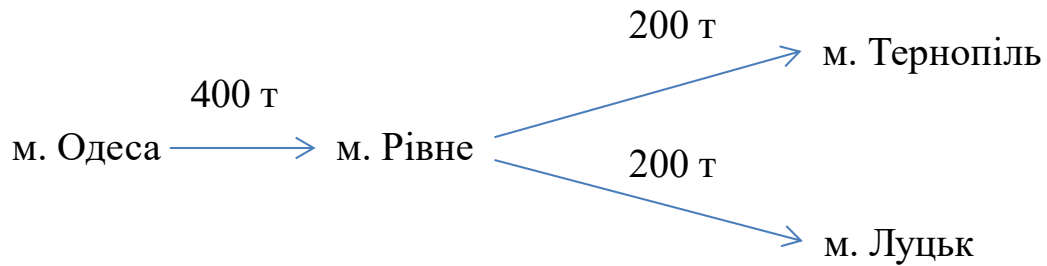


Рисунок 2.5 – Схема маршруту 5

Доставку продукції з головного складу підприємства Одескабель до його регіональних філій доцільніше здійснювати 20-тонними автомобілями.

Для розвезення продукції з регіональних філій до споживачів доцільніше залишити 5-тонні автомобілі, так як партії відправок споживачам зазвичай не перевищують 5 т.

Схематичне зображення маршрутів руху автомобілів наведено на рис. 2.6. Синіми стрілками нанесені напрямки руху 20-тонних автомобілів з головного складу до регіональних філій. Зеленими стрілками вказані напрямки руху 5-тонних автомобілів з регіональних філій Одескабель до споживачів.

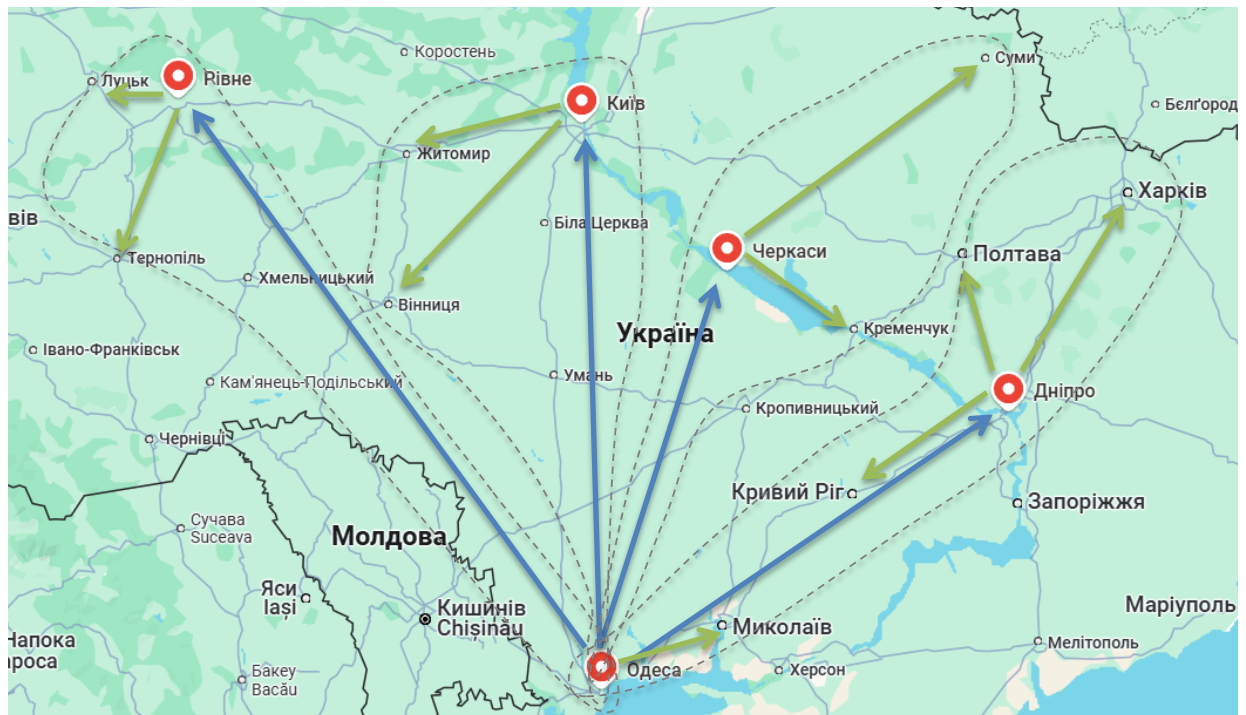


Рисунок 2.6 - Схема напрямків руху автомобілів за маршрутами

2.4 Визначення показників роботи рухомого складу на розроблених маршрутах

Наступним кроком слід визначити кількість їздок на рухомого складу на кожній ділянці маршруту [7]:

$$n_{\text{їзд}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{q_{\text{вант}}},$$

де $Q_{\text{заг}}$ – Обсяг вантажу, що перевозиться на досліджуваній ділянці маршруту, т;

$q_{\text{вант}}$ – вантажопідйомність автомобіля, що виконує перевезення на даній ділянці маршруту, т.

Для зручності всі розрахунки зводимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Розрахунок кількості їздок на маршрутах

Маршрут (до філії)	Об- сяг, т	Їздки		Маршрут (до споживача)	Об- сяг, т	Їздки 5 т
		20 т	10 т			
1	2	3	4	5	6	7
Одеса-Миколаїв	300	15				
Одеса - Дніпро	1050	52	1			
				Дніпро - Харків	500	100
				Дніпро – Кривий Ріг	400	80
				Дніпро - Полтава	150	30
Одеса - Київ	450	22	1			
				Київ – Житомир	250	50
				Київ - Вінниця	200	40

Кінець таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7
Одеса - Черкаси	500	25				
				Черкаси – Кременчук	350	70
				Черкаси - Суми	150	30
Одеса - Рівне	400	20				
				Рівне – Тернопіль	200	40
				Рівне – Луцьк	200	40

Згідно отриманих результатів маємо дві неповні їздки: одну на ділянці Одеса – Дніпро, та одну на ділянці Одеса – Київ. На ці їздки можна залучити 10-тонні автомобілі у разовому порядку.

Розрахуємо пробіг за кожним маршрутом з урахуванням зворотної їздки (всі маршрути маятникові, у зворотному напрямку передбачається завантаження попутнім вантажем шляхом пошуку замовлень на транспортних порталах).

Маршрут 1: Одеса – Миколаїв (135 км)

$$L_1^{20\text{т}} = 135 \cdot 15 \cdot 2 = 9000 \text{ км}$$

Маршрут 2:

Одеса - Дніпро (560 км):

$$L_2^{20\text{т}} = 560 \cdot 52 \cdot 2 = 58240 \text{ км.}$$

$$L_2^{10\text{т}} = 560 \cdot 1 \cdot 2 = 1120 \text{ км.}$$

Дніпро – Харків (218 км):

$$l_{21}^{5\tau} = 218 \cdot 100 \cdot 2 = 43600 \text{ км.}$$

Дніпро – Кривий Ріг (146 км):

$$l_{22}^{5\tau} = 146 \cdot 80 \cdot 2 = 23360 \text{ км.}$$

Дніпро – Полтава (184 км):

$$l_{23}^{5\tau} = 184 \cdot 30 \cdot 2 = 11040 \text{ км.}$$

Загальний пробіг автомобілів 20 т – 58240 км.

Загальний пробіг автомобілів 10 т – 1120 км.

Загальний пробіг автомобілів 5 т – 78000 км.

Маршрут 3:

Одеса - Київ (474 км):

$$L_3^{20\tau} = 474 \cdot 22 \cdot 2 = 20856 \text{ км.}$$

$$L_3^{10\tau} = 474 \cdot 1 \cdot 2 = 948 \text{ км.}$$

Київ – Житомир (142 км):

$$l_{31}^{5\tau} = 142 \cdot 50 \cdot 2 = 14200 \text{ км.}$$

Київ - Вінниця (265 км):

$$l_{32}^{5\tau} = 265 \cdot 40 \cdot 2 = 21200 \text{ км.}$$

Загальний пробіг автомобілів 20 т – 20856 км.

Загальний пробіг автомобілів 10 т – 948 км.

Загальний пробіг автомобілів 5 т – 35400 км.

Маршрут 4:

Одеса - Черкаси (444 км):

$$L_4^{20\text{т}} = 444 \cdot 25 \cdot 2 = 22200 \text{ км.}$$

Черкаси – Кременчук (131 км):

$$l_{41}^{5\text{т}} = 131 \cdot 70 \cdot 2 = 18340 \text{ км.}$$

Черкаси - Суми (323 км):

$$l_{42}^{5\text{т}} = 323 \cdot 30 \cdot 2 = 19380 \text{ км.}$$

Загальний пробіг автомобілів 20 т – 22200 км.

Загальний пробіг автомобілів 5 т – 37720 км.

Маршрут 5:

Одеса - Рівне (702 км):

$$L_5^{20\text{т}} = 702 \cdot 20 \cdot 2 = 22200 \text{ км.}$$

Рівне – Тернопіль (153 км):

$$l_{51}^{5\text{т}} = 153 \cdot 40 \cdot 2 = 12240 \text{ км.}$$

Рівне – Луцьк (73 км):

$$L_{52}^{5\text{т}} = 73 \cdot 40 \cdot 2 = 5840 \text{ км.}$$

Загальний пробіг автомобілів 20 т – 28080 км.

Загальний пробіг автомобілів 5 т – 18080 км.

Таблиця 2.8 - Пробіги рухомого складу за розробленими маршрутами

Маршрут (до філії)	Пробіг		Маршрут (до споживача)	Пробіг (5 т)
	20 т	10 т		
Одеса-Миколаїв	9000			
Одеса - Дніпро	58240	1120		
			Дніпро - Харків	43600
			Дніпро – Кривий Ріг	23360
			Дніпро - Полтава	11040
Одеса - Київ	20856	948		
			Київ – Житомир	14200
			Київ - Вінниця	21200
Одеса - Черкаси	22200			
			Черкаси – Кременчук	18340
			Черкаси - Суми	19380
Одеса - Рівне	22200			
			Рівне – Тернопіль	12240
			Рівне – Луцьк	5840

Загальні річні пробіги за кожним маршрутом з розподілом за вантажо-підйомністю рухомого складу наведені у табл. 2.9.

Загальний річний пробіг на всього рухомого складу становитиме 309644 км.

Таблиця 2.9 - Загальні пробіги за вантажопідйомністю рухомого складу

Номер маршруту	Загальний пробіг, км		
	Вантажопідйомність автомобіля		
	20 т	10 т	5 т
Маршрут 1	9000	-	-
Маршрут 2	58240	1120	78000
Маршрут 3	20856	948	35400
Маршрут 4	22200	-	37720
Маршрут 5	28080	-	18080
ВСЬОГО	138376	2068	169200

У результаті проведеного розв'язання транспортної задачі було здійснено оптимізацію маршрутів перевезень продукції з урахуванням мінімізації загального пробігу. На основі математичної моделі були визначені основні філії підприємства, з яких здійснюватиметься доставка товару споживачам. Це такі філії, як Дніпропетровська, Київська, Черкаська та Рівненська. Для перевезення продукції між філіями та споживачами було обрано оптимальні маршрути з мінімальною відстанню, що забезпечує максимальну економічну ефективність.

Водночас, для доставки продукції з головного складу в Одесі до філій було розроблено маршрути, на яких будуть використовуватися автомобілі вантажопідйомністю 20 тонн. Це дозволить значно зменшити кількість рейсів, а отже, й витрати на транспортування, оскільки на філії продукція буде доставлятися великими партіями, що зменшує витрати на пробіг між пунктами відправлення та призначення.

З філій до споживачів продукція буде доставлятися за допомогою 5-тонних автомобілів, що дає можливість задовольнити потребу в малих партіях товару при оптимізації перевезень. Результати оптимізації свідчать про зниження загального пробігу рухомого складу порівняно з існуючим варіантом.

Однак для повної оцінки економічної ефективності запропонованої моделі необхідно провести детальні економічні розрахунки, що дозволять точніше оцінити потенційні заощадження на витратах на транспортування, а також визначити вплив оптимізації на загальну фінансову ефективність підприємства.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У цьому розділі проведено детальний аналіз економічних витрат на транспортування продукції за двома варіантами організації доставки: базовим та проєктним. Базовий варіант передбачає транспортування кабельної продукції з головного складу в Одесі до споживачів на маятникових маршрутах, використовуючи 5-тонні автомобілі. У проєктному варіанті здійснено оптимізацію маршрутів за допомогою комбінованого використання 20-тонних автомобілів для доставки продукції до філій, а з філій до споживачів продукція перевозиться 5-тонними автомобілями. Основною метою розрахунків є визначення витрат на транспортування у кожному з варіантів та порівняння ефективності запропонованої оптимізації з існуючим базовим варіантом.

Зокрема, для обох варіантів будуть враховані основні витратні статті, такі як витрати на паливо, мастильні матеріали, ремонт транспортних засобів, зарплату водіїв, а також соціальні витрати та накладні витрати, які залежать від розміру загального пробігу та типу використовуваних транспортних засобів. Методика, що використовуватиметься для розрахунку наведена в [8, 9].

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунків

Показник	Базовий варіант	Проєктний варіант		
	5 т	20 т	10 т	5 т
Витрата ДТ на 100 км пробігу, л	22	33	24	22
Вартість однієї шини, грн	8000	10000	8500	8000
Кількість шин на ТЗ, од	6	12	6	6
Пробіг шин до заміни, км	100000	100000	100000	100000
Оплата праці водію за 1 км, грн	3,5	4,0	3,7	3,5

3.1 Визначення загальних витрат за базовим варіантом організації доставки продукції

В базовому варіанті організації доставки вся продукція транспортується з головного складу в Одесі до споживачів за допомогою 5-тонних автомобілів. Для початку визначаємо обсяг палива, так як багато статей витрат залежать саме від цього показника.

Обсяг дизельного палива:

$$Q_{\text{пал}}^{\text{баз}} = \frac{22}{100} \cdot 545760 = 120067,2 \text{ л.}$$

Витрати на дизельне паливо з урахуванням його вартості 55 грн/л:

$$B_{\text{пал}}^{\text{баз}} = 55 \cdot 120067,2 = 6603696 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали – 30% від вартості палива:

$$B_{\text{мм}} = 6603696 \cdot 0,3 = 1981108,8 \text{ грн.}$$

Витрати на гаражні потреби – 7% від вартості палива:

$$B_{\text{гар}} = 6603696 \cdot 0,07 = 462258,72 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автомобілів:

$$B_{\text{рем}} = 1,8 \cdot 120067,2 = 216120,96 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатаційні матеріали – 1% від вартості палива:

$$B_{експ} = 6603696 \cdot 0,01 = 66036,96 \text{ грн}$$

Кількість замін шин:

$$N_{зам}^{баз} = \frac{545760}{100000} = 5,46.$$

Вартість шин:

$$B_{шин}^{баз} = 8000 \cdot 5,46 \cdot 6 = 261964,8 \text{ грн.}$$

Витрати оплати праці водіїв:

$$B_{зн}^{баз} = 3,5 \cdot 545760 = 1910160 \text{ грн.}$$

Витрати на соціальне страхування (22% від фонду заробітної плати):

$$B_{соц}^{баз} = 1910160 \cdot 0,22 = 420235,2 \text{ грн.}$$

Накладні витрати (34% від фонду заробітної плати):

$$B_{накл}^{баз} = 1910160 \cdot 0,34 = 649454,4 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати за базовим варіантом:

$$B_{заг}^{баз} = 6603696 + 1981108,8 + 462258,72 + 216120,96 + 66036,96 + \\ + 261964,8 + 1910160 + 420235,2 + 649454,4 = 12571035,84 \text{ грн.}$$

3.2 Визначення загальних витрат за проєктним варіантом організації доставки продукції

У проєктному варіанті доставки організовані так, що великі партії продукції спочатку доставляються 20-тонними автомобілями з головного складу в Одесі до філій підприємства, що дозволяє знизити загальний пробіг і витрати на пального. Потім з філій до споживачів доставляються невеликі партії продукції за допомогою 5-тонних автомобілів. Цей варіант дозволяє знизити витрати за рахунок:

Оптимізації пробігу – великий обсяг продукції доставляється 20-тонними автомобілями на більші відстані до філій, де продукція може бути зберігана та розподілятися на більш дрібні партії для доставки до споживачів.

Зменшення кількості рейсів — використання 20-тонних автомобілів дозволяє зменшити кількість рейсів на етапі транспортування від головного складу до філій, а також дозволяє зменшити кількість необхідних автомобілів для доставки продукції до споживачів.

Ефективніше використання транспорту — використання 5-тонних автомобілів лише на останньому етапі маршруту дозволяє більш раціонально використовувати транспорт, зберігаючи низький рівень витрат для перевезень малих партій.

Загальні витрати у проєктному варіанті також враховують витрати на ремонт, мастильні матеріали, заробітну плату, а також соціальні витрати та накладні витрати. Однак завдяки комбінованому підходу з використанням 20-тонних автомобілів для перевезення між філіями та 5-тонних — для доставки до споживачів, витрати на транспортування значно знижуються.

Нижче наведені отримані значення загальних річних пробігів за кожним маршрутом для рухомого складу різної вантажопідйомності (табл. 3.2). Інші необхідні вихідні дані наведені у таблиці 3.1 цього розділу.

Таблиця 3.2 – Загальні річні пробіги рухомого складу різної вантажопі-
діймності на пропонованих маршрутах

Номер маршруту	Загальний річний пробіг рухомого складу, км		
	20 т	10 т	5т
Маршрут 1	9000	-	-
Маршрут 2	58240	1120	78000
Маршрут 3	20856	948	35400
Маршрут 4	22200	-	37720
Маршрут 5	28080	-	18080
ВСЬОГО	138376	2068	169200

Виконаємо розрахунки всіх витрат за методикою [9, 10] для кожного типу рухомого складу.

Обсяг палива:

- для 20-тонних автомобілів:

$$Q_{нал}^{np20m} = \frac{33}{100} \cdot 138376 = 45664,1 \text{ л.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$Q_{нал}^{np10m} = \frac{24}{100} \cdot 2068 = 496,32 \text{ л}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$Q_{нал}^{np5m} = \frac{22}{100} \cdot 169200 = 37224 \text{ л.}$$

Загальний річний обсяг палива:

$$Q_{нал}^{np} = 45664,1 + 496,2 + 37224 = 83384,4 \text{ л.}$$

Витрати на паливо:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{\text{пал}}^{\text{np}20\text{т}} = 55 \cdot 45664,1 = 2511524,4 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{\text{пал}}^{\text{np}10\text{т}} = 55 \cdot 496,32 = 27297,6 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{\text{пал}}^{\text{np}5\text{т}} = 55 \cdot 37224 = 2047320 \text{ грн.}$$

Загальний річний обсяг палива:

$$B_{\text{пал}}^{\text{np}} = 2511524,4 + 27297,6 + 2047320 = 4586142 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{\text{мм}}^{\text{np}20\text{т}} = 2511524,4 \cdot 0,3 = 753457,32 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{\text{мм}}^{\text{np}10\text{т}} = 27297,6 \cdot 0,3 = 8189,28 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{\text{мм}}^{\text{np}5\text{т}} = 2047320 \cdot 0,3 = 614196 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на мастильні матеріали:

$$B_{\text{мм}}^{\text{np}} = 753457,32 + 8189,28 + 614196 = 1375843 \text{ грн.}$$

Гаражні потреби:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{\text{гар}}^{\text{np}20\text{т}} = 2511524,4 \cdot 0,07 = 175806,71 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{\text{гар}}^{\text{np}10\text{т}} = 27297,6 \cdot 0,07 = 1910,83 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{\text{гар}}^{\text{np}5\text{т}} = 2047320 \cdot 0,07 = 143312,4 \text{ грн.}$$

Загальні річні гаражні потреби:

$$B_{\text{гар}}^{\text{np}} = 175806,71 + 1910,83 + 143312,4 = 321030 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт автомобілів:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{\text{рем}}^{\text{np}20\text{т}} = 1,8 \cdot 45664,08 = 82195,34 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{\text{рем}}^{\text{np}10\text{т}} = 1,8 \cdot 496,32 = 893,38 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{\text{рем}}^{\text{np}5\text{т}} = 1,8 \cdot 37224 = 67003,2 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на ремонт автомобілів:

$$B_{\text{гар}}^{\text{np}} = 82195,34 + 893,38 + 67003,2 = 150091,92 \text{ грн.}$$

Витрати на експлуатаційні матеріали:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{рем}^{np20m} = 2511524,4 \cdot 0,01 = 25115,24 \text{ грн}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{рем}^{np10m} = 27297,6 \cdot 0,01 = 272,98 \text{ грн}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{рем}^{np5m} = 2047320 \cdot 0,01 = 20473,3 \text{ грн}$$

Загальні річні витрати на експлуатаційні матеріали:

$$B_{експ}^{np} = 25115,24 + 272,98 + 20473,3 = 45861,42 \text{ грн.}$$

Кількість замін шин:

- для 20-тонних автомобілів:

$$N_{зам}^{np20m} = \frac{138376}{100000} = 1,38.$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$N_{зам}^{np10m} = \frac{2068}{100000} = 0,02.$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$N_{зам}^{np5m} = \frac{169200}{100000} = 1,69.$$

Вартість шин:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{шин}^{np20m} = 10000 \cdot 1,38 \cdot 12 = 165600 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{шин}^{np10m} = 8500 \cdot 0,02 \cdot 6 = 1020 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{шин}^{np5m} = 8000 \cdot 1,69 \cdot 6 = 81120 \text{ грн.}$$

Загальна річна вартість шин:

$$B_{шин}^{np} = 165600 + 1020 + 81120 = 247740 \text{ грн.}$$

Витрати на заробітну плату:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{зн}^{np20m} = 4,0 \cdot 138376 = 553504 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{зн}^{np10m} = 3,7 \cdot 2068 = 7651,6 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{зн}^{np5m} = 3,5 \cdot 169200 = 592200 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на заробітну плату:

$$B_{зн}^{np} = 553504 + 7651,6 + 592200 = 1153355,6 \text{ грн.}$$

Витрати на соціальне страхування:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{соц}^{np20t} = 553504 \cdot 0,22 = 121770,88 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{соц}^{np10t} = 7651,6 \cdot 0,22 = 1683,35 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{соц}^{np5t} = 592200 \cdot 0,22 = 130284 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати на соціальне страхування:

$$B_{соц}^{np} = 121770,88 + 1683,35 + 130284 = 253738,23 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

- для 20-тонних автомобілів:

$$B_{накл}^{np20t} = 553504 \cdot 0,34 = 188191,36 \text{ грн.}$$

- для 10-тонних автомобілів:

$$B_{накл}^{np10t} = 7651,6 \cdot 0,34 = 2601,54 \text{ грн.}$$

- для 5-тонних автомобілів:

$$B_{накл}^{np5t} = 592200 \cdot 0,34 = 201348 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$B_{накл}^{np} = 188191,36 + 2601,54 + 201348 = 392140,91 \text{ грн.}$$

Розрахунок загальних витрат для кожного типу рухомого складу виконано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Визначення загальних витрат за проєктним варіантом

Стаття витрат	Вантажопідйомність рухомого складу			
	20 т	10 т	5 т	УСЬОГО
Вартість палива, грн	2511524,4	27297,6	2047320	4586142
Вартість масла, грн	753457,32	8189,28	614196	1375843
Гаражні потреби, грн	175806,71	1910,83	143312,4	321029,9
Витрати на ремонт, грн	82195,34	893,38	67003,2	150091,92
Експл. матеріали, грн	25115,24	272,98	20473,2	45861,42
Вартість шин, грн	165600	1020	81120	247740
Зарплата водіїв, грн	553504	7651,6	592200	1153355,6
Соціальні витрати, грн	121770,88	1683,35	130284	253738,23
Накладні витрати, грн	188191,36	2601,54	201348	392140,9
Загальні витрати, грн	4577165,25	51520,56	3897256,8	8525943

3.3 Аналіз витрат та визначення ефективності впровадження рішень

Для оцінки економічної ефективності запропонованого варіанту організації маршрутів доставки продукції було проведено порівняння витрат між базовою та проєктною схемами перевезень.

Порівняльні розрахунки дозволяють не лише оцінити загальний економічний ефект, а й визначити, які статті витрат найбільше впливають на загальні витрати підприємства, що є ключовим для подальшої оптимізації логістичних процесів. Узагальнені результати подані у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Порівняльна таблиця загальних річних витрат

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант	Різниця
Загальний пробіг	545760	309644	236116
Обсяг палива	120067,2	83384,4	36682,8
Вартість палива	6603696	4586142	2017554
Вартість масла	1981108,8	1375843	605265,8
Гаражні потреби	462258,72	321029,9	141228,82
Витрати на ремонт	216120,96	150091,92	66029,04
Експлуатаційні матеріали	66036,96	45861,42	20175,54
Вартість шин	261964,8	247740	14224,8
Зарплата водіїв	1910160	1153355,6	756804,4
Соціальні витрати	420235,2	253738,23	166496,97
Накладні витрати	649454,4	392140,9	257313,5
Загальні витрати	12571035,84	8525943	4045092,84

Результати порівняння базового та проектного варіантів організації маршрутів доставки продукції показали значну економічну перевагу запропонованої схеми перевезень.

В проектному варіанті загальний пробіг транспортних засобів скоротився на 236116 км (на 43,3%). Це стало можливим завдяки перерозподілу маршрутів і централізованій доставці великих партій продукції з головного складу до регіональних філій.

Обсяг використаного палива знизився на 36682,8 л (на 30,5%), що призвело до зменшення витрат на паливо на 2 017 554 грн. Витрати на мастильні матеріали зменшилися на 605 266 грн (на 30,1%). Витрати на ремонт автомобілів скоротилися на 66 029 грн (на 30,5%).

Завдяки використанню 20-тонних автомобілів для доставки продукції до філій і 5-тонних автомобілів для розвезення до споживачів, витрати на зарплату водіїв зменшилися на 756 804 грн (на 39,6%), а витрати на соціальне

забезпечення скоротилися на 166 497 грн (на 39,6%). Накладні витрати знизилися на 257 313,5 грн (на 39,6%).

Таким чином при впровадженні пропонованого варіанту організації маршрутів доставки продукції підприємства Одескабель до споживачів очікується економічний ефект у розмірі 4 045 093 грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської роботи на тему «Підвищення ефективності перевезень кабельної продукції автомобільним транспортом на підприємстві "Одескабель"» проводиться аналіз потенційних небезпек, які можуть впливати на дослідників і працівників під час перевезень автомобільним транспортом. У результаті дослідження було розроблено ряд заходів для мінімізації та усунення цих небезпек.

Також проведено дослідження важкості та напруженості праці під час роботи з комп'ютером. Встановлено, що при відхиленнях параметрів навколишнього середовища від нормативних значень необхідно здійснювати доплати працівникам за шкідливі умови праці. Ці доплати були враховані при розрахунках.

У роботі також були розроблені заходи, спрямовані на усунення небезпечних факторів, що можуть виникнути в процесі перевезень.

4.1. Аналіз потенційних небезпек

На майданчиках для навантаження кабельної продукції може виникнути ситуація падіння вантажу через різницю у висотах пандусів та рівня кузова автомобіля. Це може призвести до травм як для працівників, так і для дослідника.

Під час транспортування вантажу до споживача можливі дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Це може статися через порушення водієм правил дорожнього руху, технічну несправність транспортного засобу або неадекватну поведінку водія.

При подачі автомобіля до місця навантаження заднім ходом є ризик на-

їзду на працівників, що може призвести до травм.

Перекидання та падіння вантажу з навантажувачів може статися через неправильне розташування вантажу на вилах, пошкодження тари вантажу або інші чинники.

Погане освітлення в цехах може призвести до порушень технологічного процесу навантаження, що, у свою чергу, може призвести до травм працівників.

Під час виконання навантажувальних робіт у холодний період є ризик переохолодження працівників та виникнення захворювань.

На складах є ймовірність виникнення пожежі через неналежний нагляд за електричним обладнанням, проводами, опалювальними пристроями, що призводить до перевантаження систем, утворення іскор та загоряння.

Важкість праці для працівників, що займаються вантажними операціями, зумовлена фізичними навантаженнями, а також масою вантажу, який вони піднімають і переносять. Важка праця призводить до втоми, а це, в свою чергу, збільшує ймовірність травм.

При роботі з комп'ютером для обробки статистичних даних можуть виникати шкідливі фактори санітарно-гігієнічного характеру, такі як недостатнє освітлення, порушення мікроклімату, підвищений рівень шуму тощо, що може викликати швидку втому.

У Додатку 4.А наведено заходи щодо усунення загальних небезпек та проблем виробничої санітарії та гігієни праці. Додатково проведено дослідження впливу небезпечних виробничих факторів, значення яких були виміряні в лабораторії дослідника, і результати яких представлені в Додатку Б.

У цьому підрозділі також розглянуті питання цивільного захисту.

4.2 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Для дослідницької лабораторії, оснащеної комп'ютерною технікою, було проведено оснащення відповідно до вимог пункту 5 розділу VI «Вибір типу та кількості вогнегасників», зазначених у «Правилах експлуатації та типових нормах належності вогнегасників», затверджених наказом МВС України від 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 23.02.2018 за № 225/31677. Згідно з цими вимогами для гасіння електроустановок, що перебувають під напругою, необхідно використовувати вуглекислотні вогнегасники з мінімальним об'ємом заряду вогнегасної речовини 3 кг на кожні 20 м² приміщення. Оскільки площа лабораторії не перевищує 20 м², для її забезпечення необхідним обладнанням використовується один вогнегасник типу ВВК-3,5.

Для запобігання займання ізоляційних матеріалів на складі важливо захистити електропроводку від механічних пошкоджень, використовуючи товстостінні труби відповідно до вимог ДСТУ 7237:2011 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека». Оскільки на складі є запас дерев'яних піддонів, клас пожежної небезпеки буде визначений як «А», а категорія приміщення – «Д» за пожежною безпекою. Площа складу складає 1360 м², і відповідно до норм НАПБ 03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників», для такого приміщення обрано шість порошкових вогнегасників типу ВП-8. Вогнегасники будуть розміщені на пожежному щиті біля входу в склад, а також на стінах чи колонах всередині приміщення.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проаналізовано актуальні проблеми організації перевезень кабельної продукції автомобільним транспортом на підприємстві ПАТ «Одескабель» та запропоновано практичні рішення для підвищення ефективності логістичних процесів.

Аналіз існуючої логістичної системи виявив низку недоліків, серед яких: висока вартість перевезень через малий обсяг партій, неефективне використання транспортних засобів, значні амортизаційні витрати, а також відсутність розподільних центрів у регіонах, що ускладнює обслуговування клієнтів.

Оптимізація маршрутів перевезень шляхом розробки комбінованої схеми доставки, яка передбачає централізовану доставку великих партій продукції з головного складу до філій за допомогою 20-тонних автомобілів, а також подальший розподіл продукції дрібними партіями за допомогою 5-тонних автомобілів, дозволила зменшити загальний пробіг транспортних засобів на 43%.

Економічні результати оптимізації показали зниження витрат на паливо на 30%, зменшення витрат на мастильні матеріали на 23%, а також скорочення витрат на ремонт транспортних засобів на 30%. Загалом, витрати на перевезення скоротилися на 3 366 820 грн.

Ефективне використання філій як проміжних розподільних центрів забезпечило можливість швидкого реагування на запити клієнтів, що покращує якість обслуговування та сприяє задоволенню потреб споживачів у малих партіях продукції.

Впровадження запропонованої моделі також включає зменшення навантаження на транспортний парк, скорочення витрат на заробітну плату водіїв та соціальні внески, що забезпечує загальне підвищення фінансової ефективності підприємства.

Результати роботи підтверджують доцільність впровадження запропонованих заходів, що дозволить ПАТ «Одескабель» зменшити витрати на логістику, підвищити рентабельність перевезень та забезпечити своєчасне задоволення потреб споживачів. Це є важливим кроком у зміцненні позицій підприємства на ринку кабельної продукції.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт ПАТ «Одескабель»: URL: <https://odeskabel.com/ua/>.
2. Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text>.
3. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності 7.100403 "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)". К.: Видавничий Дім "Слово", 2010. – 408 с.
4. Оліскевич М.С. Організація автомобільних перевезень. Частина 1. Вантажні перевезення / М.С. Оліксевич. - Навчальний посібник у двох частинах. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2017. - 336 с.
5. О.М. Іксанов, В.І. Шевченко Транспортна задача, її властивості та методи розв'язування (курс "Дослідження операцій"): Навчальний посібник. – К.: Наукове видавництво "ТВіМС", 2010. – 84 с.
6. Комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 275 «Транспортні технології» (частина II, розділ 1) / доц. Кузькін О. Ф., доц. Лещених О. А. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 51 с.
7. В.М. Герзель, М.М. Марчук, М.А. Фабрицький, О.П. Рижий. Організація автомобільних перевезень, дорожні умови та безпека руху. Навчальний посібник. – Рівне, 2006. – 200 с.
8. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» / Укл. Кузькін О.Ф., Харченко Т.В., Васильєва Л.О., Лебідь Г.О. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 34 с.

9. Іванілов О.С. Економіка підприємств автомобільного транспорту: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.С. Іванілов, І.А. Дмитрієв, І.Ю. Шевченко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2017. – 632 с.

10. 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,

11 26. 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)

12 27. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. [Чинний від 1998-12-10]. К. : МОЗ України, 1998. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2445>. (Державні санітарні правила та норми)

ДОДАТОК А

ЗАХОДИ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ БЕЗПЕКИ

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

Для попередження падіння вантажу з навантажувача, необхідно вантаж розміщувати по центру вил, витримувати центр ваги, не перевантажувати вантажник. Слідкувати за упаковкою вантажу на предмет пошкодження упаковки. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

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

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

Для запобігання дорожньо-транспортних пригод перед виїздом водій повинен пройти інструктаж, де його знайомлять з маршрутом пересування, особливостями руху на цьому маршруті, нагадують правила дорожнього руху. Автомобіль повинен пройти технічний огляд з відміткою в шляховому листі головним механіком. Перед виїздом водій повинен пройти медичний огляд з відміткою в листі доктора. НПАОП 0.00-1.62-12 «Правила охорони праці на автомобільному транспорті».

ДОДАТОК Б

ЗАХОДИ З ВИРОБНИЧОЇ САНІТАРІЇ ТА ГІГІЄНИ ПРАЦІ

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

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

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

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

Відповідно до додатків методичних вказівок [10], за витратами енергії, визначаємо категорію робіт для дослідника лабораторії обладнаної ПК. Умови праці, за витратами енергії, не перевищують 140 Вт та повинні відповідати легким фізичним роботам – категорії 1б.

З додатків [10], відповідно до категорії робіт 1б, розряду зорових робіт А-1 та виявлених показників умов та напруженості праці, визначаємо ГДК (ГДР) виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 4, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою».

Таблиця Б.1 – Результати оцінювання за бальною шкалою

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

Для окремих факторів і показників за методикою визначеною «Гігієнічною класифікацією праці», визначаємо розрахункові коефіцієнти $X_{визн}$ та вносять їх значення до стовпчика 5, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

- для гігієнічної оцінки мікроклімату використовуємо ТНС-індекс, додаток Б [10]. Розрахунковий коефіцієнт $X_{визн}$ при оцінці мікроклімату визначаємо в балах, за формулою 7.1:

$$X_{визн} = \frac{1 \cdot t_1 + 2 \cdot t_2 + 3 \cdot t_3 + 4 \cdot t_4}{T} \quad (Б.1)$$

$$X_{визн} = \frac{4 \cdot 8}{8} = 4.$$

- для показників важкості та напруженості праці розрахункові коефіцієнти визначаються за основними та допоміжними показниками, що є характерними для конкретного робочого місця, за формулою (Б.2) [10]:

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

$$X_{визн} = \frac{P_{вим} \cdot T \cdot K_{знач}}{8 \cdot P_{дон}} \quad (Б.2)$$

$$X_{визн} = \frac{250 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 290} = 0,75.$$

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

$$X_{визн} = \frac{63000 \cdot 7 \cdot 1,0}{8 \cdot 40000} = 1,32.$$

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

$$X_{\text{визн}} = \frac{77 \cdot 7 \cdot 1}{8 \cdot 75} = 0,9.$$

2.) Тривалість робочого дня (зміни), $K_{\text{знач}} = 0,15$:

$$X_{\text{визн}} = \frac{8 \cdot 8 \cdot 0,15}{8 \cdot 8} = 0,15.$$

Визначаємо клас та ступінь шкідливості умов праці для кожного з виявлених факторів і показників та вносимо їх значення до стовпчика 6, таблиці Б.2:

- для мікроклімату, відповідно до значення розрахункового коефіцієнта $X_{\text{визн}} = 4$, з таблиці 7.2 [10] – 3 клас, 4 ступінь (3.4);

- при оцінці освітленості робочої зони приміщення, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до $\Pi_{\text{вим}} = 450 \text{ лк}$, за додатками Г та табл. Г.1 [10] – 2 клас,

- для гігієнічної оцінки рівня шуму, клас та ступінь шкідливості умов праці визначаємо у відповідності до виміряного значення рівня шуму $\Pi_{\text{вим}} = 105 \text{ дБА}$, за додатками Д та табл. Д.1 [10] – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

- клас і ступінь важкості та напруженості праці визначаємо як суму розрахованих балів усіх показників $X_{\text{визн}}$ за формулою 7.3 [10]:

$$X_{\text{сум}} = \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{Б.3})$$

$$X_{\text{сум}} = 0,75 + 1,32 + 0,9 + 0,15 = 3,12.$$

З таблиці 7.3 [10] за значенням суми розрахованих балів показників $X_{\text{сум}} = 3,12$ – 3 клас, 3 ступінь (3.3);

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

Оскільки при гігієнічній оцінці виявлена наявність шкідливих та особливо шкідливих, важких та особливо важких умов праці, проводимо дослідження фактичного стану умов праці, з метою визначення розмірів доплат за ступені шкідливості факторів виробничого середовища та показників важкості та напруженості праці за бальною шкалою [11], та вносимо їх значення до стовпчика 7, таблиці «Результати оцінювання за бальною шкалою»:

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

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

- для оцінки впливу шуму, виходимо з того, що його рівень відповідає 3 класу, 3 ступеню умов праці та діє протягом 4 годин, тому значення X_i визначаємо за формулою 7.4 [10]:

$$X_i = X_{cm} \cdot \frac{T}{8} \quad (\text{Б.4})$$

$$X_i = 1 \cdot \frac{3 \cdot 4}{8} = 1,5.$$

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

Для визначення конкретного розміру доплати, умови праці оцінюємо по сумі значень X_i , за формулою 7.5 [10]:

$$X_{факт} = \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{Б.5})$$

$$X_{\text{факт}} = 4 + 0 + 1,5 + 3 = 8,5.$$

Розмір доплати за умовами праці визначаємо в залежності від їх фактичного стану – $X_{\text{факт}} = 8,5$, на підставі Типового положення «Про оцінку умов праці на робочих місцях і порядок застосування галузевих переліків робіт, на яких можуть установлюватися доплати робітникам за умови праці», з таблиці 7.4 [10]. Розмір доплати до тарифної ставки (окладу) – 20 %.

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

1. Умови, важкості та напруженості праці на робочому місці дослідника лабораторії, згідно результатів досліджень, належать до 3 класу, 3 ступеню (особливо важкі та особливо шкідливі умови праці), що не відповідає вимогам Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» до даного робочого місця;

2. Відповідно до класифікації умови, важкість та напруженість праці на робочому місці дослідника належать до категорії 1б, тому необхідно привести ці умови у відповідність до нормативних значень, які відповідають оптимальним параметрам для категорії 1б, а саме [12]:

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

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

- рівень шуму в робочій зоні дослідника – 60 дБА;

- загальні енергозатрати організму, до 175 Вт;

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

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

- тривалість робочого дня 6 або 7 год.

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

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

- для забезпечення нормованої освітленості приміщення - відповідає нормованим умовам;

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

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

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

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

4. Якщо, з об'єктивних причин, вищезазначені заходи неможливо виконати, необхідно забезпечити доплати до тарифної ставки (окладу) за особливо шкідливі та особливо важкі умови праці, відповідно до таблиці 7.4 [10], у розмірі 20%