

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної
та транспортної інфраструктури

Кафедра транспортних систем і логістики

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему **Організація транспортування сталевих продуктів
від виробника Metinvest (Україна) до німецької
компанії NaheStahlbau GmbH (Німеччина)**

Виконав: студент 3 курсу, групи ТТ 2023-1у
спеціальності 275 – «Транспортні технології
(за видами)»

Новіков В.В.

Керівник Давідів Ю.О.

Рецензент Воронько В.В.

Харків 2026 року

**Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова**

Факультет Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної та транспортної інфраструктури

Кафедра Транспортних систем і логістики

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр

Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
(тип та назва)

Освітньо-професійна програма Транспортні технології (міський транспорт)
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

проф. Куш Є.І.

“ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Новікову Владиславу Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Організація транспортування сталевих продуктів від виробника Metinvest (Україна) до німецької компанії Nabe Stahlbau GmbH (Німеччина)

керівник проекту (роботи) Давідіч Ю.О., д.т.н., професор

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

затверджені наказом вишого навчального закладу від “22” 05 2026р. №440-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15.06.2026

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Характеристики системи вантажних перевезень підприємства, яке досліджується.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Поглиблений аналіз основних методів оптимізації маршрутів перевезення вантажів. Проектування процесу перевезень вантажів на маршруті Україна - Німеччина. Підвищення безпеки руху продукції на маршруті за допомогою програмного забезпечення «LISA+». Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Основні положення і результати роботи представлені у електронному вигляді з використанням офісного пакету Power Point

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перевірка роботи на наявність ознак академічного плагіату	Інженер каф. ТСД Полмахов І.О.		

7. Дата видачі завдання 06.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Поглиблений аналіз основних методів оптимізації маршрутів перевезення вантажів	03.05-20.05	
2	Проектування процесу перевезень вантажів на маршруті	21.05-04.06	
3	Забезпечення безпеки під час перевезення сталевих продукції	05.06-09.06	
4	Висновки	10.06-12.06	
5	Оформлення пояснювальної записки	13.06-15.06	

Студент

Новіков В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Давідич Ю.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 50 аркушів, 13 рисунків, 9 таблиць, 4 джерела.

Об'єкт дослідження: процес міжнародного перевезення сталевих продукцій.

Мета роботи: дослідження організації міжнародного перевезення вантажу.

Метод дослідження: аналітичний.

Отримані результати: оптимальний міжнародний автомобільний маршрут для організації вантажного перевезення сталевих продукцій та забезпечення його безпеки за допомогою програмного забезпечення Lisa +.

Рекомендації з впровадження: розробки можуть бути використані при удосконаленні функціонування вантажних міжнародних перевезень у напрямку

Україна-Німеччина

МОДЕЛЮВАННЯ, LISA +, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕННЯ,

ВИТРАТИ, ПРОБІГ НА МАРШРУТІ, ЧАС НА МАРШРУТІ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1 ПОГЛИБЛЕНИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	7
1.1 Аналіз основних підходів до оптимізації процесу транспортнування вантажів.....	7
1.2 Характеристика перевезення сталі з України до Німеччини.....	8
1.3 Загальні висновки по розділу.....	9
Розділ 2 ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА МАРШРУТІ УКРАЇНА НІМЕЧЧИНА.....	11
2.1 Правила перевезення.....	11
2.2 Розрахунок показників роботи автомобілів на маршруті.....	14
2.3 Рационалізація місць заправки.....	26
2.4 Розрахунок страхового запасу.....	29
2.5 Розробка змінно-добового завдання.....	33
2.6 Загальні висновки по розділу.....	35
Розділ 3 ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПРОДУКЦІЇ НА МАРШРУТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ «LISA+».....	41
3.1 Заповнення розділу «Базові данні».....	41
3.2 Заповнення розділу «Планування».....	42
3.3 Оцінка якості схеми ОДР.....	47
3.4 Загальні висновки по розділу.....	48
ВИСНОВКИ.....	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	50

					ІННІТІ ТСП ТТ 2023-1у ТТ ХХХ...Х-ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Новіков В.В.			Літера	Аркуші	Аркуші
Перевір.		Давидів Ю.О.			а	б	в
Н. контр.		Бурко Л.І.			Пояснювальна записка		
Затв.		Кли С.І.			ХНУМГ		

ВСТУП

В умовах постійно зростаючої конкуренції на ринку транспортних послуг, ефективне планування та організація процесу перевезення вантажів набувають особливої важливості. Одним із ключових аспектів оптимізації цього процесу є забезпечення безпеки, економічної доцільності та своєчасності доставки вантажів, що залежить від багатьох факторів: вибору найбільш ефективних маршрутів, підготовки вантажів до транспортування, прогнозування обсягів перевезень та організації дорожнього руху.

В роботі буде розглянуто методи оцінки параметрів технологічного процесу перевезення, а також запропоновано рекомендації щодо вдосконалення технологій перевезень на конкретних маршрутах, з урахуванням усіх необхідних умов для безпечної та ефективної доставки вантажів. Важливою частиною дослідження є також організація дорожнього руху на перехрестях маршрутів, що дозволить зменшити ризики затримок і аварійних ситуацій.

Таким чином, результати цього дослідження можуть бути корисними для удосконалення існуючих транспортних маршрутів і покращення організації процесу перевезення вантажів у загальному контексті.

РОЗДІЛ I

ПОГЛИБЛЕНИЙ АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

1.1 Аналіз основних підходів до оптимізації процесу транспортування вантажів

В умовах зростаючої конкуренції та необхідності оптимізації транспортних витрат, питання підвищення ефективності маршрутів перевезення вантажів стало одним з основних напрямків у галузі транспорту та логістики. У результаті численних досліджень було запропоновано кілька підходів і методів, які дозволяють не лише знижувати витрати на транспортування, а й підвищувати швидкість та надійність доставки. На основі аналізу існуючих наукових праць можна виділити кілька основних методів оптимізації маршрутів перевезення вантажів.

Одним із найпоширеніших методів є застосування математичних моделей та алгоритмів для оптимізації перевезень. Алгоритми, такі як модифікований алгоритм мурах (ant-colony algorithm), використовуються для пошуку оптимальних маршрутів в мережі транспортних шляхів. Такий підхід дозволяє врахувати велику кількість параметрів (відстань, час, витрати, потоки вантажу), що робить моделювання більш точним і обґрунтованим. Основним недоліком є висока складність обчислень, потреба в точних вхідних даних і складність адаптації до змін в реальному часі, що може ускладнювати практичне застосування [1].

Іншим важливим підходом є динамічне планування маршрутів, що дозволяє враховувати зміни в реальному часі, такі як затори, аварії, зміни в навантаженні та інші фактори. Використання даних в реальному часі для коригування маршрутів за допомогою Інтернету речей (IoT) та алгоритмів, таких як алгоритм мурах [2].

Використання цифрових платформ для моніторингу руху та коригування маршрутів є популярним методом де акцент ставиться на інтеграцію телематики та цифрових технологій в транспортну інфраструктуру [3].

У рамках логістично-організаційних підходів основна увага приділяється організації логістичних процесів, таких як розташування клієнтів, типи маршрутів та вантажопідйомність [4].

Цей підхід дозволяє комплексно підходити до організації транспортування, враховуючи не лише технічні параметри, а й організаційні аспекти.

Врахування ризиків, таких як аварії або затори, є важливим аспектом у виборі оптимального маршруту перевезення вантажу.

1.2 Характеристика перевезення сталі з України до Німеччини

Об'єктом дослідження є процес міжнародного перевезення сталевих продукцій з України до Німеччини, який є важливою складовою зовнішньоторговельних відносин між двома країнами. Сталева продукція є промисловим вантажем і широко використовується в будівництві, машинобудуванні, автомобільній промисловості та інших галузях економіки.

Україна є одним із провідних виробників металургійної продукції в Європі та експортує до Німеччини різноманітні види сталевих виробів, зокрема листовий прокат, арматуру, балки, труби, металеві профілі та іншу продукцію. Німеччина є одним із найбільших споживачів металопродукції в Європейському Союзі, що зумовлює значний попит на українську сталь.

Перевезення сталевих продукцій здійснюється переважно автомобільним, залізничним або мультимодальним транспортом. Вибір виду транспорту залежить від обсягів вантажу, термінів доставки, вартості перевезення та особливостей логістичного маршруту. Для доставки вантажів до Німеччини часто використовуються міжнародні транспортні коридори, які проходять через територію Польщі, Словаччини або Угорщини. Особливістю

сталевій продукції як вантажу є її значна маса, великі габарити окремих виробів та необхідність забезпечення належного кріплення під час транспортування. Неправильне розміщення або недостатнє закріплення вантажу може призвести до його пошкодження, деформації або створення аварійних ситуацій під час перевезення.

Організація міжнародного перевезення передбачає виконання комплексу логістичних операцій, серед яких підготовка вантажу до транспортування, оформлення товаросупровідної та митної документації, вибір оптимального маршруту, контроль руху транспортних засобів та забезпечення своєчасної доставки вантажу одержувачу. Важливим завданням є мінімізація транспортних витрат і часу доставки при збереженні належного рівня безпеки перевезення.

Таким чином, міжнародне перевезення сталевій продукції з України до Німеччини є складним транспортно-логістичним процесом, ефективність якого значною мірою залежить від правильного вибору маршруту, виду транспорту та застосування сучасних методів логістичного планування й оптимізації перевезень.

1.3 Загальні висновки по розділу

Перший розділ роботи присвячений аналізу теоретичних положень, які становлять основу підвищення ефективності вантажних перевезень та оптимізації технологічних процесів, що їх супроводжують. У ході дослідження було розглянуто основні підходи до оптимізації транспортних маршрутів, зокрема методи математичного моделювання динамічного планування маршрутів і логістично-організаційні методи управління перевезеннями.

Встановлено, що для підвищення ефективності вантажних перевезень доцільно використовувати комплексний підхід, який передбачає поєднання сучасних методів оптимізації маршрутів із урахуванням факторів ризику,

що можуть впливати на безпеку, надійність та економічну доцільність транспортування. Врахування цих аспектів сприяє раціональному використанню транспортних ресурсів, оптимізації транспортних потоків та зниженню загальних витрат на перевезення.

Також було встановлено, що міжнародне перевезення сталевих продукцій з України до Німеччини є складним транспортно-логістичним процесом, ефективність якого значною мірою залежить від правильного вибору маршруту, виду транспорту та застосування сучасних методів логістичного планування. Отже, використання ефективних інструментів оптимізації перевезень є важливою умовою забезпечення своєчасної доставки вантажів, зменшення транспортних витрат і підвищення конкурентоспроможності логістичних операцій.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА МАРШРУТІ УКРАЇНА-НІМЕЧЧИНА

2.1 Правила перевезення

У даному проекті передбачається транспортування сталевих продукції від українського виробника Metinvest до німецької компанії Nahe Stahlbau GmbH на відстань приблизно 2524 км. Прогнозування обсягів перевезень здійснюється з урахуванням виробничих планів Metinvest, потреб Nahe Stahlbau, а також зовнішніх логістичних і ринкових факторів.

Зокрема, Metinvest міжнародна інтегрована група металургійно-гірничих підприємств, яка контролює весь ланцюг: від видобутку залізної руди та вугілля до виробництва напівфабрикатів і готової металопродукції. У 2024 році експорт Metinvest становив значну частку від загальноукраїнського експорту металопродукції.

Nahe Stahlbau GmbH німецька компанія, яка спеціалізується на сталевих конструкціях і може виступати отримувачем сталевих листів, сортового прокату чи інших металопродуктів для подальшого виробництва або ремонту автомобілів.

Таким чином, план забезпечити рівномірне завантаження транспортного засобу, розрахунки витрат на перевезення на 2524 км.

Перед відправленням зі складу виробника Metinvest здійснюється комплексна підготовка сталевих продукції відповідно до міжнародних вимог перевезення та умов замовника Nahe Stahlbau. На цьому етапі формується транспортна партія вантажу та здійснюється інформаційне забезпечення перевезення шляхом узгодження із замовником Nahe Stahlbau специфікацій продукції, марок сталі, вимог до упаковки та маркування вантажу. Листова сталь упаковується в пачки та стягується сталевими стрічками, а сортовий

прокат зв'язується за допомогою металевих хомутів. Для забезпечення збереження продукції під час транспортування проводиться її захист від впливу зовнішніх факторів шляхом нанесення антикорозійного мастила або покриття полімерною плівкою.

Важливим елементом підготовки є виконання вантажно-розвантажувальних операцій із використанням кранового обладнання, вилкових навантажувачів або магнітних траверсів. При цьому здійснюється контроль маси кожного пакета та перевіряється правильність його розміщення на транспортному засобі з метою забезпечення безпеки перевезення.

Одночасно проводиться документальне оформлення вантажу, яке включає підготовку сертифіката якості продукції Metinvest, пакувального листа, комерційного рахунку-фактури (Invoice) та міжнародної товарно-транспортної накладної CMR для перевезення за маршрутом Україна – Німеччина.

Таким чином, зі складу виробника Metinvest сталеву продукцію відправляють у вигляді повністю підготовленої до транспортування партії, яка відповідає вимогам замовника Nahe Stahlbau та чинним умовам міжнародних вантажних перевезень.

Організація перевезення сталевих продукції з України до Німеччини здійснюється з дотриманням низки встановлених правил і міжнародних вимог.

Основним видом транспорту для даного маршруту є автомобільні перевезення, які регулюються положеннями міжнародної конвенції CMR, що визначає умови договору перевезення, відповідальність сторін та порядок оформлення транспортної документації.

Важливим обмеженням є дотримання максимально допустимої маси автопоїзда, яка становить до 40 тонн. У зв'язку з цим перевізник спільно з виробником Metinvest здійснює узгодження параметрів вантажу з метою недопущення перевищення дозволених вагових норм. Особлива увага приділяється кріпленню вантажу, яке виконується відповідно до стандарту EN 12195-1 із застосуванням стяжних ременів, протиковзних матів, упорів та

інших фіксуючих елементів. Це забезпечує надійну фіксацію сталевих пакетів під час транспортування та мінімізує ризики їх зміщення або пошкодження.

Маршрут перевезення проходить через територію Польщі до Німеччини, що відповідає основним міжнародним транспортним коридорам. Під час виконання перевезення водій зобов'язаний дотримуватися правил дорожнього руху, зокрема режиму праці та відпочинку відповідно до Регламенту (ЄС) № 561/2006. Крім того, перевізник забезпечує страхування вантажу на всьому маршруті перевезення.

Хоча сталева продукція є відносно стійкою до впливу температурних коливань, важливим є її захист від вологи, атмосферних опадів та механічних пошкоджень, які можуть виникати під час транспортування. Це дозволяє зберегти якість продукції протягом усього логістичного ланцюга.

Окреме значення має інформаційне забезпечення перевезення, яке передбачає постійну комунікацію між виробником Metinvest, перевізником та отримувачем Nahe Stahlbau. Сторони здійснюють моніторинг руху транспортного засобу, контролюють строки доставки та оперативно реагують на можливі затримки. При транзиті через країни Європейського Союзу додатково враховуються митні та логістичні вимоги.

Маркування вантажу є важливим етапом логістичного процесу, який забезпечує ідентифікацію, відстеження та безпеку сталевих продукції під час її транспортування від виробника Metinvest до отримувача Nahe Stahlbau. Воно виконується з метою забезпечення правильного обігу вантажу на всіх етапах логістичного ланцюга та мінімізації ризиків втрати або неправильного оброблення продукції.

До обов'язкових елементів маркування належать найменування продукції, зокрема «сталь листовая» або «сортова сталь», а також зазначення ваги брутто та нетто кожної транспортної одиниці у кілограмах. Важливим є також присвоєння номера партії, який дозволяє забезпечити простежуваність походження вантажу та контроль якості продукції. Додатково вказується

ідентифікаційний номер виробника Metinvest та його логотип, що підтверджує походження продукції.

Маркування також включає інформацію про одержувача вантажу, а саме Nahe Stahlbau GmbH із зазначенням повної адреси: Harald-Fissler-Str. 9, 55768 Hoppstädten-Weiersbach, Germany. Обов'язковим є зазначення коду країни походження товару (UA), а також нанесення попереджувальних знаків, таких як «Верх» та позначення центру ваги, що забезпечує правильне поводження з вантажем під час навантаження та транспортування.

Крім того, на упаковці зазначається інформація щодо виду транспорту та типу пакування, а також дата пакування або готовності продукції до відправлення. Маркування виконується за допомогою стійких до стирання фарб або спеціальних наклейок, які придатні для використання в умовах міжнародних перевезень.

Виробник Metinvest забезпечує нанесення маркування відповідно до внутрішніх стандартів підприємства та вимог замовника Nahe Stahlbau. У свою чергу, на приймальному етапі Nahe Stahlbau здійснює перевірку відповідності маркування супровідній документації перед розвантаженням вантажу.

2.2 Розрахунок показників роботи автомобілів на маршруті

Карта-схема цього маршруту надано на рис. 2.1, а його характеристика представлена в табл. 2.1.

Для виконання перевезень було проведено порівняльний аналіз двох автопоїздів, які використовуються для транспортування вантажів. Розглядалися сідельний тягач FAW J7 у комплекті з напівприцепом CIMC HUAYUAN Curtain Semi-trailer, та Volvo FH 640 у поєднанні з напівприцепом Schmitz Cargobull S.CS. Обидва транспортні засоби мають технічні характеристики, що дають змогу здійснювати перевезення до 22 тонн вантажу.

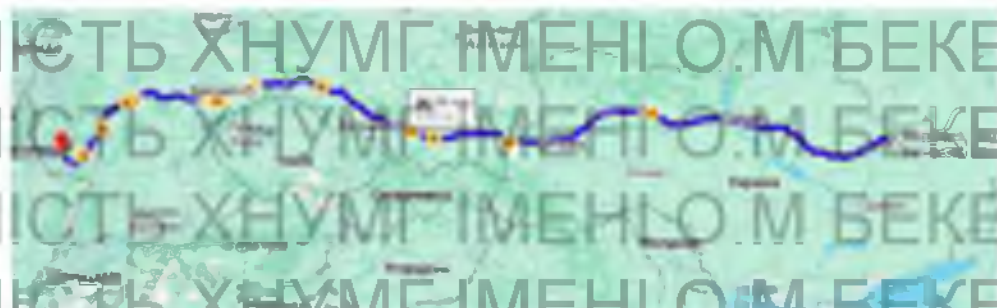


Рисунок 2. Г - Схема маршруту Харків (Metinvest) - Гоппштедтен-Баєрсбах (Nahe Stahlbau)

Таблиця 2.1 – Характеристика маршруту Харків (Metinvest) - Гоппштедтен-Баєрсбах (Nahe Stahlbau)

Ділянки маршруту	Відстань ділянки, км	Відсоток від загального маршруту, %
Селище Васищево - Київ	500	19,85
Київ - Львів	344	21,55
Львів - Катовіце	405	16,05
Катовіце - Дрезден	450	17,83
Дрезден - Гоппштедтен-Баєрсбах	624	24,72
Загальна відстань	2523	100



Рисунок 2.2 – FAW J7



Рисунок 2.3 - Volvo FH 640

Визначення витрат на доставку на розробленому маршруті.

Загальна собівартість доставки вантажу:

$$З_{\text{дос}} = З_{\text{страх}} + З_{\text{трансп}} + З_{\text{доб}} + З_{\text{мит}}, \quad (2.1)$$

де $З_{\text{страх}}$ - витрати на страхове забезпечення перевезення, грн;

$З_{\text{трансп}}$ - витрати, пов'язані з транспортуванням вантажу, грн;

$З_{\text{доб}}$ - витрати на добові водія, грн;

$З_{\text{мит}}$ - витрати на оформлення митних документів, грн.

Витрати на страхове забезпечення перевезення визначаються за залежністю:

$$З_{\text{страх}} = \frac{T_{\text{дос}} \cdot K_{\text{долар}} \cdot (S_{\text{ст.тяг}} + S_{\text{ст.пт}} + S_{\text{мед}})}{D_K} \quad (2.2)$$

де $S_{\text{ст.тяг}}$, $S_{\text{ст.пт}}$ - розмір страхового тарифу для тягача та напівпричепа

відповідно, у доларах США;

$S_{\text{мед}}$ – тариф медичного страхування, у доларах США;

$K_{\text{дол}}$ – коефіцієнт конвертації долара США у національну валюту;

D_K – термін дії страхового періоду, дб.

Сукупні витрати на перевезення визначаються за формулою:

$$Z_{\text{прис}} = Z_{\text{пал,у}} + Z_{\text{пал,і}} + Z_{\text{ш}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{ТО}} + Z_{\text{ЗП}} + Z_{\text{заг.господ}} + Z_{\text{а}} \quad (2.3)$$

де $Z_{\text{пал,у}}$ – витрати на пальне в межах України, грн;

$Z_{\text{пал,і}}$ – витрати на пальне на території зарубіжних держав, грн;

$Z_{\text{ш}}$ – витрати на монтаж і ремонт шин, грн;

$Z_{\text{м}}$ – затрати на мастильні матеріали, грн;

$Z_{\text{ТО}}$ – витрати на технічне обслуговування та ремонт, грн;

$Z_{\text{ЗП}}$ – витрати на оплату праці водіїв, грн;

$Z_{\text{заг.господ}}$ – загальногосподарські витрати, грн;

$Z_{\text{а}}$ – розмір амортизаційних відрахувань, грн.

Витрати на пальне під час автомобільного перевезення територією України:

$$Z_{\text{пал,у}} = (K_z + K - 1) \cdot (a_o + a_{\text{вкл}} \cdot q_{\text{впр}} \cdot \gamma \cdot \beta + a_{\text{вкл}} \cdot G_{\text{впр}}) \cdot C_{\text{пал}} \cdot L_{\text{дос}} \cdot K_p, \quad (2.4)$$

де K_z – коефіцієнт, що враховує збільшення витрат пального у зимовий період ($K_z = 1,042$ для регіонів із помірним кліматом);

K – коефіцієнт, що враховує зменшення витрат пального залежно від типу перевезень ($K = 0,85$ для магістральних перевезень);

a_o – норма витрати пального на пробіг автомобіля, л/100 км;

$a_{\text{вкл}}$ – норма витрати пального на виконання вантажної роботи для автомобілів із дизельним двигуном — 1,3 л/100 км;

$q_{\text{тпр}}$ – вантажопідйомність напівпричепа, т;

$G_{\text{тпр}}$ – споряджена маса напівпричепа, т;

$\Pi_{\text{п.з}}$ – ціна одного літра пального на території України, грн;

$L_{\text{дост}}$ – відстань перевезення вантажу, км;

K_p – частка відстані руху територією України.

Частка відстані руху по території України для запропонованого маршруту визначається:

$$K_p = \frac{L_{\text{зв}}}{L_{\text{за}}}, \quad (2.5)$$

$$K_p = \frac{1119}{2523} = 0,44.$$

Таким чином, витрати на пальне при використанні FAW J7 на території України становлять:

$$Z_{\text{пал.у}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{32}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) * \\ * 86,78 *] 2523 * 0,44 = 48723 \text{ грн.}$$

В свою чергу для Volvo FH 640:

$$Z_{\text{пал.у}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{35}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) * \\ * 86,78 *] 2523 * 0,44 = 51183 \text{ грн.}$$

Витрати на пальне при використанні FAW J7 на території іноземної держави становлять:

$$Z_{\text{пал.и}} = (K_{\text{з}} + K_{\text{п}} - 1) * (a_{\text{з}} + a_{\text{пал.и}} * q_{\text{тпр}} * \gamma * \beta + a_{\text{маси}} * G_{\text{тпр}}) * \Pi_{\text{п.и}} * L_{\text{дост}}, \quad (2.6)$$

де $I_{\text{пл}}$ – ціна пального на території іноземних держав (Польщі, Німеччини), грн.

Отже, для Польщі та Німеччини витрати на пальне для FAW J7 становитимуть:

$$Z_{\text{пал.П}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{32}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) * 68,11 * 700 = 24112 \text{ грн,}$$

$$Z_{\text{пал.Н}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{32}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) * 74,90 * 704 = 26669,45 \text{ грн.}$$

В свою чергу для Volvo FH 640:

$$Z_{\text{пал.П}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{35}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) * 68,11 * 700 = 25378,52 \text{ грн,}$$

$$Z_{\text{пал.Н}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{35}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) * 74,90 * 704 = 28087,53 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані з ремонтом та відновленням шин:

$$C_{\text{ш}} = \frac{N_{\text{шт}} \cdot H_{\text{шт}} + N_{\text{штр}} \cdot H_{\text{штр}}}{1000 \cdot 100} \cdot \frac{1,1 + H_{\text{штр}}}{100} \cdot \frac{C_{\text{штр}} \cdot N_{\text{штр}}}{1000 \cdot 100} \cdot L_{\text{досл}}, \quad (2.7)$$

де $H_{\text{шт}}$, $H_{\text{штр}}$ – норма на знос і ремонт шин для тягача та напівпричепа відповідно, %;

$C_{\text{шт}}$, $C_{\text{штр}}$ – вартість однієї шини для напівпричепа та тягача

відповідно, грн;

$N_{шт} = N_{напівпр}$ – кількість ходових шин для тягача та напівпричепа

відповідно, од;

1,1 – коефіцієнт, що враховує експлуатацію автомобіля з напівприцепом.

Для FAW J7:

$$З_{ш} = \frac{(1 \cdot 7000 \cdot 6 \cdot 1,1 + 1 \cdot 10000 \cdot 6) \cdot 2523}{1000 \cdot 100} = 2679,43 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$З_{ш} = \frac{(1 \cdot 25000 \cdot 6 \cdot 1,1 + 1 \cdot 10000 \cdot 6) \cdot 2523}{1000 \cdot 100} = 6887,79 \text{ грн.}$$

Витрати на мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{\text{ма}} = \frac{P_{\text{ма}} (H_{\text{ол}} \cdot \Pi_{\text{ол}} + H_{\text{м}} \cdot \Pi_{\text{м}} + H_{\text{к}} \cdot \Pi_{\text{к}})}{100} \cdot L_{\text{ост}} \quad (2.8)$$

де $P_{\text{ма}}$ – витрати пального на 100 км пробігу;

$H_{\text{ол}}$, $H_{\text{м}}$, $H_{\text{к}}$ – відповідно норми витрат мастильних матеріалів для

двигуна, трансмісійного мастила та консистентної змазки, л (кг) на 1 л пального;

$\Pi_{\text{ол}}$, $\Pi_{\text{м}}$, $\Pi_{\text{к}}$ – відповідно вартість моторної оливи, трансмісійного мастила та консистентної змазки, грн/л (кг).

Для FAW J7:

$$З_{\text{ма}} = \frac{33 \cdot \left(\frac{3,2 \cdot 320}{100} + \frac{0,4 \cdot 300}{100} + \frac{0,25 \cdot 800}{100} \right) \cdot 2523}{100} = 11192,17 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$З_{\text{м}} = \frac{33 \cdot \left(\frac{3,1 \cdot 300}{100} + \frac{0,3 \cdot 290}{100} + \frac{0,24 \cdot 700}{100} \right)}{100} \cdot 2523 = 9866,19 \text{ грн}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт:

$$C_{\text{ТО}} = \frac{(H_{\text{ТО}} + H_{\text{зч}}) \cdot L_o}{1000}, \quad (2.9)$$

де $H_{\text{зч}}$ – витрати на запасні частини на 1000 км пробігу, грн;

$H_{\text{ТО}}$ – витрати на ТО на 1000 км. пробігу, грн.

Для FAW J7:

$$C_{\text{ТО}} = \frac{(1500 + 1200) \cdot 2523}{1000} = 6812,1 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$C_{\text{ТО}} = \frac{(1800 + 1500) \cdot 2523}{1000} = 8325,9 \text{ грн.}$$

Витрати на оплату праці водіїв:

$$C_{\text{п}} = ЧТС \cdot T_{\text{достав}} \cdot 8, \quad (2.10)$$

де $ЧТС$ – годинна тарифна ставка водія приймається на рівні 278 грн/год;

$T_{\text{достав}}$ – тривалість доставки вантажу, діб.

Тривалість доставки вантажу визначається:

$$T_{\text{д}} = T_{\text{рух}} + T_{\text{зуп}} + T_{\text{аутп. зуп}} + T_{\text{пос. зуп}} \quad (2.11)$$

де $T_{рух}$ – тривалість руху автомобіля з вантажем, діб;

$T_{н/р}$ – час, необхідний для виконання навантажувально-розвантажувальних операцій;

$T_{мит.мит}$ – час, необхідний для проходження митних формальностей при відправленні та прибутті, діб;

$T_{зов.мит}$ – час, необхідний для проходження митного контролю під час перетину кордону, діб.

Тривалість руху автомобіля визначається за формулою:

$$T_{рух} = \frac{L_{досм}}{V_{т.сер} \cdot T_{раб}}, \quad (2.12)$$

де $T_{раб}$ – норма тривалості робочого часу водія на добу, год;

$V_{т.сер}$ – усереднене значення технічної швидкості автопоїзда, км/год.

Усереднене значення технічної швидкості автопоїзда визначається за формулою:

$$V_{т.сер} = \frac{\sum V_{тi} \cdot T_{ti}}{T_{досм}}, \quad (2.13)$$

де $V_{тi}$ – Показники технічної швидкості руху в Україні, Польщі та Німеччині, км/год.

$$V_{т.сер} = \frac{30 \cdot 1119 + 60 \cdot 700 + 70 \cdot 704}{2322} = 58,36 \text{ км/год.}$$

На основі значення усередненої технічної швидкості тривалість транспортування визначається за залежністю:

$$T_{\text{пух}} = \frac{2523}{58,36 \cdot 9} = 4,8 \text{ діб.}$$

Тривалість процесів навантаження та розвантаження визначається за формулою:

$$T_{\text{н.р}} = \frac{2 \cdot (13 + 3 \cdot (q\gamma - 1))}{60 \cdot 8}, \quad (2.14)$$

де $q_{\text{н.р}}$ – номінальна вантажопідйомність напівпричепа, т;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності напівпричепа, визначений залежно від класу вантажу

$$T_{\text{н.р}} = \frac{2 \cdot (13 + 3 \cdot (22 \cdot 1 - 1))}{60 \cdot 8} = 0,32 \text{ діб.}$$

Тривалість проходження митних формальностей при відправленні та прибутті визначається за залежністю:

$$T_{\text{мит}} = \frac{2 \cdot 0,15 \cdot T_{\text{пух}}}{24}, \quad (2.15)$$

$$T_{\text{мит}} = \frac{2 \cdot 0,15 \cdot 9}{24} = 0,11$$

Час проходження прикордонних процедур становить 9 годин.

Тривалість доставки вантажу за запропонованим маршрутом становить:

$$T_{\text{дост}} = 4,8 + 0,32 + 0,11 + 2 = 7,23 \text{ діб.}$$

Витрати на виплату добових водію:

$$Z_{доб} = \frac{(L_y \cdot S_{добу} + L_{i-доп} \cdot S_{доп})}{T_{доп}} \cdot T_{доп} \quad (2.16)$$

де $S_{добу}, S_{доп}$ для розрахунку витрат на відрядження прийнято розмір добових: на території України 300 грн/добу, на території іноземних держав 2500 грн/добу.

Таким чином, витрати на добові становлять:

$$Z_{доб} = \frac{1119 \cdot 300 + (2523 - 1119) \cdot 2500}{2523} \cdot 7,23 = 11020,38 \text{ грн.}$$

На основі даних тривалості доставки визначаємо також витрати на заробітну платню водіїв:

$$Z_{вод} = 7,23 \cdot 9 \cdot 278 = 18089,46 \text{ грн.}$$

Величину накладних витрат визначаємо у відсотковому співвідношенні до експлуатаційних витрат, а саме:

$$Z_{нак} = (Z_{пал} + Z_{м} + Z_{т} + Z_{п} + Z_{н}) \cdot 0,1 \quad (2.17)$$

для FAW J7:

$$Z_{нак} = (99504,45 + 2679 + 6812,1 + 11192,17 + 18089,46) \cdot 0,1 = 13827,72 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$Z_{нак} = (104649,05 + 6887,69 + 8325,9 + 9866,19 + 18089,46) \cdot 0,1 = 14781,83 \text{ грн.}$$

Розмір виграт на придбання митних документів визначається за формулою:

$$З_{\text{мит}} = З_{\text{ГЗ}} + З_{\text{ЕК}} + З_{\text{оф}}. \quad (2.18)$$

де $З_{\text{ГЗ}}$ – витрати на сплату митного збору, 12500 грн;

$З_{\text{ЕКЗ}}$ – витрати на сплату екологічного збору, 2000 грн;

$З_{\text{оф}}$ – витрати, пов'язані з оформленням митних документів, 3500 грн.

$$З_{\text{вп}} = 12500 + 2000 + 3500 = 18000 \text{ грн.}$$

Витрати пов'язані з страхуванням складатимуть:

$$З_{\text{страх}} = \frac{7.23 \cdot 415 \cdot (57.1 + 38 + 74.4)}{365} = 520,68 \text{ грн.}$$

Обсяг амортизаційних відрахувань визначається за такою залежністю:

$$З_a = \frac{H_{\text{авт}} \cdot H_a}{365 \cdot 100} \cdot T_{\text{декл}} \quad (2.19)$$

де $H_{\text{авт}}$ – вартість автопоїзду, грн.

Для FAW J7:

$$З_a = \frac{650000 \cdot 25 \cdot 7.23}{365 \cdot 100} = 3218,84 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$Z_{\text{в}} = \frac{33200000 \cdot 75 \cdot 7,23}{365 \cdot 100} = 25723,29 \text{ грн.}$$

На основі отриманих розрахункових значень визначаємо витрати на транспортування:

FAW J7:

$$Z_{\text{трап}} = 99504,45 + 2679,43 + 6812,1 + 18089,46 + 13827,72 + 3218,84 = 144132 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$Z_{\text{трап}} = 104649 + 6887 + 8325 + 9866 + 18089 + 25723 = 173541,68 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат на транспортування вантажу за запропонованим маршрутом дорівнює:

Для FAW J7:

$$Z_{\text{дст}} = 520,68 + 144132 + 11020,38 + 18000 = 173673,06 \text{ грн.}$$

Volvo FH 640:

$$Z_{\text{дст}} = 520,68 + 173541,68 + 11020,38 + 18000 = 203082,74 \text{ грн.}$$

Таким чином оптимальним транспортом для даного перевезення є FAW J7.

2.3 Раціоналізація місць заправки паливом

Під час планування міжнародних перевезень слід враховувати значні відмінності у вартості пального в країнах, якими проходить маршрут доставки.

Оптимальний вибір місць заправки транспортних засобів дозволяє зменшити

сумарні витрати на паливо, що сприяє покращенню фінансових результатів діяльності перевізника.

Розроблений маршрут Харків (Україна) – Гоппштедтен-Ваерсбах (Німеччина) пролягає територією трьох країн (Україна, Польща та Німеччина), де спостерігається різний рівень цін на паливо. У зв'язку з останніми політичними подіями вартість дизельного пального в Україні суттєво зросла і досягла 86,78 грн/л. Водночас у країнах транзиту та призначення ціни на паливо є нижчими порівняно з українськими.

За таких умов питання оптимізації розміщення пунктів заправки на маршруті Харків (Україна) – Гоппштедтен-Ваерсбах (Німеччина) набуває особливої актуальності. Рациональне планування заправок транспортних засобів потребує також урахування встановлених у кожній країні обмежень на обсяг ввезення пального, які наведені в табл. 2.2.

З огляду на те, що вартість пального на території України є вищою порівняно з Польщею, доцільним є здійснення заправки транспортного засобу саме на території Польщі. У зв'язку з цим необхідно визначити обсяг палива, який слід заправити в паливний бак автомобіля для забезпечення можливості проходження лише української ділянки маршруту з урахуванням проходження кордону тому додамо додаткові 95 кілометрів до української ділянки.

Таблиця 2.2 Обмеження на ввіз палива в закордонних країнах

Країна	Обсяг безмитного ввозу палива, л
Польща	200
Німеччина	в обсязі технологічного бака

$$Q_m = L_i \cdot H_{\text{лкм}}, \quad (2.20)$$

де L_i - довжина пробігу автомобіля і-ою країною з урахуванням перетину кордону, км.

Обсяг необхідного палива складає:

$$H_{\text{км}} = (1,042 + 0,85 - 1) * \left(\frac{32}{100} + \frac{1,3}{100} * 22 * 1 * 0,5 + \frac{1,3}{100} * 8 \right) = 0,51 \text{ л.}$$

$$Q_{\text{пв}} = (1119 + 95) * 0,51 = 619,14 \text{ л.}$$

Витрати на паливо для перетинання України складає:

$$З_{\text{пв}} = 619,14 * 86,78 = 53728,97 \text{ грн.}$$

Так як на території Польщі вартість палива найменша, то доцільно виконувати заправку автомобіля саме в цій країні. Обсяг палива для прямування територією Польщі складає відповідно:

$$Q_{\text{пП}} = (700 - 95) * 0,51 = 308,55 \text{ л.}$$

При виїзді з Польщі слід виконати заправку автомобіля, виходячи з табл. 2.2 можливий обсяг завантаження в Німеччину складає 1500л. Визначаємо відстань, яку може проїхати автомобіль з таким обсягом палива:

$$L = \frac{\sum Q_{\text{пвкп}}}{H_{\text{км}}}, \quad (2.21)$$

$$L = \frac{1500}{0,51} = 2941 \text{ км.}$$

Дана відстань перевищує відстань до кінцевого пункту м. Гоппштедт-Ваєрсбах, що дозволяє скоротити витрати не лише в експортному, але в імпортному напрямку. При цьому потрібно звернути увагу що до Польщі на імпортному напрямку ми також можемо завезти лише 200 літрів палива, за

рахунок чого нам потрібно буде заправитися відповідно до натупної зупинки в Польщі (а саме 744 літри). Аналогічно експортному напрямку виконуються розрахунки і в імпортному напрямку. Результати розрахунків заносимо до табл. 2.3 - 2.4.

Таблиця 2.3. Результати розрахунку витрат на паливо

Країна	Пробіг по країні, км	Витрати палива по країні, л	Вартість 1 л палива в національній валюті	Витрати на паливо, грн
Україна	1119	570,69	86,78	49516,67
Польща	700	357	68,11	24315,27
Німеччина	704	359,05	74,9	26892,85
Експорт загалом	2523	1286,74	-	100724,79
Німеччина	704	359,05	74,9	26892,85
Польща	700	357	68,11	24315,27
Україна	1119	570,69	86,78	49516,67
Імпорт разом	2523	1286,74	-	100724,79
За оборотний рейс	5046	2573,48	-	201449,58

Економічний ефекти від раціоналізації місць заправок паливом:

$$E = 201449,58 - 187367,31 = 14082,27 \text{ грн.}$$

2.4 Розрахунок страхового запасу

Основною функцією страхового запасу є забезпечення безперервності функціонування ланцюга постачання у разі коливань попиту на певний товар.

Таблиця 2.4 - Результат раціоналізації місць заправки

Країна	Пробіг від попереднього місця заправки паливом, км	Місце заправки галивом	Залишок палива в баці, л	Обсяг заправки паливом, л	Вартість 1 л палива, грн	Витрати на заправку паливом, грн.
Україна	0	м. Харків	0	620	86,78	53803,6
Польща	1214	м. Жешув	2	307	68,11	20909,77
Польща	581	м. Єндржиховіце	11	733	68,11	49924,63
Польща	1456	м. Єндржиховіце	5	304	68,11	20705,44
Польща	581	м. Жешув	3	617	68,11	42023,87
Україна	1214	м. Харків	0	0	86,78	0
Разом	5046	-	-	-	-	187367,3

Попит являє собою прогнозну величину, що формується на основі ретроспективних даних, коефіцієнтів тенденцій та відомих обсягів майбутнього споживання. Фактичне споживання продукції може як перевищувати, так і бути нижчим за прогнозовані значення. Страховий запас використовується у випадках, коли реальний попит перевищує очікуваний, що дозволяє забезпечити своєчасне виконання замовлень споживачів.

Плановий час виконання замовлення також є прогнозованою величиною, яка зазвичай базується на статистичних даних попередніх поставок. У деяких випадках фактична тривалість постачання може перевищувати розрахункову. У таких ситуаціях страховий запас запобігає виникненню дефіциту товару у період очікування поповнення запасів.

У практиці визначення обсягу страхового запасу застосовуються різні підходи, зокрема:

- 1) встановлення страхового запасу як відсотка від попиту на період виконання замовлення;
- 2) розрахунок на основі середньодобового споживання;
- 3) нормативне визначення фіксованого обсягу;
- 4) метод, що базується на середньому відхиленні попиту.

Чим вищою є мінливість споживання, тим більший обсяг страхового запасу необхідно підтримувати для відповідного товару. Дана залежність враховується при визначенні страхового запасу на основі середнього квадратичного відхилення.

Оскільки транспортний процес має стохастичний, тобто ймовірнісний характер, розрахунок страхового запасу доцільно здійснювати з урахуванням цієї особливості. Відомо, що розподіл потреби у вантажі між двома суміжними поставками наближається до нормального закону розподілу, тому величина страхового запасу визначається за відповідною залежністю:

$$R_c = t_{\beta} \cdot \sigma_G, \quad (2.22)$$

де t_{β} – стандартизований показник нормального розподілу для заданої довірчої ймовірності $\beta_d = 1 - P_d$ (обчислюється з використанням таблиць математичної статистики);

σ_G – середньоквадратичне відхилення витрат вантажів за інтервал між черговими поставками, т.

$$\beta_d = 1 - P_d, \quad (2.23)$$

де P_d – ймовірність дефіциту.

$$\sigma_{G_i} = \bar{G} \cdot k_v, \quad (2.24)$$

де $\bar{G}$ - упосередкований обсяг витрат вантажу між двома постачаннями, т;
 k_v - для нормального закону розподілу коефіцієнт варіації попиту
 приймається рівним 0,21..

Середній обсяг витрат вантажу між двома черговими постачаннями
 визначається:

$$\bar{G} \equiv \frac{\sum_{j=1}^n G_j}{n}, \quad (2.25)$$

де n - число поставок за період, од.

Імовірність дефіциту розраховується за формулою:

$$P = \frac{C_{\text{відс}}}{C_{\text{відс}} + C_{\text{зас}}}, \quad (2.26)$$

де $C_{\text{відс}}$ - витрати, пов'язані з відсутністю однієї тонни вантажу протягом
 доби, грн/т.доб;

$$\gamma_{\beta} = t_{\beta \max} - \frac{(t_{\beta \max} - t_{\beta \min}) \cdot (\beta_{\max} - \beta_g)}{\beta_{\max} - \beta_{\min}}, \quad (2.27)$$

Отже, ризик дефіциту складає:

$$P_d = \frac{40}{40+460} = 0,08.$$

Рівень довірчої ймовірності становитиме:

$$\beta_d = 1 - 0,08 = 0,92$$

Порівнюємо рівень довірчої імовірності з табличними значеннями, які наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Значення стандартизованого відхилення інтегральної функції нормального розподілу при відповідних значеннях довірчої імовірності

Значення	Рівень довірчої імовірності						
	0,999	0,99	0,98	0,95	0,9	0,8	0,5
t_β	3,29	2,576	2,326	1,96	1,645	1,28	0,674

Отримане значення лежить у межах інтервалу 0,9 – 0,95, тому t_β складатиме:

$$t_\beta = 1,96 - \frac{(1,96 - 1,645) * (0,95 - 0,9)}{0,95 - 0,9} = 1,65$$

Середній обсяг витрат вантажу зі складу становить 5,4 тонни.

На основі середнього значення витрат вантажу зі складу розраховуємо середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma_G = 5,4 * 0,21 = 1,134$$

Отже, величина страхового запасу на складі відправника за розглянутих умов перевезення становитиме:

$$R_c = 1,134 * 1,65 = 1,87 \text{ т}$$

2.5 Розробка змінно-добового завдання

Однією з ключових соціально-економічних проблем є раціональна організація праці водіїв. Під час її вирішення необхідно комплексно враховувати вимоги охорони праці, а також особливості організації транспортного процесу, який включає завершені цикли доставки вантажів і пов'язаний із добовим та змінним режимом експлуатації рухомого складу.

Режим робочого часу водіїв регулюється нормами трудового законодавства з урахуванням специфіки транспортної діяльності та Положення про робочий час і час відпочинку водіїв автомобільного транспорту.

Відповідно до Європейської угоди, що регламентує роботу екіпажів транспортних засобів, які здійснюють міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР), для транспортних засобів із повною масою понад 3,5 тонни тривалість безперервного керування не повинна перевищувати 9 годин для одного водія та вдвічі більше для двох. Двічі на тиждень допускається збільшення цього часу до 10 годин, при цьому загальна тривалість керування не може перевищувати 56 годин на тиждень та 90 годин протягом будь-яких двох тижнів.

На основі наведених положень необхідно визначити час руху по кожній країні.

Норми часу на рух автотранспортних засобів (в добах) по територіям іноземних держав визначаються по формулі:

$$T_{\text{рух}} = \frac{l_i}{v_t \cdot T_{\text{доб}}} \quad (2.28)$$

Отриманий час округлюється до 0,1 доби. Значення 0,05 доби і більше округлюються в бік збільшення. Визначена таким чином норма часу руху використовується для розрахунку нормативної тривалості рейсу. Якщо

розрахунковий час руху територією окремої країни становить менше 0,05 доби через незначний пробіг, його також округлюють у бік збільшення до 0,05 доби.

Тривалість перетинання території України, Польщі та Німеччини складає:

$$T_{\text{руху}} = \frac{1119}{50 \cdot 18} = 1,24 \text{ діб.}$$

$$T_{\text{руху}} = \frac{700}{60 \cdot 18} = 0,65 \text{ діб.}$$

$$T_{\text{руху}} = \frac{704}{70 \cdot 18} = 0,56 \text{ діб.}$$

Використовуючи результати попередніх розрахунків, необхідно визначити місця зупинок транспортного засобу для забезпечення відпочинку водіїв. Перерву на обід тривалістю 1 годину слід передбачати через 4 – 4,5 години після початку руху автомобіля.

У разі виконання перевезення екіпажем із двох водіїв періодом короткочасного відпочинку для одного з них вважається час, протягом якого він не здійснює керування транспортним засобом. Тривалість щоденного керування автомобілем не повинна перевищувати 9 годин, однак у виняткових випадках допускається її збільшення до 10 годин.

Початок руху транспортного засобу приймається о 8:00. Під час визначення часу та місць зупинок необхідно враховувати тривалість простоїв на пунктах пропуску через державний кордон. Результати розроблення змінно-добових завдань для прямого та зворотного напрямків наведені в табл. 2.6 - 2.8 відповідно.

Таблиця 2.6 - Змінно-добове завдання водіїв при виконанні перевезення

Країна	Місце зупинки	Пробіг між зупинками, км	Швидкість на ділянці, км/год	Тривалість та причина зупинки, год	Час простою	
					початок	кінець
Україна	с.Васищеве	20	50	1,27 навантаж.	8:24	9:40
Україна	Мале	135	50	0,75 обід	12:22	13:07
	Ладижино					
Україна	Гирятин	212	50	0,75 перезмінка	17:21	18:06
Україна	Ставище	225	50	0,75 обід	22:36	23:21
Україна	Горбаков	225	50	8 відпочинок	03:51	11:51
Україна	Гамалівка	225	50	0,75 обід	16:21	17:06
Україна	Митний пункт	84,1	50	0,75 перезмінка	18:47	19:32
	Краковець					
Україна	Кордон	5	50	5,25 митний	19:42	01:57
	(Україна)			контроль (Україна) та обід		
Польща	Кордон	5	50	12 митний	01:07	13:37
	(Польща)			контроль (Польща) та відпочинок		

Таблиця 2.7 - Змінно-добове завдання водіїв при виконанні перевезення
(продовження)

Країна	Місце зупинки	Пробіг між зупинкам, км	Швид- кість на дільниці, км/год.	Тривалість та причина зупинки, год	Час простою	
					початок	кінець
Польща	Жешув	98,5	60	0,25 заправка	15:16	15:31
Польща	Краков	171,5	60	0,5 обід	18:07	18:52
Польща	Костомлоти	270	60	0,75 перезмінка	23:22	00:07
Польща	Єндржихові- це	128	60	0,25 заправка	02:15	02:30
Німеч- чина	Ауссвальде	142	65	0,5 обід	04:52	05:22
Німеч- чина	Гемюнден	315	70	8 відпочинок	9:52	17:52
Німеч- чина	Гоппшдетен- Баєрсбах	282	70	2,02 обід та розвант.	21:53	23:54
Німеч- чина	Гісен	226	70	0,75 перезмінка	03:08	03:53
Німеч- чина	Хоккендорф	315	70	8 відпочинок	08:23	16:24

Таблиця 2.8 – Змінно-добове завдання водіїв при виконанні перевезення
(продовження)

Країна	Місце зупинки	Пробіг між зупинками, км	Швидкість на ділянці, км/год.	Тривалість та причина зупинки, год	Час простою	
					початок	кінець
Польща	Страховще	86,5	65	0,5 обід	21:08	21:38
Польща	Морґі-Мієловіце	270	60	0,75 перезмінка	02:08	02:53
Польща	Жешув	220	60	0,75 обід	6:33	7:18
Польща	Кордон	95	60	12,5 митний контроль Польща та відпочинок	8:53	21:23
Україна	Кордон	5	60	5,25 митний контроль Україна та обід	21:33	02:48
Україна	Тараканів	215	50	0,75 перезмінка	7:18	08:03
Україна	Болярка	215	50	0,75 обід	12:33	13:18
Україна	Іванків	215	50	8 відпочинок	17:48	01:28
Україна	Широке	215	50	0,75 обід	05:08	5:53
Україна	Харків	215	50	Кінець рейсу	10:23	-

2.6 Загальні висновки по розділу

У даному розділі було проаналізовано маршрут Харків (Україна) – Голпштедтен-Ваєрсбах (Німеччина). За результатами проведеного аналізу запропоновано здійснювати перевезення територією Польщі. Для обраного маршруту було виконано розрахунок загальних витрат на доставку 22 т вантажу. Загальні затрати на перевезення вантажу становлять 173673,06 грн. Оскільки маршрут пролягає територією трьох держав, у яких вартість пального суттєво відрізняється, було досліджено можливість оптимізації місць заправки транспортного засобу. У результаті раціонального розподілу заправок вдалося скоротити витрати на паливо на 14032,27 грн, що забезпечило їх зменшення приблизно на 7 %.

Крім того, з урахуванням нормативних обмежень щодо тривалості керування транспортним засобом було розроблено змінно-добові завдання для водіїв як в експортному, так і в імпортному напрямках. Це дозволило забезпечити дотримання вимог чинного законодавства та підвищити ефективність організації перевізного процесу.

РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПРОДУКЦІЇ НА МАРШРУТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ LISA +

3.1 Заповнення розділу базові данні

Для підвищення безпеки руху продукції на маршруті використовуємо програмне забезпечення «Lisa +». За допомогою програмного забезпечення розраховуємо цикл світофорного регулювання на потенційно небезпечному перехресті.

На рис. 3.1 та 3.2 показана схема розглянутого потенційно небезпечного перехрестя та його інтенсивні потоки (автомобільні та пішохідні).



Рисунок 3.1 - Схема потенційно небезпечного перехрестя

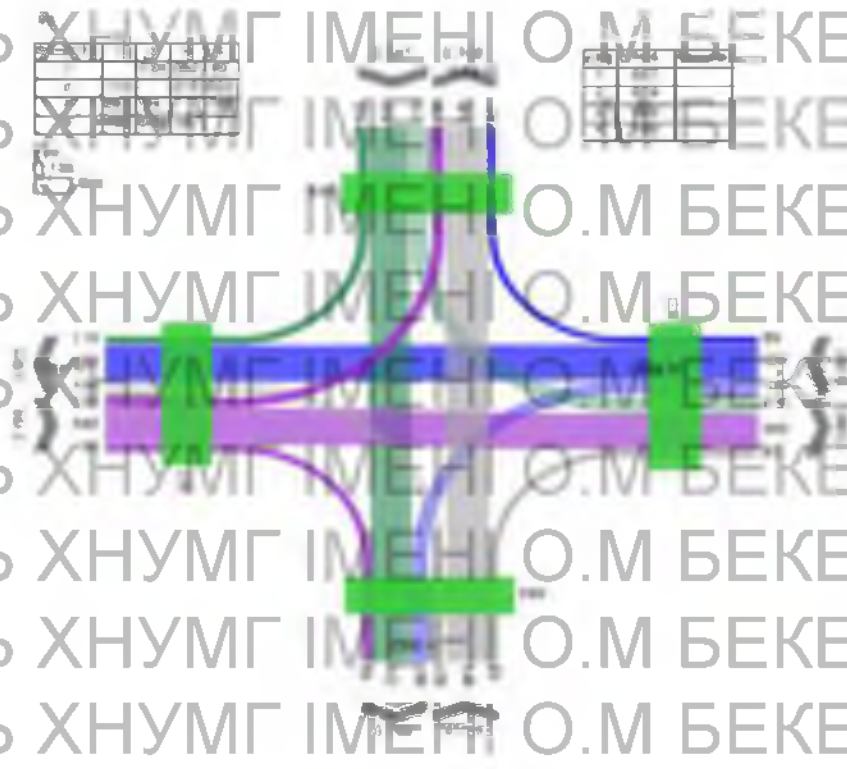


Рисунок 3.2 – Інтенсивні потоки на перехресті авт(піш)/год.

3.2 Заповнення розділу планування

На основі вихідних даних у програмі було створено сигнальні групи та проставлені конфлікти на данному перехресті вони представлені на рис. 3.3.



Рисунок 3.3 – Матриця конфліктів

Після чого на основі матриці конфліктів було прораховано перехідні інтервали процес прорахунку було надано на рис. 3.4, а результати цього прорахунку на рис. 3.5

x	y	z	u	v	w	p1	p2	p3	p4
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Рисунок 3.4 Таблиця перехідних інтервалів

x	y	z	u	v	w	p1	p2	p3	p4
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Рисунок 3.5 – Матриця перехідних інтервалів

Далі, на основі аналізу конфліктних точок, необхідно сформулювати фази світлофорного регулювання з урахуванням таких критеріїв:

1. Допускається об'єднання в одній фазі лівоповоротного транспортного потоку, який конфліктує із зустрічним потоком прямого напрямку, за умови, що інтенсивність лівоповоротного потоку не перевищує 120 авт./год.

2. Пішохідні потоки та конфліктуючі з ними поворотні транспортні потоки можуть бути включені до однієї фази, якщо інтенсивність пішохідного потоку не перевищує 900 чол./год, а інтенсивність поворотних транспортних потоків становить не більше 120 авт./год.

3. Кожну смугу руху необхідно закріпити за певною фазою регулювання. Не допускається організація руху транспортних засобів з однієї смуги в різних фазах світлофорного циклу.

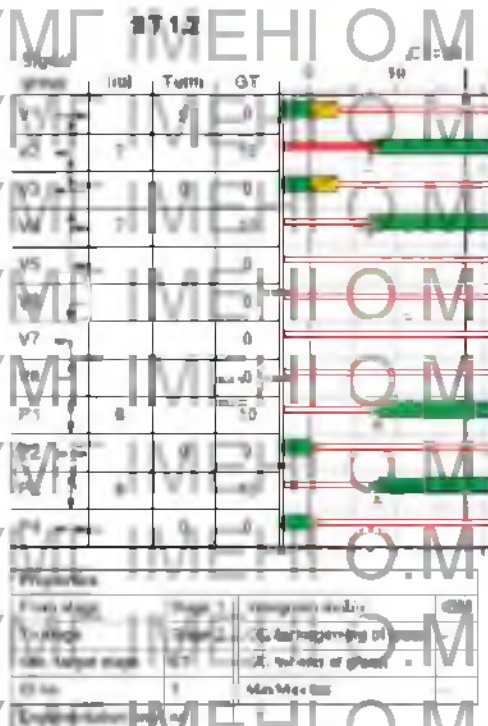
4. Слід прагнути до рівномірного розподілу транспортних потоків, щоб середня інтенсивність руху на одну смугу не перевищувала 600–700 авт./год.

5. Якщо проїзна частина має три і більше смуг руху в одному напрямку, необхідно розглядати можливість організації поетапного переходу пішоходів через проїзну частину протягом двох фаз світлофорного регулювання.

Посилаючись на вищевказані правила, визначаємо, що для заданих умов доцільно застосувати 3 фази регулювання (рис 3.6). інтервали для кожного потоку прораховано та результати надані на рис. 3.7 - 3.9.



Рисунок 3.6 - Фази регулювання та матриця руху по фазам



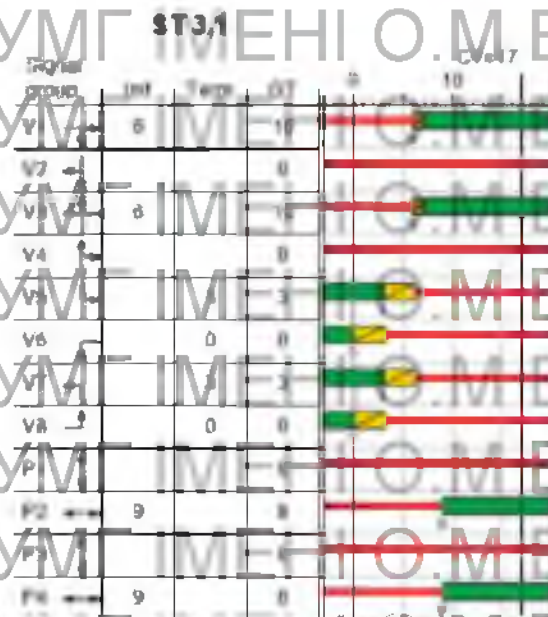


Рисунок 3.9 - Інтервали фази 3

Після чого на основі вище прорахованих фаз створюємо циклограму світлофорного регулювання для нашого потенційно небезпечного перехрестя результати надані на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Циклограма світлофорного регулювання

3.3 Оцінка якості схеми ОДР

Визначимо показник складності перехрестя для пропонуємого варіанту схеми ОДР для цього зробимо підрахунок конфліктних точок на кожній фазі результати надано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Конфліктні точки у кожній фазі регулювання

Номер фази регулювання	Кількість точок відхилення	Кількість точок злиття	Кількість точок перетинання	Короткі відомості про конфліктні точки
Фаза 1	2	0	2	Відхилення для повороту на право Перетинання пішохідного потоку
Фаза 2	2	0	2	Відхилення для повороту на право Перетинання пішохідного потоку
Фаза 3	0	0	0	Поворот на ліво без перетинання пішохідного потоку та без злиття або відхилення транспортного потоку

На основі цих даних за заданою залежністю розрахуємо показник складності перехрестя

$$M = \sum n_b + 3 \sum n_z + 5 \sum n_{\text{п}}, \quad (3.1)$$

де - n_b , n_z , $n_{\text{п}}$ – відповідно кількість конфліктних точок відхилення, злиття, перетинання. точки відхилення оцінюють 1 балом, точки злиття – 3 точки перетинання - 5 балів.

$$M = 4 + 3 \cdot 0 + 5 \cdot 4 = 23.$$

Проведемо аналіз складності перехрестя для варіанту схеми організації дорожнього руху. Відповідно до прийнятої класифікації, при $m < 40$ транспортний вузол є простим; при $40 < m < 80$ - середньої складності; при $80 < m < 150$ - складним; при $m > 150$ - дуже складним. У даному випадку показник складності перехрестя становить $m = 23$. Отже, розглянуте перехрестя належить до вузлів простої складності.

3.4 Загальні висновки по розділу

В ході роботи з програмою Lisa+ була створена оптимальна циклограма світофорного регулювання для забезпечення безпеки перевезення сталевих продукції на потенційно небезпечному перехресті під час доставки вантажу по маршруту Україна-Німеччина, проведено аналіз конфліктних точок та розраховано показник складності, який показав, що дана схема ОДР є безпечною та оптимальною.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі було розглянуто маршрут перевезення сталевих продукцій та визначено оптимальний транспортний засіб для цього перевезення, також розраховані оптимальні місця заправлення та за допомогою Lisa+ створено схему одр на потенційно небезпечному перехресті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Litvinova Y. V., Baranovsky O. D. Search and justification of ways to increase the unitized cargo transportation efficiency [Електронний ресурс] / Dnipro University of Technology. – *Science and Transport Progress*. – 2021. – № 5(89). – С. 22–31. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15802/stp2020/217765> – Дата звернення: 09.06.2026.
2. Danchuk V., Comi A., Weiß C., Svatko V. The optimization of cargo delivery processes with dynamic route updates in smart logistics [Електронний ресурс] / *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2023. – Vol. 2(3 (122)). – Р. 64–73. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.277583> – Дата звернення: 09.06.2026.
3. Besnikova I. Y., Khalipova N. V., Sazonets O. M., Rudyanova T. M. Optimization of cargo routes based on the modified ant algorithm [Електронний ресурс] / *University of Customs and Finance*. – Dnipro: Systems and Technologies, 2022. – Vol. 62(2). – 37–62 с. – Режим доступу: <https://stampsf.in.ua/index.php/journal/article/view/74> – Дата звернення: 09.06.2026.
4. Litvinova Y. V., Baranovsky O. D. Search and justification of ways to increase the unitized cargo transportation efficiency / Дніпровський національний технічний університет, *Science and Transport Progress*. – Дніпро, 2021. – № 5(89). – С. 22–31. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15802/stp2020/217765> – Дата звернення: 09.06.2026.