

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Транспортний
(повне найменування, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

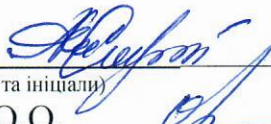
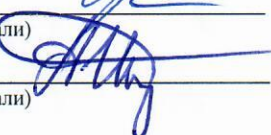
бакалавра
(ступінь вищої освіти)

на тему ОРГАНІЗАЦІЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У
МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ УКРАЇНА – НІМЕЧЧИНА

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

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

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

СЄДОВА А.О. 
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)
Керівник _____
ОСТРОГЛЯД О.О. 
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)
Рецензент _____
ЩЕРБИНА А.В. 
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

« 20 » травня 2024 року

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

СЄДОВОЇ Аліни Олександрівни

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Організація автомобільних вантажних перевезень у міжнародному сполученні Україна – Німеччина

керівник проєкту (роботи) к.т.н. ОСТРОГЛЯД Олена Олександрівна,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» травня 2024 року №248

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.2024 р.

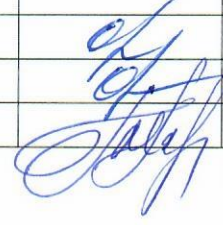
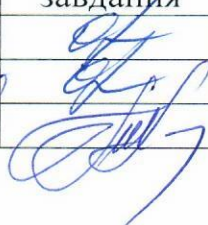
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) обсяги замовлень на відправку трубної продукції, географічне розташування одержувачів в Німеччині, відстані перевезення, тривалість вантажних та митних операцій

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина, 1.1 Характеристика компанії «Інтерпайп», 1.2 Основні вимоги до перевезення трубної продукції, 1.3 Способи навантаження, кріплення і перевезення труб, 1.4 Аналіз замовлень на перевезення та постановка завдань роботи, 2. Розрахункова частина 2.1 Розробка маршрутів доставки трубної продукції з України до Німеччини, 2.2 Розрахунок основних показників роботи рухомого складу на маршрутах, 3. Економічна частина

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

Презентація дипломної роботи

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

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

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент(ка)


(підпис)

Аліна СЄДОВА
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 56 с., 9 рис., 10 табл., 9 джерел посилань, 1 дод.

МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРУБНА ПРОДУКЦІЯ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, ЛОГІСТИКА, ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТІВ, КРІПЛЕННЯ ВАНТАЖУ, ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.

Об'єкт дослідження – процес організації міжнародних вантажних перевезень трубної продукції.

Мета роботи – організувати перевезення трубної продукції у міжнародному сполученні Україна – Німеччина автомобільним транспортом, з акцентом на оптимізацію маршрутів та зменшення витрат.

Методи дослідження – аналітичний, розрахунки на ЕОМ.

В роботі досліджується організація міжнародних вантажних перевезень трубної продукції з України до Німеччини. Наведено характеристику компанії «Інтерпайп», її структури та виробничих потужностей, а також основні вимоги до перевезення труб. Розглянуто способи навантаження та кріплення труб.

Шляхом вирішення транспортної задачі розроблено оптимальні маршрути доставки та визначено основних показників роботи рухомого складу на маршрутах. Проведено розрахунок витрат на доставку продукції за досліджуваними маршрутами, та складено квартальної калькуляції собівартості перевезень.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на дипломну роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Характеристика компанії «Інтерпайп».....	8
1.1.1 Загальні відомості та структура компанії.....	8
1.1.2 Характеристика «Інтерпайп Ніко Тьюб».....	12
1.2 Основні вимоги до перевезення трубної продукції.....	15
1.3 Способи навантаження, кріплення і перевезення труб.....	17
1.4 Аналіз замовлень на перевезення та постановка завдань роботи.....	21
2 Розрахункова частина.....	23
2.1 Розробка маршрутів доставки трубної продукції з України до Німеччини.....	23
2.2 Розрахунок основних показників роботи рухомого складу на маршрутах.....	37
3 Економічна частина.....	43
3.1 Визначення витрат на доставку продукції за досліджуваними маршрутами.....	44
3.2 Складення квартальної калькуляції собівартості перевезень за досліджуваними маршрутами.....	50
Висновки.....	52
Перелік джерел посилань.....	53
Додаток А. Характеристика трубної продукції Інтерпайп.....	54

ВСТУП

Міжнародні вантажні перевезення є важливим елементом сучасної логістичної системи, що забезпечує ефективність та надійність постачання товарів на ринках різних країн. Україна, як важливий виробник і експортер металопродукції, у тому числі трубної продукції, має значний інтерес у розвитку автомобільних вантажних перевезень з Німеччиною – одним з основних партнерів у міжнародній торгівлі.

Міжнародні вантажні перевезення відрізняються від внутрішніх перевезень численними особливостями, які вимагають спеціального підходу і уваги до деталей. Зокрема, організація перевезень трубної продукції з України до різних міст Німеччини включає в себе розгляд різних ключових питань.

Вибір оптимального маршруту та типу транспорту відіграють критичну роль у забезпеченні ефективності і вчасності доставки. Врахування дистанції, швидкості пересування транспортного засобу, а також існуючих міжнародних дорожніх і транспортних правил є невід'ємною частиною цього процесу.

Правильне оформлення митних документів є важливою умовою для подолання міжнародних кордонів. Це включає у себе правильне класифікування товарів, організацію митних декларацій та врахування специфічних митних правил України та Німеччини.

У зв'язку зі значними відстанями та можливими транспортними ризиками важливо вжити заходів для забезпечення безпеки трубної продукції під час перевезення. Це може включати використання спеціалізованого кріплення, маркування, що відповідає міжнародним стандартам безпеки та управлінських нормативів.

Оцінка витрат на міжнародні перевезення важлива для ефективного управління логістичними витратами. Це включає в себе розрахунок вартості палива, митних зборів, оплати послуг транспортних компаній та інші фінансові аспекти.

Отже, успішна організація міжнародних вантажних перевезень трубої продукції від України до Німеччини вимагає комплексного підходу, що враховує всі аспекти логістики, безпеки та економічної ефективності.

Дослідження спрямоване на вивчення ключових аспектів, що впливають на ефективність і успішність міжнародних вантажних перевезень і використання їх у практичних умовах сучасного бізнесу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика компанії «Інтерпайп»

1.1.1 Загальні відомості та структура компанії

Компанія «Інтерпайп» - українська промислова компанія, яка спеціалізується на виробництві сталевих труб та залізничних коліс. «Інтерпайп» входить до топ-10 найбільших у світі експортерів безшовних труб. Компанія є однією з провідних у своєму секторі в Україні та має значний вплив на міжнародних ринках. Заснована у 1990-х роках, «Інтерпайп» перетворилася на сучасного високотехнологічного виробника, який активно впроваджує новітні технології та стандарти якості.

Основна продукція компанії включає:

- Труби для нафтової та газової промисловості: Продукція компанії використовується у видобутку та транспортуванні нафти і газу, а також у будівництві нафто- та газопроводів.

- Труби для машинобудування та будівництва: Включають труби різних діаметрів та специфікацій, що використовуються у будівельній галузі та машинобудуванні.

- Залізничні колеса та колісні пари: "Інтерпайп" є одним з найбільших виробників залізничних коліс у світі, постачаючи свою продукцію для залізничного транспорту різних країн.

Компанія володіє сучасними виробничими потужностями, розташованими в Україні. Компанія поділена на відділи, що займаються виробництвом сталевих, трубної і залізничної продукції (рис 1.1). Ця структура дозволяє забезпечувати контроль якості на всіх етапах виробництва, починаючи від заготівлі сировини і до постачання готової продукції.

До складу «Інтерпайп» [1] входять п'ять високотехнологічних заводів, розташованих у місті Дніпро та Дніпропетровській області України.



Рисунок 1.1 - Структура Інтерпайп

"Інтерпайп НМТЗ" (Новомосковський трубний завод) є одним з ключових підприємств у складі компанії "Інтерпайп". Завод спеціалізується на виробництві широкого асортименту трубної продукції, яка використовується в нафтовій, газовій, будівельній та машинобудівній галузях. Завдяки сучасним технологіям і високому рівню автоматизації виробничих процесів, "Інтерпайп НМТЗ" забезпечує високу якість продукції та відповідає міжнародним стандартам.

"Інтерпайп Ніко Тюб" (Нікопольський трубний завод) є важливим підприємством у складі компанії "Інтерпайп". Завод спеціалізується на виробництві широкого асортименту трубної продукції, включаючи труби для будівництва, машинобудування, а також для нафтової та газової промисловості. Високий рівень автоматизації та використання передових технологій дозволяє "Інтерпайп Ніко Тюб" забезпечувати стабільну якість продукції, відповідно до міжнародних стандартів, і задовольняти потреби клієнтів на внутрішньому та зовнішніх ринках.

"Інтерпайп Втримет" є важливим підприємством у складі компанії "Інтерпайп". Воно спеціалізується на зборі та переробці металобрухту. Цей за-

вод забезпечує постачання вторинної сировини для інших виробничих потужностей компанії, сприяючи ефективному використанню ресурсів та підтримуючи екологічно чисте виробництво. Завдяки високотехнологічному обладнанню та сучасним методам переробки, "Інтерпайп Втормет" забезпечує високий рівень якості переробленого металу.

"Інтерпайп Сталь" є одним з найсучасніших електросталеплавильних комплексів у Європі. Підприємство спеціалізується на виробництві сталевих заготовки, яка використовується для виготовлення трубної та залізничної продукції. Завод оснащений передовими технологіями, що дозволяє забезпечувати високу якість продукції та мінімізувати вплив на навколишнє середовище. "Інтерпайп Сталь" відіграє ключову роль у виробничому ланцюгу компанії, забезпечуючи стабільне постачання високоякісної сировини для інших підприємств "Інтерпайп".

"Інтерпайп НТЗ" (Нижньодніпровський трубний завод) є одним з провідних підприємств компанії "Інтерпайп". Завод спеціалізується на виробництві труб для нафтової та газової промисловості, а також труб для будівельної галузі та машинобудування. Завдяки використанню сучасних технологій і суворим стандартам якості, "Інтерпайп НТЗ" забезпечує високу надійність і довговічність своєї продукції, що робить його важливим гравцем як на національному, так і на міжнародних ринках.

"Інтерпайп" активно інвестує у розвиток технологій та модернізацію своїх виробничих потужностей. Компанія впроваджує новітні технології для забезпечення високої якості продукції та підвищення ефективності виробництва. Зокрема, значні інвестиції були спрямовані на створення електросталеплавильного комплексу "Інтерпайп Сталь", який є одним з найсучасніших у Європі.

Компанія "Інтерпайп" приділяє велику увагу соціальній відповідальності та екологічній безпеці. Вона реалізує численні проекти у сфері охорони навколишнього середовища, підтримки місцевих громад та розвитку соціальної інфраструктури.

Продукція "Інтерпайп" експортується до більш ніж 80 країн світу. Основні ринки збуту включають країни Європи, Північної Америки, Близького Сходу та Азії (рис. 1.2). Компанія має широку мережу дистриб'юторів та представництв, що дозволяє ефективно забезпечувати потреби клієнтів на різних континентах.



Рисунок 1.2 – Географія структури продажів продукції Інтерпайп

Незважаючи на досягнення, компанія стикається з численними викликами, включаючи геополітичну нестабільність, коливання цін на сировину та конкуренцію на світових ринках. Проте "Інтерпайп" продовжує інвестувати в інновації, розширювати ринки збуту та зміцнювати свої позиції на міжнародній арені.

"Інтерпайп" є важливою частиною промислового сектору України, демонструючи високий рівень технологічного розвитку та якості продукції. Завдяки постійним інвестиціям у розвиток та інновації, компанія має всі передумови для подальшого зростання та зміцнення своїх позицій на світовому ринку.

1.1.2 Характеристика «Інтерпайп Ніко Тьюб»

Підприємство «Інтерпайп Ніко Тьюб» [2] спеціалізується на виготовленні безшовних труб відповідно до вітчизняних та міжнародних стандартів. Його продукція використовується у нафтопереробній, нафтохімічній, авіаційній, суднобудівній промисловості, а також у машинобудуванні, приладобудуванні, нафтогазовій та енергетичній галузях. Крім того, виробляються труби загального призначення, які застосовуються у різних інших галузях промисловості.

Асортимент продукції включає:

- Труби для нафтогазової промисловості з діаметром від 42,0 до 340,0 мм і товщиною стінки від 4,5 до 9,0 мм, включаючи насосно-компресорні з висадженими назовні кінцями та герметичні з різьбовими з'єднаннями серії UPJ, обсадні, колонкові, геологорозвідувальні та бурильні труби.
- Труби для транспортування нафти та газу з діаметром від 42,0 до 426,0 мм і товщиною стінки від 2,5 до 65,0 мм.
- Труби для машинобудування та енергетичної галузі з діаметром від 33,0 до 426,0 мм і товщиною стінки від 3,0 до 65,0 мм.
- Труби спеціального призначення, котельні труби та труби загального призначення з діаметром від 32,0 до 325,0 мм і товщиною стінки від 2,5 до 40,0 мм.

Виробничі потужності підприємства ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ [2] включають виробничі майданчики у містах Нікополь і Дніпро, де функціонують сучасні трубопрокатні агрегати з різноманітними технологіями виробництва.

У Нікополі розташовані трубопрокатні агрегати з безперервним і автоматичним станами, які виробляють труби діаметром від 32,0 до 325,0 мм з різними товщинами стінок. Також тут працює цех обробки нарізних труб, що

дозволяє виготовляти продукцію відповідно до високих стандартів якості. До складу Нікопольського виробничого майданчика входять:

- Трубопрокатний агрегат із безперервним станом для виготовлення труб з діаметром від 32,0 до 114,3 мм і товщиною стінки від 2,5 до 14,0 мм.
- Трубопрокатний агрегат з автоматичним станом для виробництва труб з діаметром від 159,0 до 325,0 мм і товщиною стінки від 6,0 до 40,0 мм.
- Цех обробки нарізних труб з діаметром від 42,0 до 146,0 мм і товщиною стінки від 4,5 до 9,0 мм.



Рисунок 1.3 – Трубопрокатні агрегати підприємства

У Дніпрі встановлені трубопрокатні агрегати з автомат-станом, пільгер-станом і станом Асселя, що забезпечує виробництво труб різних діаметрів і товщин стінок, а також дозволяє проводити різання, різблення, фаскування та інші обробні операції. Додатково, завод обладнаний сучасними лініями для гідроопресування труб, фарбування і пакування, що забезпечує готовність продукції до доставки і використання в різних галузях промисловості.

До складу Дніпровського виробничого майданчика входять:

- Трубопрокатний агрегат з автомат-станом для труб з діаметром від 73 до 178 мм.
- Трубопрокатний агрегат з пільгер-станом для труб з діаметром від 168 до 426 мм.
- Трубопрокатний агрегат зі станом Асселя для труб з діаметром від 76 до 203 мм.
- Лінії нарізки, різьблення, фаски труб і муфт, гідроопресування труб, фарбування та пакування готової продукції.

ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ розробляє і виробляє широкий асортимент трубної продукції, що знаходить застосування в різних галузях промисловості [2]:

- Обсадні труби безшовні та зварні,
- Насосно-компресорні труби,
- Лінійні труби безшовні та зварні,
- Муфти та муфтові заготовки,
- Преміальні з'єднання для нафтогазової галузі,
- Труби загального призначення,
- Профільні труби,
- Труби для машинобудування.

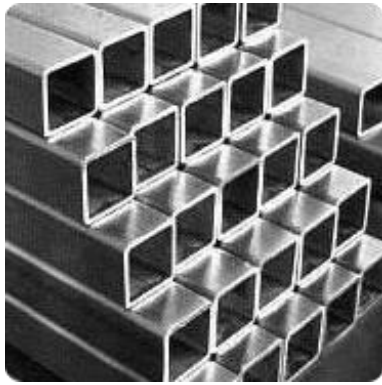


Лінійні труби



Нарізні труби

Рисунок 1.4 – Продукція підприємства



Труби загального призначення



Труби для машинобудування

Рисунок 1.5 – Продукція підприємства

Продукція відповідає найвищим стандартам якості і забезпечує надійність у будь-яких умовах експлуатації, що робить її оптимальним вибором для вимогливих завдань у будівництві, енергетиці, машинобудуванні та інших сферах виробництва.

1.2 Основні вимоги до перевезення трубної продукції

Труби різних розмірів і форм застосовуються у широкому спектрі промислових галузей і повсякденного життя людини. Вони використовуються у всіх системах комунікацій та при будівництві споруд. Потреба у їх транспортуванні виникає час від часу, і цю задачу успішно виконують досвідчені логісти та перевізники.

Під час перевезення великої уваги потребує безпека процесу та збереження металопродукату. Особливо коли йдеться про автомобільний транспорт труб, важливо дотримуватися низки правил [3]:

- Вибір транспорту, що відповідає розмірам продукції. Транспортний засіб не повинен виступати більше, ніж на 2 метри за межі заднього борту і повинен бути чітко помічений для інших водіїв.

- Кріплення повинно забезпечувати повну нерухомість. Оскільки труби мають круглу форму, вони можуть зміщувати центр ваги транспортного засобу.

- Вантаж повинен розміщуватися так, щоб не виходити за межі бічних бортів транспортного засобу.

- При перевезенні труб великого діаметра потрібен додатковий захист вантажу та транспортного засобу.

- Вироби мають бути розміщені строго поздовжньо щодо положення кузова транспортного засобу.

- Для таких перевезень обов'язкове належне маркування і оформлення необхідної документації, щоб уникнути неприємних інцидентів і забезпечити безпеку та ефективність транспортування.

Для перевезення труб великого діаметра використовуються спеціалізовані трубовози, які є невід'ємною частиною будівництва нафто- і газопроводів. Ці вантажі перевозяться на потужних тягачах з приєднаними платформами на низькій рамі, до яких може бути приєднано кілька модулів, утворюючи єдину тягову систему для руху по заданій траєкторії.

Для ефективного і безпечного транспортування труб великого діаметра встановлені певні вимоги:

- Труби фіксуються в нерухомому положенні за допомогою численних кріплень, щоб уникнути їхнього зсуву під час руху транспортного засобу.

- Труби з діаметром понад 4 метри перевозяться на довгомірних причепах.

- Кінці труб, що виступають, позначаються червоною фарбою та підсвічуються вночі для забезпечення видимості.

- Транспортний засіб рухається з невеликою швидкістю, щоб забезпечити стабільність вантажу.

- Рекомендується використовувати другорядні магістралі для маршрутування перевезень.

Для підвищення безпеки під час перевезення великогабаритних труб використовуються низькорамні трали-платформи з додатковими ребрами жорсткості, що мають П-подібну форму, відомі як коники. Ці заходи дозволяють ефективно і безпечно доставляти специфічну великогабаритну продукцію до місця призначення.

Стандартний вантажний напівпричіп призначений для перевезення прокату труб, який зазвичай збирають у великі ряди вдовж кузова. Для забезпечення надійності фіксації використовуються виїмки під труби і ребра жорсткості, а також вантажні ремені з натяжним механізмом. У гірських регіонах, де є значний нахил доріг (понад 15%), застосовують колісні транспортні засоби або тягачі на гусеничному ході. Також можуть використовуватися трактори і тракторні лебідки.

Вантажовідправник зазвичай відповідає за правильне навантаження та надійну фіксацію труб на транспортний засіб, а одержувач виконує розвантаження, зняття кріплення та остаточний демонтаж.

У випадках, коли потрібно перевозити труби різної довжини, важливо правильно розташувати їх на платформі: найдовші труби розміщуються нижче, а коротші — поверх. Для додаткової безпеки використовуються високоміцні стяжні ремені і ланцюги.

1.3 Способи навантаження, кріплення і перевезення труб

У шторному напівпричепі без бортів з шириною кузова 2,45 м, труби діаметром 1220 мм можна укласти по 3 шт. "ялинкою", використовуючи 5-6 стяжних ременів без додаткових пристосувань. Аналогічно, труби діаметром 620 мм можна також укласти по 10 штук.

У стандартному тентованому напівпричепі з висотою борту 0,6-0,7 м можливе перевезення труб діаметром до 620 мм в один ряд (4 штуки), з фік-

сацією ременями та ребрами жорсткості між трубами та бортом. Труби діаметром 1000 мм можна також перевозити, використовуючи спеціальні заготовки з виїмками під труби. Для їх фіксації достатньо 4 стяжних ременів, а такі труби можна укласти в два ряди. У випадку, коли труби малого діаметру зв'язані в пачки, їх слід вантажити не вище бортів, просто закріплюючи ременями.

Для відкритих бортових напівпричепів з кониками рекомендується перевозити труби великого діаметру (понад 0,5 м). Коники, спеціальні дерев'яні підкладки і ребра жорсткості є ідеальними для надійного закріплення труб у кузові [4].

Коники або ригелі - це металеві конструкції у вигляді перевернутої літери "П" заввишки до 2,2 м. Вони є надійними та зручними для використання. Для перевезення потрібно декілька пар коників, кількість залежить від довжини труб.

Спосіб навантаження вибирають залежно від кількості та розмірів труб. Для труб малого діаметру часто використовують ручні методи навантаження, в той час як для труб великого діаметру без підйомної техніки не обійтися. Це впливає на розрахунок вартості навантаження труб.

Навантаження труб у транспортний засіб відрізняється від більш простих операцій, таких як навантаження мінеральних добрив у мішках: у той час як мішки просто укладають штабелями, округла форма труб вимагає надійного закріплення вантажів. Труби малого діаметру перевозять у пучках або скатках, а великі необхідно стабілізувати за допомогою стяжок, тросів і клинів.

Навантаження і розвантаження труб проводяться вручну або за допомогою автонавантажувача. При великих обсягах вантажу труби розташовують шарами, обмежуючи їх до двох рядів. Нижній рівень вкладають у підкладки (довші - на дно), верхній фіксують ременями для забезпечення жорсткості. Додатково весь вантаж зміцнюється ременями зверху.

Для запобігання випаданню труб під час транспортування використовують жорсткі точки опори, такі як борти машини. Проте для сталевих труб б/в цього може бути недостатньо, тому застосовують спеціальні фіксуєчі конструкції - коники і ложементи.

Ложементи - це підкладки з м'якого дерева з виїмками, обробленими м'якими гумово-тканинними накладками. Коники ж кріпляться до несучої рами або поверх днища кузова; зустрічаються таких видів:

- нерозсувні (нагадують перевернуту букву "П");
- розсувні (складаються з двох Г-подібних елементів, укріплених в основі);
- розпашні (нагадують "роботизовану" руку);
- поворотні (збільшують стійкість вантажу при маневруванні);
- затискні (схожі на кліщі).

Перевезення труб на розпуску без жорсткого зчеплення допускається тільки для труб невеликого діаметру, оскільки вони стійко розміщуються за рахунок власної маси. Такі труби перевозять поштучно на низькорамній вантажівці з обов'язковим маркуванням.

Труби малого діаметру перевозять у "скатках" - пучках, зібраних і скріплених тросом чи ременем. Для них не потрібен спеціальний транспорт, і при довжині до 6 м вони можуть бути перевезені на бортовій вантажівці, не виходячи за її борти.

Схема навантаження труб у машину може бути [5]:

1. Ізольована схема навантаження. Укладання труб у машину передбачає використання коників, ложементів і м'яких підкладок. Підходить для доставки труб у ВУС/УС ізоляції (рис. 1.6).

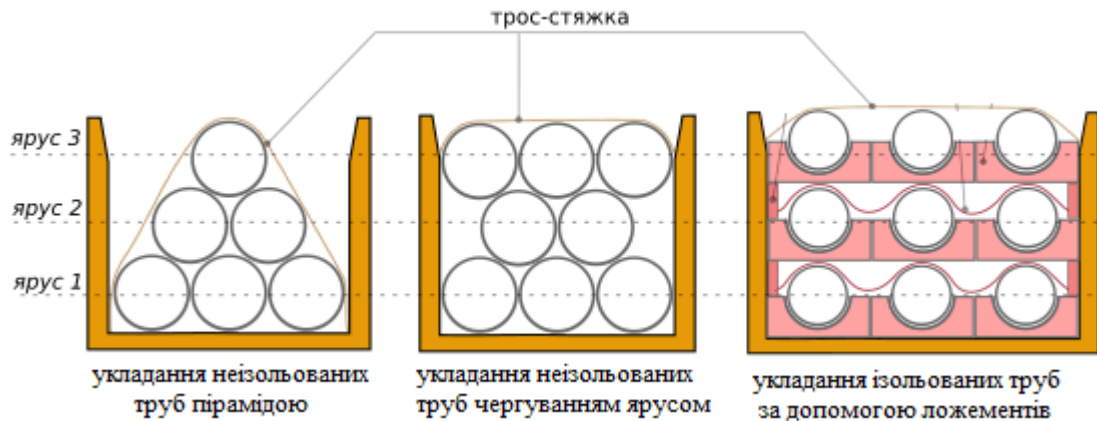


Рисунок 1.6 – Схема ізованого типу навантаження труб

Ложементи являють собою підкладки з м'яких порід дерева з дугоподібними виїмками; забезпечуються м'якими гумово-тканинними накладками.

Для надійної фіксації, з метою запобігання пошкоджень ізоляції, використовуються ложементи для труб, також це дає змогу перевозити більшу кількість труб за рейс.

2. Неізована схема навантаження. Трубні вироби укладають рядами; вони щільно примикають один до одного (рис. 1.7). Щоб не залишалося зазорів по краях, використовують ложементи або розсувні коники.

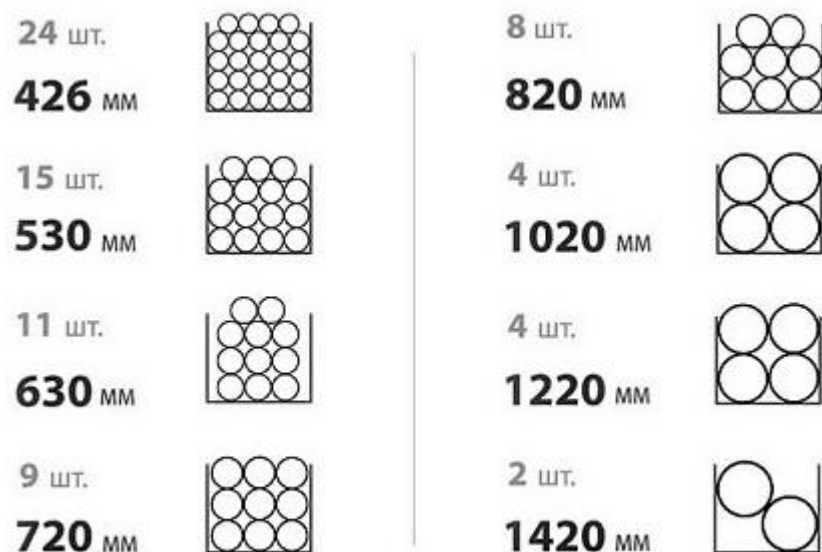


Рисунок 1.7 – Схема неізованого типу навантаження труб

Трубні вироби укладають рядами; вони щільно примикають один до одного. Щоб не залишалося зазорів по краях, використовують ложементи або розсувні коники.

Крім цього, для додаткової надійності труби фіксують страхувальними тросами або канатами зі спеціальними замками, які запобігають сповзанню. Вони рівномірно розподіляють навантаження і не дають кріпленням зламатися при трясці під час руху.

Для захисту поверхні металу або нанесеної ізоляції використовують еластичні підкладки.

Таблиця 1.1 - Норми завантаження труб в автомобіль

Діаметр труби, мм	Без коників	З кониками
1420	1	2
1220	3	4
1020	3	4
820	6	6
720	6	8
630	6	8
530	10	15
426	15	24

1.4 Аналіз замовлень на перевезення та постановка завдань роботи

Розглянемо замовлення на перевезення продукції компанії «Інтерпайп Ніко Тьюб». Заплановані обсяги виробництва продукції на експорт до Німеччини: Дніпровський виробничий майданчик - 1200 т; Нікопольський виробничий майданчик - 780 т.

Обсяги замовлень на відправку трубної продукції Інтерпайп до Німеччини на квартал (рис. 1.8):

м. Дортмунд	380 т	м. Нордхаузен	320 т
м. Дуйсбург	290 т	м. Кесфельд	180 т
м. Ессен	450 т	м. Мангейм	150 т
м. Бойха	210 т		

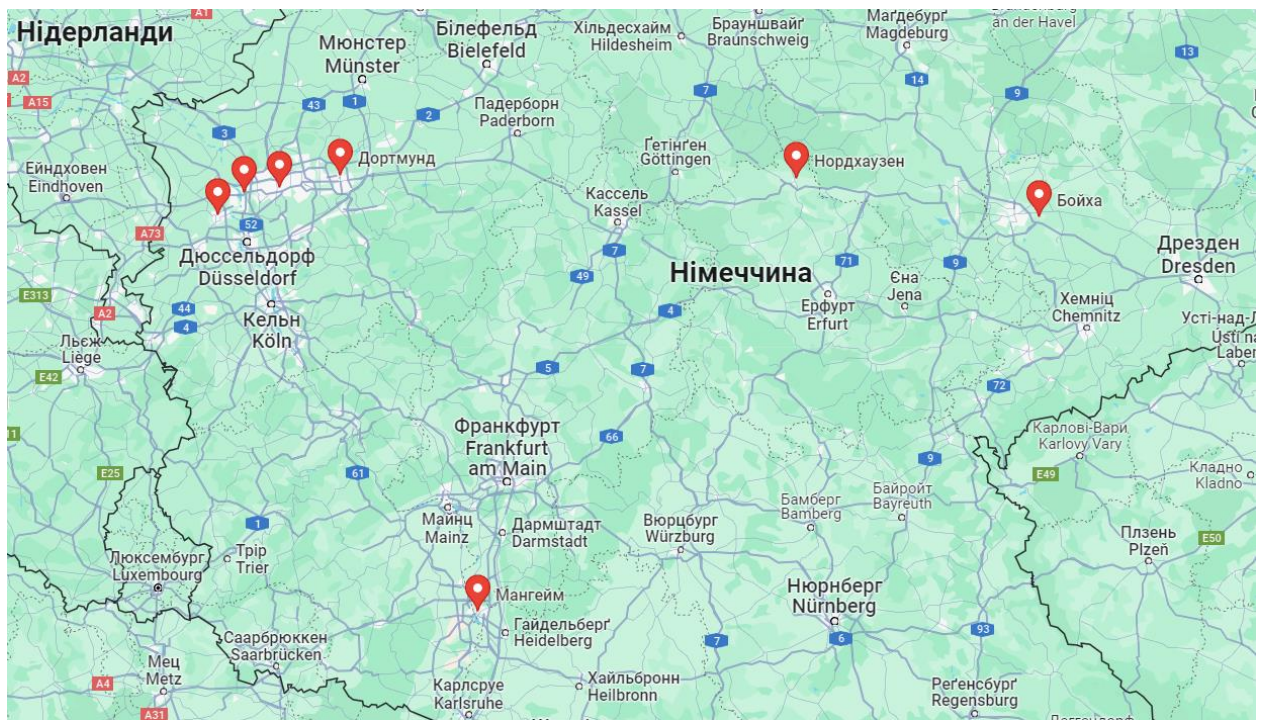


Рисунок 1.8 – Розташування одержувачів в Німеччині

Таким чином в рамках даної роботи були поставлені такі завдання:

- розробити оптимальні маршрути доставки продукції;
- розрахувати необхідну кількість їздок та тривалість обороту автомобілів на маршрутах;
- визначити необхідну кількість рухомого складу для виконання перевезення запланованого обсягу вантажу за квартал;
- скласти калькуляцію собівартості здійснення перевезень за розробленими маршрутами.

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розробка маршрутів доставки трубної продукції з України до Німеччини

В попередньому розділі були розглянуті обсяги замовлень на доставку труб компанії Інтерпайп до одержувачів в Німеччину. Для оптимального складення маршрутів скористаємося транспортною задачею [6]. Введемо такі умовні позначення для відправників та одержувачів:

Відправники: Дніпровський виробничий майданчик A1; Нікопольський виробничий майданчик A2

Одержувачі: м. Дортмунд B1; м. Дуйсбург B2; м. Ессен B3; м. Бойха B4; м. Нордхаузен B5; м. Кесфельд B6; м. Мангейм B7

Вартість доставки одиниці вантажу з кожного пункту відправлення у відповідні пункти призначення задано матрицею відстаней.

Таблиця 2.1 – Матриця відстаней

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
A1	2287	2342	2318	2067	2086	2304	2320
A2	2329	2410	1762	1857	2002	2344	2294

Перевіримо необхідну й достатню умову розв'язності задачі.

$$\sum a = 1200 + 780 = 1980$$

$$\sum b = 380 + 290 + 450 + 210 + 320 + 180 + 150 = 1980$$

Умова балансу дотримується. Запаси дорівнюють потребам. Отже, модель транспортної задачі є закритою.

Занесемо вихідні дані в розподільчу таблицю.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287	2342	2318	2067	2086	2304	2320	1200
A2	2329	2410	1762	1857	2002	2344	2294	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Етап I. Пошук першого опорного плану.

Використовуючи метод північно-західного кута, побудуємо перший опорний план транспортної задачі [7]. План починає заповнюватися з верхнього лівого кута. Шуканий елемент дорівнює $c_{11}=2287$. Для цього елемента запаси дорівнюють 1200, а потреби 380. Оскільки мінімальним є 380, то віднімаємо його.

$$x_{11} = \min(1200, 380) = 380.$$

2287	2342	2318	2067	2086	2304	2320	1200 - 380 = 820
x	2410	1762	1857	2002	2344	2294	780
380 - 380 = 0	290	450	210	320	180	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{12}=2342$. Для цього елемента запаси дорівнюють 820, потреби - 290. Оскільки мінімальним є 290, то віднімаємо його.

$$x_{12} = \min(820, 290) = 290.$$

2287	2342	2318	2067	2086	2304	2320	820 - 290 = 530
x	x	1762	1857	2002	2344	2294	780
0	290 - 290 = 0	450	210	320	180	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{13}=2318$. Для цього елемента запаси дорівнюють 530, а потреби - 450. Оскільки мінімальним є 450, то віднімаємо його

$$x_{13} = \min(530, 450) = 450.$$

2287	2342	2318	2067	2086	2304	2320	530 - 450 = 80
x	x	x	1857	2002	2344	2294	780
0	0	450 - 450 = 0	210	320	180	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{14}=2067$. Для цього елемента запаси дорівнюють 80, а потреби - 210. Оскільки мінімальним є 80, то віднімаємо його.

$$x_{14} = \min(80, 210) = 80.$$

2287	2342	2318	2067	x	x	x	80 - 80 = 0
x	x	x	1857	2002	2344	2294	780
0	0	0	210 - 80 = 130	320	180	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{24}=1857$. Для цього елемента запаси дорівнюють 780, потреби - 130. Оскільки мінімальним є 130, то віднімаємо його.

$$x_{24} = \min(780, 130) = 130.$$

2287	2342	2318	2067	x	x	x	0
x	x	x	1857	2002	2344	2294	780 - 130 = 650
0	0	0	130 - 130 = 0	320	180	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{25}=2002$. Для цього елемента запаси дорівнюють 650, потреби 320. Оскільки мінімальним є 320, то віднімаємо його.

$$x_{25} = \min(650, 320) = 320.$$

2287	2342	2318	2067	x	x	x	0
x	x	x	1857	2002	2344	2294	650 - 320 = 330
0	0	0	0	320 - 320 = 0	180	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{26}=2344$. Для цього елемента запаси дорівнюють 330, потреби - 180. Оскільки мінімальним є 180, то віднімаємо його.

$$x_{26} = \min(330, 180) = 180.$$

2287	2342	2318	2067	x	x	x	0
x	x	x	1857	2002	2344	2294	330 - 180 = 150
0	0	0	0	0	180 - 180 = 0	150	

Шуканий елемент дорівнює $c_{27}=2294$. Для цього елемента запаси дорівнюють 150, потреби 150. Оскільки мінімальним є 150, то віднімаємо його.

$$x_{27} = \min(150, 150) = 150.$$

2287	2342	2318	2067	x	x	x	0
x	x	x	1857	2002	2344	2294	150 - 150 = 0
0	0	0	0	0	0	150 - 150 = 0	

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287 [380]	2342 [290]	2318 [450]	2067 [80]	2086	2304	2320	1200
A2	2329	2410	1762	1857 [130]	2002 [320]	2344 [180]	2294 [150]	780
Пот- реби	380	290	450	210	320	180	150	

У результаті отримано перший опорний план, який є допустимим, оскільки всі вантажі з баз відправників вивезено, потреба одержувачів задоволена, а план відповідає системі обмежень транспортної задачі.

Підрахуємо число зайнятих клітинок таблиці, їх 8, а має бути $m + n - 1 = 8$. Отже, опорний план є не виродженим.

Значення цільової функції для цього опорного плану дорівнює:

$$F(x) = 2287 \cdot 380 + 2342 \cdot 290 + 2318 \cdot 450 + 2067 \cdot 80 + 1857 \cdot 130 + 2002 \cdot 320 + 2344 \cdot 180 + 2294 \cdot 150 = 4404770 \text{ ткм}$$

Етап II. Поліпшення опорного плану.

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потенціали u_i, v_j за зайнятими клітинами таблиці, у яких $u_i + v_j = c_{ij}$, ставши припущеннями, що $u_1 = 0$

$$u_1 + v_1 = 2287; 0 + v_1 = 2287; v_1 = 2287$$

$$u_1 + v_2 = 2342; 0 + v_2 = 2342; v_2 = 2342$$

$$u_1 + v_3 = 2318; 0 + v_3 = 2318; v_3 = 2318$$

$$u_1 + v_4 = 2067; 0 + v_4 = 2067; v_4 = 2067$$

$$u_2 + v_4 = 1857; 2067 + u_2 = 1857; u_2 = -210$$

$$u_2 + v_5 = 2002; -210 + v_5 = 2002; v_5 = 2212$$

$$u_2 + v_6 = 2344; -210 + v_6 = 2344; v_6 = 2554$$

$$u_2 + v_7 = 2294; -210 + v_7 = 2294; v_7 = 2504$$

	$v_1=2287$	$v_2=2342$	$v_3=2318$	$v_4=2067$	$v_5=2212$	$v_6=2554$	$v_7=2504$
$u_1=0$	2287 [380]	2342 [290]	2318 [450]	2067 [80]	2086	2304	2320
$u_2=-210$	2329	2410	1762	1857 [130]	2002 [320]	2344 [180]	2294 [150]

Опорний план не є оптимальним, тому що існують оцінки вільних клітинок, для яких $u_i + v_j > c_{ij}$

$$(1;5): 0 + 2212 > 2086; \Delta_{15} = 0 + 2212 - 2086 = 126 > 0$$

$$(1;6): 0 + 2554 > 2304; \Delta_{16} = 0 + 2554 - 2304 = 250 > 0$$

$$(1;7): 0 + 2504 > 2320; \Delta_{17} = 0 + 2504 - 2320 = 184 > 0$$

$$(2;3): -210 + 2318 > 1762; \Delta_{23} = -210 + 2318 - 1762 = 346 > 0$$

$$\max(126, 250, 184, 346) = 346$$

Вибираємо максимальну оцінку вільної клітини (2;3): 1762.

Для цього в перспективну клітину (2;3) поставимо знак "+", а в решті вершин багатокутника знаки "-", "+", "-", що чергуються.

	1	2	3	4	5	6	7	Запаси
1	2287 [380]	2342 [290]	2318 [450][-]	2067 [80][+]	2086	2304	2320	1200
2	2329	2410	1762 [+]	1857 [130][-]	2002 [320]	2344 [180]	2294 [150]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Цикл наведено в таблиці $(2,3 \rightarrow 2,4 \rightarrow 1,4 \rightarrow 1,3)$.

Із вантажів x_{ij} , що стоять у мінусових клітинках, вибираємо найменший, тобто $y = \min(2, 4) = 130$. Додаємо 130 до об'ємів вантажів, що стоять у плюсових клітинах, і віднімаємо 130 від X_{ij} , що стоять у мінусових клітинах. У результаті отримаємо новий опорний план.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287 [380]	2342 [290]	2318 [320]	2067 [210]	2086	2304	2320	1200
A2	2329	2410	1762 [130]	1857	2002 [320]	2344 [180]	2294 [150]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потенціали u_i, v_j за зайнятими клітинами таблиці, у яких $u_i + v_j = c_{ij}$, вважаючи, що $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_1 = 2287; 0 + v_1 = 2287; v_1 = 2287$$

$$u_1 + v_2 = 2342; 0 + v_2 = 2342; v_2 = 2342$$

$$u_1 + v_3 = 2318; 0 + v_3 = 2318; v_3 = 2318$$

$$u_2 + v_3 = 1762; 2318 + u_2 = 1762; u_2 = -556$$

$$u_2 + v_5 = 2002; -556 + v_5 = 2002; v_5 = 2558$$

$$u_2 + v_6 = 2344; -556 + v_6 = 2344; v_6 = 2900$$

$$u_2 + v_7 = 2294; -556 + v_7 = 2294; v_7 = 2850$$

$$u_1 + v_4 = 2067; 0 + v_4 = 2067; v_4 = 2067$$

	$v_1=2287$	$v_2=2342$	$v_3=2318$	$v_4=2067$	$v_5=2558$	$v_6=2900$	$v_7=2850$
$u_1=0$	2287 [380]	2342 [290]	2318 [320]	2067 [210]	2086	2304	2320
$u_2=-556$	2329	2410	1762 [130]	1857	2002 [320]	2344 [180]	2294 [150]

Опорний план не є оптимальним, тому що існують оцінки вільних клітинок, для яких $u_i + v_j > c_{ij}$

$$(1;5): 0 + 2558 > 2086; \Delta_{15} = 0 + 2558 - 2086 = 472 > 0$$

$$(1;6): 0 + 2900 > 2304; \Delta_{16} = 0 + 2900 - 2304 = 596 > 0$$

$$(1;7): 0 + 2850 > 2320; \Delta_{17} = 0 + 2850 - 2320 = 530 > 0$$

$$\max(472, 596, 530) = 596$$

Вибираємо максимальну оцінку вільної клітини (1;6): 2304.

Для цього в перспективну клітину (1;6) поставимо знак "+", а в інших вершинах багатокутника знаки "-", "+", "-", що чергуються.

	1	2	3	4	5	6	7	Запаси
1	2287 [380]	2342 [290]	2318 [320][-]	2067 [210]	2086	2304 [+]	2320	1200
2	2329	2410	1762 [130][+]	1857	2002 [320]	2344 [180][-]	2294 [150]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Цикл наведено в таблиці $(1,6 \rightarrow 1,3 \rightarrow 2,3 \rightarrow 2,6)$. Із вантажів x_{ij} , що стоять у мінусових клітинках, вибираємо найменший, тобто $y = \min(2, 6) = 180$. Додаємо 180 до об'ємів вантажів, що стоять у плюсових клітинах, і віднімаємо 180 від x_{ij} , що стоять у мінусових клітинах. У результаті отримаємо новий опорний план.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287 [380]	2342 [290]	2318 [140]	2067 [210]	2086	2304 [180]	2320	1200
A2	2329	2410	1762 [310]	1857	2002 [320]	2344	2294 [150]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потенціали u_i , v_j за зайнятими клітинками таблиці, у яких $u_i + v_j = c_{ij}$, вважаючи, що $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_1 = 2287; 0 + v_1 = 2287; v_1 = 2287$$

$$u_1 + v_2 = 2342; 0 + v_2 = 2342; v_2 = 2342$$

$$u_1 + v_3 = 2318; 0 + v_3 = 2318; v_3 = 2318$$

$$u_2 + v_3 = 1762; 2318 + u_2 = 1762; u_2 = -556$$

$$u_2 + v_5 = 2002; -556 + v_5 = 2002; v_5 = 2558$$

$$u_2 + v_7 = 2294; -556 + v_7 = 2294; v_7 = 2850$$

$$u_1 + v_4 = 2067; 0 + v_4 = 2067; v_4 = 2067$$

$$u_1 + v_6 = 2304; 0 + v_6 = 2304; v_6 = 2304$$

	$v_1=2287$	$v_2=2342$	$v_3=2318$	$v_4=2067$	$v_5=2558$	$v_6=2304$	$v_7=2850$
$u_1=0$	2287 [380]	2342 [290]	2318 [140]	2067 [210]	2086	2304 [180]	2320
$u_2=-556$	2329	2410	1762 [310]	1857	2002 [320]	2344	2294 [150]

Опорний план не є оптимальним, тому що існують оцінки вільних клітинок, для яких $u_i + v_j > c_{ij}$

$$(1;5): 0 + 2558 > 2086; \Delta_{15} = 0 + 2558 - 2086 = 472 > 0$$

$$(1;7): 0 + 2850 > 2320; \Delta_{17} = 0 + 2850 - 2320 = 530 > 0$$

$$\max(472, 530) = 530$$

Вибираємо максимальну оцінку вільної клітини (1;7): 2320

Для цього в перспективну клітину (1;7) поставимо знак "+", а в інших ве-шинах багатокутника знаки "-", "+", "-", що чергуються.

	1	2	3	4	5	6	7	Запаси
1	2287 [380]	2342 [290]	2318 [140][-]	2067 [210]	2086	2304 [180]	2320 [+]	1200
2	2329	2410	1762 [310][+]	1857	2002 [320]	2344	2294 [150][-]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Цикл наведено в таблиці $(1,7 \rightarrow 1,3 \rightarrow 2,3 \rightarrow 2,7)$.

Із вантажів x_{ij} , що стоять у мінусових клітинках, вибираємо найменший, тобто $y = \min(1, 3) = 140$. Додаємо 140 до об'ємів вантажів, що стоять у плюсових клітинах, і віднімаємо 140 від x_{ij} , що стоять у мінусових клітинах. У результаті отримаємо новий опорний план.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067 [210]	2086	2304 [180]	2320 [140]	1200
A2	2329	2410	1762 [450]	1857	2002 [320]	2344	2294 [10]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потенціали u_i, v_j за зайнятими клітинками таблиці, у яких $u_i + v_j = c_{ij}$, вважаючи, що $u_1 = 0$

$$u_1 + v_1 = 2287; 0 + v_1 = 2287; v_1 = 2287$$

$$u_1 + v_2 = 2342; 0 + v_2 = 2342; v_2 = 2342$$

$$u_1 + v_4 = 2067; 0 + v_4 = 2067; v_4 = 2067$$

$$u_1 + v_6 = 2304; 0 + v_6 = 2304; v_6 = 2304$$

$$u_1 + v_7 = 2320; 0 + v_7 = 2320; v_7 = 2320$$

$$u_2 + v_7 = 2294; 2320 + u_2 = 2294; u_2 = -26$$

$$u_2 + v_3 = 1762; -26 + v_3 = 1762; v_3 = 1788$$

$$u_2 + v_5 = 2002; -26 + v_5 = 2002; v_5 = 2028$$

	$v_1=2287$	$v_2=2342$	$v_3=1788$	$v_4=2067$	$v_5=2028$	$v_6=2304$	$v_7=2320$
$u_1=0$	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067 [210]	2086	2304 [180]	2320 [140]
$u_2=-26$	2329	2410	1762 [450]	1857	2002 [320]	2344	2294 [10]

Опорний план не є оптимальним, тому що існують оцінки вільних клітинок, для яких $u_i + v_j > c_{ij}$

$$(2;4): -26 + 2067 > 1857; \Delta_{24} = -26 + 2067 - 1857 = 184 > 0$$

Вибираємо максимальну оцінку вільної клітини (2;4): 1857

Для цього в перспективну клітину (2;4) поставимо знак "+", а в решті вершин багатокутника - знаки "-", "+", "-", що чергуються.

	1	2	3	4	5	6	7	Запаси
1	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067 [210][-]	2086	2304 [180]	2320 [140][+]	1200
2	2329	2410	1762 [450]	1857 [+]	2002 [320]	2344	2294 [10][-]	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Цикл наведено в таблиці $(2,4 \rightarrow 2,7 \rightarrow 1,7 \rightarrow 1,4)$.

Із вантажів x_{ij} , що стоять у мінусових клітинках, вибираємо найменший, тобто $y = \min(2, 7) = 10$. Додаємо 10 до об'ємів вантажів, що стоять у плюсових клітинах, і віднімаємо 10 від x_{ij} , що стоять у мінусових клітинах.

У результаті отримаємо новий опорний план.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067 [200]	2086	2304 [180]	2320 [150]	1200
A2	2329	2410	1762 [450]	1857 [10]	2002 [320]	2344	2294	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потенціали u_i, v_j за зайнятими клітинками таблиці, у яких $u_i + v_j = c_{ij}$, вважаючи, що $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_1 = 2287; 0 + v_1 = 2287; v_1 = 2287$$

$$u_1 + v_2 = 2342; 0 + v_2 = 2342; v_2 = 2342$$

$$u_1 + v_4 = 2067; 0 + v_4 = 2067; v_4 = 2067$$

$$u_2 + v_4 = 1857; 2067 + u_2 = 1857; u_2 = -210$$

$$u_2 + v_3 = 1762; -210 + v_3 = 1762; v_3 = 1972$$

$$u_2 + v_5 = 2002; -210 + v_5 = 2002; v_5 = 2212$$

$$u_1 + v_6 = 2304; 0 + v_6 = 2304; v_6 = 2304$$

$$u_1 + v_7 = 2320; 0 + v_7 = 2320; v_7 = 2320$$

	$v_1=2287$	$v_2=2342$	$v_3=1972$	$v_4=2067$	$v_5=2212$	$v_6=2304$	$v_7=2320$
$u_1=0$	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067 [200]	2086	2304 [180]	2320 [150]
$u_2=-210$	2329	2410	1762[450]	1857 [10]	2002[320]	2344	2294

Опорний план не є оптимальним, тому що існують оцінки вільних клітинок, для яких $u_i + v_j > c_{ij}$

$$(1;5): 0 + 2212 > 2086; \Delta_{15} = 0 + 2212 - 2086 = 126 > 0$$

Вибираємо максимальну оцінку вільної клітини (1;5): 2086.

Для цього в перспективну клітину (1;5) поставимо знак "+", а в решті ве-шин багатокутника - знаки "-", "+", "-", що чергуються.

	1	2	3	4	5	6	7	Запаси
1	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067 [200][-]	2086 [+]	2304 [180]	2320 [150]	1200
2	2329	2410	1762 [450]	1857 [10][+]	2002 [320][-]	2344	2294	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Цикл наведено в таблиці (1,5 $\rightarrow$ 1,4 $\rightarrow$ 2,4 $\rightarrow$ 2,5).

Із вантажів x_{ij} , що стоять у мінусових клітинках, вибираємо най-менший, тобто $y = \min(1, 4) = 200$. Додаємо 200 до об'ємів вантажів, що сто-ять у плюсових клітинах, і віднімаємо 200 від x_{ij} , що стоять у мінусових клі-тинах. У результаті отримаємо новий опорний план.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	Запаси
A1	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067	2086 [200]	2304 [180]	2320 [150]	1200
A2	2329	2410	1762 [450]	1857 [210]	2002 [120]	2344	2294	780
Потреби	380	290	450	210	320	180	150	

Перевіримо оптимальність опорного плану. Знайдемо попередні потен-ціали u_i, v_j за зайнятими клітинками таблиці, у яких $u_i + v_j = c_{ij}$, вважаючи, що $u_1 = 0$.

$$u_1 + v_1 = 2287; 0 + v_1 = 2287; v_1 = 2287$$

$$u_1 + v_2 = 2342; 0 + v_2 = 2342; v_2 = 2342$$

$$u_1 + v_5 = 2086; 0 + v_5 = 2086; v_5 = 2086$$

$$u_2 + v_5 = 2002; 2086 + u_2 = 2002; u_2 = -84$$

$$u_2 + v_3 = 1762; -84 + v_3 = 1762; v_3 = 1846$$

$$u_2 + v_4 = 1857; -84 + v_4 = 1857; v_4 = 1941$$

$$u_1 + v_6 = 2304; 0 + v_6 = 2304; v_6 = 2304$$

$$u_1 + v_7 = 2320; 0 + v_7 = 2320; v_7 = 2320$$

	$v_1=2287$	$v_2=2342$	$v_3=1846$	$v_4=1941$	$v_5=2086$	$v_6=2304$	$v_7=2320$
$u_1=0$	2287 [380]	2342 [290]	2318	2067	2086 [200]	2304 [180]	2320 [150]
$u_2=-84$	2329	2410	1762 [450]	1857 [210]	2002 [120]	2344	2294

Опорний план є оптимальним, бо всі оцінки вільних клітинок задовольняють умову $u_i + v_j \leq c_{ij}$.

Мінімальні витрати становитимуть:

$$F(x) = 2287 \cdot 380 + 2342 \cdot 290 + 2086 \cdot 200 + 2304 \cdot 180 + 2320 \cdot 150 + 1762 \cdot 450 + 1857 \cdot 210 + 2002 \cdot 120 = 4151270$$

Аналіз оптимального плану.

Від першого відправника, що знаходиться в м. Дніпро необхідно вантаж направити до 1-го одержувача в м. Дортмунд (380 од.), до 2-го одержувача в м. Дуйсбург (290 од.), до 5-го одержувача в м. Нордхаузен (200 од.), до 6-го одержувача в м. Кесфельд (180 од.), до 7-го одержувача в м. Мангейм (150 од.).

Від другого відправника з м. Нікополь необхідно вантаж спрямувати до 3-го одержувача в м. Ессен (450 од.), до 4-го одержувача в м. Бойха (210 од.), до 5-го в м. Нордхаузен (120 од.)

Граф оптимального плану перевезень наведений на рис.2.1.

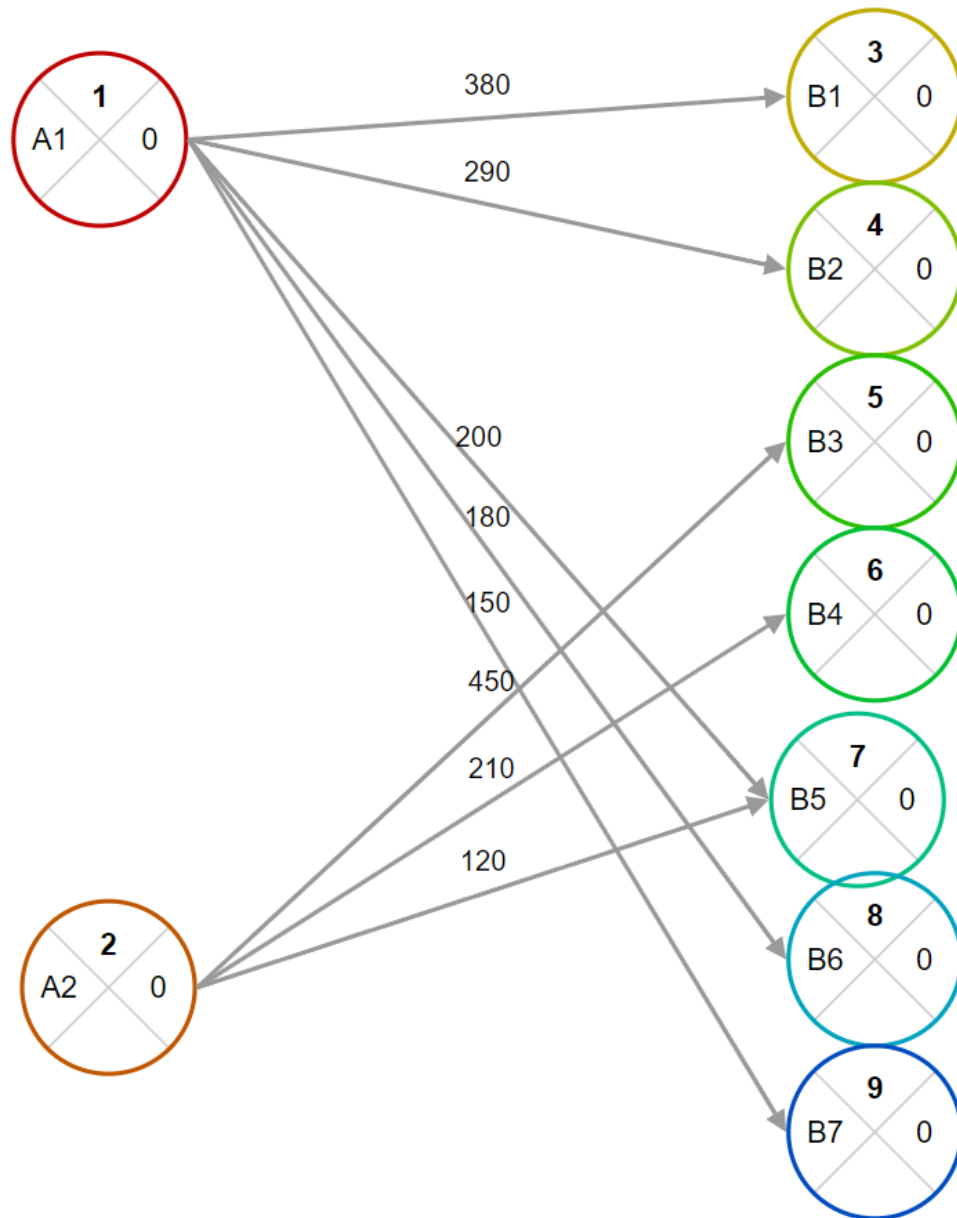


Рисунок 2.1 – Граф оптимального плану

2.2 Розрахунок основних показників роботи рухомого складу на маршрутах

Визначимо кількість їздок на кожному маршруті, які треба здійснити для перевезення всього обсягу вантажу:

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

де $Q_{\text{вант}}$ - загальний обсяг вантажу до певного одержувача, т;
 $q_{\text{факт}}$ - фактичний обсяг вантажу, що може перевезти автомобіль за їздки. Перевезення здійснюються автопоїздами вантажопідйомністю 20 т, отже приймаємо $q_{\text{факт}} = 20$ т.

Так як за деякими маршрутами було отримане неціле значення кількості їздок, пропонується такі їздки об'єднати. Отже отримаємо додаткові маршрути Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен та Нікополь - Ессен, Бойха з двома точками вивантаження. Тоді залишиться лише одна неповна їздка за маршрутом Дніпро - Мангейм, яка буде виконана з неповним завантаженням автомобіля. Результати розрахунків наведені табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Визначення кількості їздок на маршрутах

Маршрут	Обсяг вантажу, т	Розрахункова кількість їздок	Фактична кількість їздок
Дніпро - Дортмунд	380	19	19
Дніпро - Дуйсбург	290	14,5	14
Дніпро - Нордхаузен	200	22,5	22
Дніпро - Кесфельд	180	9	9
Дніпро - Мангейм	150	7,5	8
Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен			1
Нікополь - Ессен	450	22,5	22
Нікополь - Бойха	210	10,5	10
Нікополь - Нордхаузен	120	6	6
Нікополь - Ессен, Бойха			1
ВСЬОГО	2230	112,5	112

Розрахуємо пробіг на маршрутах. Величину зворотного пробігу в рамках даного дослідження враховано не буде. Так як передбачається, що у зворотному напрямку автомобілі будуть завантажуватися попутними вантажами, тобто витрати на рейси Німеччина – Україна будуть окуплені:

$$L_{\text{заг}} = l_{\text{їзд}} \cdot n_{\text{їзд}}. \quad (2.2)$$

Таблиця 2.3 - Визначення загального пробігу на маршрутах

Маршрут	Довжина їздки, км	Фактична кількість їздок	Загальний пробіг на маршруті, км
Дніпро - Дортмунд	2287	19	43453
Дніпро - Дуйсбург	2342	14	32788
Дніпро - Нордхаузен	2086	22	45892
Дніпро - Кесфельд	2304	9	20736
Дніпро - Мангейм	2320	8	18560
Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен	2395	1	2395
Нікополь - Ессен	1762	22	38764
Нікополь - Бойха	1857	10	18570
Нікополь - Нордхаузен	2002	6	12012
Нікополь - Ессен, Бойха	2324	1	2324
ВСЬОГО		112	235494

Необхідне число одиниць рухомого складу визначається наступним чином

$$N_{\text{авт}} = \frac{n_{\text{їзд}}}{K_{\text{д}}} \cdot t_{\text{об}} \quad (2.3)$$

де K_0 – період, за який планується виконати повний обсяг перевезень, в рамках даної роботи пропонується виконати план по відправленню продукції за один квартал, тобто 90 діб.

$t_{об}$ – тривалість обороту автомобіля на маршруті, діб.

$$t_{ізд} = t_{завант} + t_{рух} + t_{корд} + t_{розвант} \quad (2.4)$$

де $t_{завант}$ – час, відведений на вантажні операції та оформлення вантажу при відправленні. За нормативами цей час складає 48 год (2 доби);

$t_{рух}$ – час, що відводиться безпосередньо на рух автомобіля;

$t_{корд}$ – додатковий час на проходження кордонів, приймаємо рівним одній добі;

$t_{розвант}$ – час, відведений на вантажні операції та оформлення вантажу при отриманні одержувачем. В Німеччині митне очищення вантажу відбувається швидше ніж в Україні, приймаємо $t_{розвант}$ рівний одній добі.

Тривалість обороту транспортного засобу включатиме в себе тривалість окрім їздки за напрямком Україна – Німеччина також і час на виконання зворотного рейсу. Приймаємо, що в обох напрямках автомобілі рухаються приблизно один і той самий час. Так як зворотня їздка також передбачає такі складові як тривалість завантаження, митного оформлення, проходження кордону та вивантаження.

При визначенні тривалості руху автомобілів, оперуємося вимогами до режиму праці та відпочинку водія [8]. Згідно його вимог, в середньому при закріпленні одного водія за автомобілем, він встигає проїхати за добу близько 450 км.

Виконаємо розрахунки для першого маршруту Дніпро – Дортмунд:

$$t_{рух} = \frac{2287}{450} = 5,08 \text{ діб.}$$

$$t_{із\partial} = 2 + 5,08 + 1 + 1 = 9,08 \text{ діб.}$$

$$t_{об} = 9,08 \cdot 2 = 18,16 \text{ діб.}$$

$$N_{авт} = \frac{19}{90} \cdot 18,16 = 3,83 \text{ од.}$$

Отже за першим маршрутом слід закріпити 4 автопоїзди. Аналогічним чином проводимо розрахунки для всіх маршрутів. Результати наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Визначення тривалості обороту та кількості ТЗ на маршрутах

Маршрут	$t_{пух}$, діб	$t_{із\partial}$, діб	$t_{об}$, діб	Розрах. $N_{авт}$, од	Прийняте $N_{авт}$, од
Дніпро - Дортмунд	5,08	9,08	18,16	3,83	4
Дніпро - Дуйсбург	5,20	9,20	18,40	2,97	3
Дніпро – Нордхаузен	4,64	8,64	17,28	4,32	4
Дніпро - Кесфельд	5,12	9,12	18,24	1,82	2
Дніпро - Мангейм	5,16	9,16	18,32	1,53	2
Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен	5,32	9,32	18,64	0,21	-
Нікополь - Ессен	3,92	7,92	15,84	3,96	4
Нікополь - Бойха	4,13	8,13	16,26	1,90	2
Нікополь - Нордхаузен	4,45	8,45	16,90	1,13	1
Нікополь - Ессен, Бойха	5,16	9,16	18,32	0,20	-
ВСЬОГО					22

Таким чином були визначені основні показники роботи рухомого складу на розроблених маршрутах, що наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Основні показники роботи рухомого складу

Маршрут	Обсяг вантажу, т	Загальний пробіг на маршруті, км	Кількість їздок	Кількість РС на маршруті
Дніпро - Дортмунд	380	43453	19	4
Дніпро - Дуйсбург	280	32788	14	3
Дніпро - Нордхаузен	200	45892	22	4
Дніпро - Кесфельд	180	20736	9	2
Дніпро - Мангейм	150	18560	8	2
Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен	20	2395	1	-
Нікополь - Ессен	440	38764	22	4
Нікополь - Бойха	200	18570	10	2
Нікополь - Нордхаузен	120	12012	6	1
Нікополь - Ессен, Бойха	20	2324	1	-
ВСЬОГО	2230	235494	112	22

На маршрути Нікополь - Ессен, Бойха та Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен окремі автомобілі не призначаються, так як ці рейси будуть виконуватися одноразово і можуть виконатися рухомим складом, що закріплений за іншими рейсами.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В попередніх розділах дипломної роботи були досліджені основні напрямки відправки продукції підприємства ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ з його виробничих майданчиків, що розташовані у м.Дніпро та м.Нікополь до споживачів в Німеччині. В результаті розв'язку транспортної задачі були сформовані такі маршрути відправки продукції до Німеччини:

Відправлення з м. Дніпро:

Маршрут 1. Дніпро – Дортмунд	380 т
Маршрут 2. Дніпро – Дуйсбург	280 т
Маршрут 3. Дніпро – Нордхаузен	440 т
Маршрут 4 Дніпро – Кесфельд	180 т
Маршрут 5. Дніпро – Мангейм	150 т
Маршрут 6. Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен	20 т

Відправлення з м. Нікополь:

Маршрут 7. Нікополь - Ессен	440 т
Маршрут 8. Нікополь – Бойха	180 т
Маршрут 9. Нікополь - Нордхаузен	140 т
Маршрут 10. Нікополь - Ессен, Бойха	20 т

Загальний обсяг відправлення продукції з двох виробничих майданчиків склав 2230 т, що з урахуванням вантажопідйомності рухомого складу передбачає здійснення 112 їздок.

Згідно розрахунків, загальний пробіг за всіма маршрутами складатиме 235494 км. Для забезпечення відправлення заданого обсягу вантажу споживачам за один квартал необхідно залучити 22 автопоїзди.

3.1 Визначення витрат на доставку продукції за досліджуваними маршрутами

Значна частина витрат при здійсненні перевезення залежить від необхідної кількості палива, а відповідно від пробігу рухомого складу. В рамках даної роботи береться до уваги пробіг лише у напрямку Україна – Німеччина, так як передбачається, що при поверненні до України автомобілі будуть завантажуватися попутними замовленнями з транспортних сайтів, і ця частина обороту окупиться.

Необхідна кількість дизпалива [9]:

$$Q_{нал} = \frac{H_L}{100} \cdot L_m \quad (3.1)$$

де H_L – кількість палива, що витрачається ТЗ на 100 км згідно нормативу $H_L = 32$ л /100 км.

Вартість палива:

$$B_{нал} = C_{1л} \cdot Q_{нал} \quad (3.2)$$

де $C_{1л}$ – ціна дизельного палива за 1 л, $C_{1л} = 55$ грн.

Розмір витрат на гаражні потреби:

$$B_{gap} = 0,07 \cdot B_{нал}. \quad (3.3)$$

Розмір витрат на мастильні матеріали:

$$B_{mm} = 0,3 \cdot B_{нал} \quad (3.4)$$

Розмір витрат на ремонт РС:

$$B_{рем} = 1,8 \cdot Q_{нал} \quad (3.5)$$

Розмір витрат на експлуатаційні матеріали:

$$B_{експ} = 0,01 \cdot B_{нал} \quad (3.6)$$

Результати розрахунків за формулами (3.1) – (3.6) для окремих маршрутів наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків витрат на маршрутах

№	Пробіг, км	Обсяг палива, л	Вартість палива, грн	Гаражні витрати, грн	Маст. матер., грн	Експл. витрати, грн	Ремонт, грн
1	43453	13905	764773	53534	229432	7648	25029
2	32788	10492	577069	40395	173121	5771	18886
3	45892	14685	807699	56539	242310	8077	26434
4	20736	6636	364954	25547	109486	3650	11944
5	18560	5939	326656	22866	97997	3267	10691
6	2395	766	42152	2951	12646	422	1380
7	38764	12404	682246	47757	204674	6822	22328
8	18570	5942	326832	22878	98050	3268	10696
9	12012	3844	211411	14799	63423	2114	6919
10	2324	744	40902	2863	12271	409	1339
Σ	235494	75358	4144694	290129	1243408	41447	135645

Розрахуємо загальний розмір витрат для виконання повного обсягу перевезень за всіма маршрутами:

$$Q_{\text{нал}} = \frac{32}{100} \cdot 235494 = 75358 \text{ л}$$

$$B_{\text{нал}} = 55 \cdot 75358 = 4144694 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{зар}} = 0,07 \cdot 4144694 = 290129 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{мм}} = 4144694 \cdot 0,3 = 1243408 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{експ}} = 4144694 \cdot 0,01 = 41447 \text{ грн}$$

$$B_{\text{рем}} = 1,8 \cdot 75358 = 135645 \text{ грн.}$$

Необхідна кількість комплектів шин на квартал:

$$N_{\text{ки}} = \frac{L_{\text{м}}}{l_{\text{норм}}} \quad (3.7)$$

$l_{\text{норм}}$ – норма пробігу шин, $l_{\text{норм}} = 60000 \text{ км.}$

$$B_{\text{шин}} = N_{\text{ки}} \cdot C_{1\text{ки}} \quad (3.8)$$

де $C_{1\text{ки}}$ – вартість 1го комплекту шин, $C_{1\text{ки}} = 80000 \text{ грн.}$

Результати розрахунків за формулами (3.7) – (3.8) для окремих марш-

ругів наведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок витрат на шини

Маршрут	Пробіг, км	Кількість комплектів шин	Вартість шин, грн
Дніпро - Дортмунд	43453	$0,72 \times 2$	115874,67
Дніпро - Дуйсбург	32788	$0,55 \times 2$	87434,67
Дніпро - Нордхаузен	45892	$0,76 \times 2$	122378,67
Дніпро - Кесфельд	20736	$0,35 \times 2$	55296,00
Дніпро - Мангейм	18560	$0,31 \times 2$	49493,33
Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен	2395	$0,04 \times 2$	6386,67
Нікополь - Ессен	38764	$0,65 \times 2$	103370,67
Нікополь - Бойха	18570	$0,31 \times 2$	49520,00
Нікополь - Нордхаузен	12012	$0,20 \times 2$	32032,00
Нікополь - Ессен, Бойха	2324	$0,04 \times 2$	6197,33
УСЬОГО	235494	$3,92 \times 2$	627984,00

Загальна необхідна кількість комплектів шин на квартал:

$$N_{\text{ши}} = \frac{235494}{60000} = 3,92$$

Витрати на заміну шин для всього РС:

$$B_{\text{шин}} = 3,92 \cdot 2 \cdot 80000 = 627984 \text{ грн}$$

Окрім того здійснення перевезень у міжнародному сполученні перед-

бачають додаткові витрати.

Витрати на страхування «Зелена карта». Вартість оформлення страхування на 1 місяць для одного ТЗ складає 2500 грн. З урахуванням, що перевезення здійснюватимуться на протязі трьох місяців, вартість страхування для всього рухомого складу становитиме:

$$B_{\text{страх}} = 2500 \cdot 3 \cdot 22 = 165000 \text{ грн}$$

Витрати на оформлення декларації Т1. Заїзд на територію ЄС передбачає оформлення декларації Т1. Вартість Т1 встановлюється в залежності від розміру інвойсу. В середньому складатиме 50 євро на один рейс. Визначимо загальні витрати на оформлення Т1:

$$B_{T1} = 50 \cdot 42 \cdot 112 = 235200 \text{ грн}$$

Витрати на оплату проїзду платними дорогами. Вартість проїзду платними дорогами Німеччини для транспортних засобів класу Євро 4 та вантажопідйомністю більше 18 т становить 28,8 євроцента за один кілометр пробігу. Для визначення загальних витрат на оплату доріг розрахуємо загальний пробіг цими дорогами.

Таблиця 3.3 – Розрахунок пробігу платними дорогами

Маршрут	Кількість їздок	Пробіг по Німеччині за їздки, км	Загальний пробіг по Німеччині, км
1	2	3	4
Дніпро - Дортмунд	19	550	10450
Дніпро - Дуйсбург	14	590	8260
Дніпро - Нордхаузен	22	311	6842

Кінець таблиці 3.3

1	2	3	4
Дніпро - Кесфельд	9	552	4968
Дніпро - Мангейм	8	647	5176
Дніпро - Дуйсбург, Нордхаузен	1	642	642
Нікополь - Ессен	22	572	12584
Нікополь - Бойха	10	206	2060
Нікополь - Нордхаузен	6	350	2100
Нікополь - Ессен, Бойха	1	659	659
УСЬОГО			53741

Таким чином загальні витрати на оплату доріг складуть:

$$B_{дор} = 0,288 \cdot 42 \cdot 53741 = 650051 \text{ грн}$$

Заробітна плата водіїв за квартал [9]:

$$B_{вод} = \frac{n_{вод} \cdot C_{год} \cdot \Phi_{р.ч.} \cdot k_{пр}}{4} \quad (3.9)$$

де $k_{пр}$ – коефіцієнт преміювання, $k_{пр} = 30\%$ від часової ставки водія;

$n_{вод}$ – кількість водіїв закріплена за автомобілями - 22 особи.

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

$C_{год}$ - годинна ставка водія міжнародних перевезень, $C_{год} = 92,5$ грн.

$$B_{вод} = \frac{22 \cdot 92,5 \cdot 2080 \cdot 1,3}{4} = 1375660 \text{ грн.}$$

Розмір внеску на соціальне страхування та накладні витрати:

$$B_{\text{соц}} = 1375660 \cdot 0,22 = 302645 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{накл}} = 1375660 \cdot 0,34 = 467724 \text{ грн.}$$

3.2 Складення квартальної калькуляції собівартості перевезень за досліджуваними маршрутами

Визначивши розмір всіх статей витрат, які передбачаються для здійснення перевезень за напрямком Україна – Німеччина можемо скласти калькуляцію собівартості перевезень (табл. 3.4)

Таблиця 3.4 – Загальні витрати на здійснення перевезень

№	Стаття витрат	Сума витрат, грн
1	Витрати на паливо	4144694
2	Витрати на мастильні матеріали	1243408
3	Витрати на гаражні потреби	290129
4	Витрати на експлуатаційні матеріали	41447
5	Витрати на ремонт РС	135645
6	Витрати на заміну шин	627984
7	Витрати на зарплату водіїв	1375660
8	Витрати на соціальне страхування	302645
9	Накладні витрати	467724
10	Страхування «Зелена карта»	165000
11	Витрати на декларування Т1	235200
12	Витрати на оплату доріг	650051
УСЬОГО		9679588

Визначимо собівартість одного кілометра пробігу за формулою:

$$C_{1\text{км}} = \frac{B_{\text{заг}}}{L_{\text{заг}}}. \quad (3.10)$$

де $B_{\text{заг}}$ – загальні витрати на здійснення перевезень, грн;

$L_{\text{заг}}$ – загальний пробіг на маршрутах, км

$$C_{1\text{км}} = \frac{9679588}{235494} = 41,1 \text{ грн/км.}$$

Отже, загальні витрати на виконання перевезень продукції компанії ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ до Німеччини згідно замовлень на квартал складуть 9679588 грн. Собівартість одного кілометра пробігу становитиме 41,1 грн/км.

ВИСНОВКИ

Метою дипломної роботи було організувати перевезення трубної продукції у міжнародному сполученні Україна – Німеччина автомобільним транспортом.

У першій частині дипломної роботи наведено характеристику виробника трубної продукції – компанії Інтерпайп, досліджено його структуру та виробничі потужності. Розглянуто основні вимоги до перевезення труб, а також способи їх навантаження та кріплення. Були проаналізовані наявні замовлення на доставку продукції компанії до різних міст Німеччини.

У другому розділі шляхом розв’язання транспортної задачі було розроблено оптимальні маршрути перевезень труб з України до Німеччини. Були визначені основні показники роботи рухомого складу на маршрутах. Загальний обсяг перевезень з двох виробничих майданчиків підприємства склав 2230 тонн, що при урахуванні вантажопідйомності транспортних засобів передбачає здійснення 112 поїздок. Загальний пробіг на маршрутах становить 235494 кілометри. Для доставки цього обсягу вантажу споживачам протягом одного кварталу потрібно задіяти 22 автопоїзди.

У останньому розділі роботи були розраховані витрати, які передбачаються на виконання перевезень згідно розроблених маршрутів. Встановлено розмір загальних витрат на квартал – 9679588 грн. Собівартість одного кілометру пробігу становитиме 41,1 грн/км.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Компанія «Інтерпайп». Офіційний сайт. URL: <https://interpipe.biz/>
2. Компанія «Інтерпайп Ніко Тюб». Офіційний сайт. URL: <https://nikotube.interpipe.biz/>
3. Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://www.zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0128-98#Text>.
4. 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.
5. 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
6. О.М. Іксанов, В.І. Шевченко Транспортна задача, її властивості та методи розв'язування (курс "Дослідження операцій"): Навчальний посібник. – К.: Наукове видавництво "ТВіМС", 2010. – 84с.
7. 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. Лашених О. А. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 51 с.
8. Про затвердження Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0811-10#Text>.
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.

ДОДАТОК А

ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБНОЇ ПРОДУКЦІЇ ІНТЕРПАЙП

Нарізні труби ІНТЕРПАЙП виготовляє широкий сортамент трубної продукції для нафтогазової галузі. Продуктовий ряд ІНТЕРПАЙП включає наступні нарізні труби:

- безшовні та зварні обсадні труби;
- безшовні насосно-компресорні труби;
- муфти та муфтові заготовки.

Лінійні труби. ІНТЕРПАЙП виробляє зварні та безшовні лінійні труби для прокладання водо, нафто та газопроводів відповідно до вимог міжнародних стандартів API 5L, EN 10208, ГОСТ та інші.

Таблиця А 1 - Безшовні лінійні труби ІНТЕРПАЙП

Стандарт	Мін. діаметр, мм	Макс. діаметр, мм	Мін. товщина стінки, мм	Макс. товщина стінки, мм
API 5L/ ISO 3183	33,4	323,8	3,38	23,83
EN 10208-1, 2	33,7	323,9	3,6	22,2

Таблиця А 2 - Зварні лінійні труби ІНТЕРПАЙП

Стандарт	Мін. діаметр, мм	Макс. діаметр, мм	Мін. товщина стінки, мм	Макс. товщина стінки, мм
API 5L/ ISO 3183	219,1	508	4,78	10,31
EN 10208	219,1	508	4,5	10

Труби загального призначення. ІНТЕРПАЙП виготовляє зварні та безшовні труби з вуглецевих марок сталі для всіх галузей застосування. Продуктовий ряд труб загального призначення ІНТЕРПАЙП включає:

- безшовні труби загального призначення;
- зварні труби загального призначення;
- профільні труби з квадратним та прямокутним перетином.

ІНТЕРПАЙП виготовляє безшовні труби з діаметром від 42,4 до 377 мм, а сортамент зварних труб представлений порожнистими профілями в розмірах від 20x20 мм до 100x80 мм, а також зварними лінійними трубами діаметрами від 219,1 мм до 530 мм.

Трубна продукція ІНТЕРПАЙП використовується для будівництва та спорудження металоконструкцій, для конструювання трубопроводів, систем пожежогасіння та охолодження, а також виготовлення деталей машин та механізмів.

Трубна продукція для машинобудування. ІНТЕРПАЙП виготовляє зварні та безшовні труби з вуглецевих марок сталі для машинобудівної промисловості. Якість трубної продукції ІНТЕРПАЙП для машинобудування підтверджено сертифікатами за міжнародними стандартами: EN 10210, EN 10297, EN 10294, EN 10220, DIN 1629, DIN 1630, ASTM A 519, ГОСТ 83, ГОСТ 87 10305, DIN 2391 та іншими.

Таблиця А 3 – Прецизійні труби (для гідравлічних циліндрів)

Стандарт	Мін. Внутрішній діаметр, мм	Макс. Внутрішній діаметр, мм	Мін. товщина стінки, мм	Макс. товщина стінки, мм
EN 10305 - 1	50,0	125,0	5,0	15,0
DIN 2391 – 1,2	50,0	125,0	5,0	15,0

Таблиця А 4 – Труби для машинобудування

Стандарт	Мін. діаметр, мм	Макс. діаметр, мм	Мін. товщина стінки, мм	Макс. товщин а стінки, мм
EN 10297 / (холодно- деформовані)	33,7	82,2	3,6	16,0
EN 10297 (горяче- деформовані)	33,7	368,0	3,2	65,0
EN 10294- 1 (холодно- деформовані)	33,7	82,2	3,6	16,0
EN 10294-1 (горяче- деформовані)	82,5	203,0	7,0	50,0
EN 10210-1,2	33,7	368,0	3,2	60,0
EN 10220 / DIN 1629	33,7	355,6	3,2	60,0
EN 10220 / DIN 1630	33,7	355,6	3,2	60,0
ASTM A 519	82,5	203,0	7,0	50,0
ГОСТ 8731 / ГОСТ 8732	32,0	377,0	3,0	70,0
ГОСТ 23270-89	32,0	377,0	3,0	70,0
ГОСТ 8733 / ГОСТ 8734	32,0	80,0	3,5	16,0

Таблиця А 5 – Підшипникові труби

Стандарт	Мін. діаметр, мм	Макс. діаметр, мм	Мін. товщина стінки, мм	Макс. товщин а стінки, мм
ГОСТ 800-78 (горячедеформировані)	82,1 - 90,0	170,1-180,0	8,00 – 9,0	23,10 – 25,0
ГОСТ 800-78 (холодно- деформировані)	34,1 – 40,0	80,1 – 83,0	3,6 – 5,0	13,1 – 15,0