Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Вдосконалення планування перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь» місто Одеса»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1ТТ-23мз
спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті
Готошия В.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ
Галущак О.О.
«10» 06 2025 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ТАМ
Сухоруков С.І.
«19» 06 2025 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доц. Цимбал С.В.
«18» 06 2025 р.

Вінниця ВНТУ – 2025 рік

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Цимбал С.В.
_____
«14» 04 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Готовій Вікторії Володимирівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення планування перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом товариства з обмеженою відповідальністю Автомагістраль-Південь» місто Одеса
Керівник роботи Галушак Олександр Олександрович, к.т.н., доцент,
затверджені наказом ВНТУ від «20» березня 2025 року № 96.

2. Строк подання студентом роботи: 09.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура пасажирського автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – категорії N3; об'єкт дослідження – процес організації перевезення великогабаритного вантажу автомобільним транспортом; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 15%.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
1. Особливості перевезення великогабаритних вантажів різними видами транспорту
2. Підвищення ефективності процесу планування перевезення великогабаритних вантажів
3. Обґрунтування вибору оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу
4 Розробка рекомендацій щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи
2. Обґрунтування теми, мети та завдань магістерської кваліфікаційної роботи

3. Об'єкт та предмет дослідження, новизна одержаних результатів
4. Товариство з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь»
5. Удосконалення планування перевезень великогабаритних вантажів
6. Особливості організації перевезень великогабаритних вантажів автомобільним транспортом
7. Обґрунтування вибору оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу
8. Визначення маршрутів перевезення великогабаритного вантажу
9. Аналіз необхідних заходів на маршрутах для забезпечення безпечного перевезення великогабаритного вантажу
10. Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Галушак О.О., доцент кафедри АТМ	17.02.25	17.02.25
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	05.05.25	26.05.25

7. Дата видачі завдання «21» березня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	17.02-02.03.2025	виконано
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	03.03-16.03.2025	виконано
3	Обґрунтування методів досліджень	17.03-31.03.2025	виконано
4	Розв'язання поставлених задач	01.04-26.05.2025	виконано
5	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	05.05-26.05.2025	виконано
6	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	27.05-30.05.2025	виконано
7	Перевірка роботи на плагіат	02.06-04.06.2025	виконано
8	Оформлення текстових документів та ілюстративних матеріалів	05.06-06.06.2025	виконано
9	Попередній захист МКР	09.06-11.06.2025	виконано
10	Допуск завідувача кафедри до захисту МКР	12.06-17.06.2025	виконано
11	Рецензування МКР	18.06-20.06.2025	виконано
12	Захист МКР	23.06-24.06.2025	виконано

Здобувач (підпис) Готоцця В.В.

Керівник роботи (підпис) Галушак О.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 656.1.5

Готошия В.В. Вдосконалення планування перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь» місто Одеса. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2025. 119 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 25 назв; рис.: 24; табл. 21.

У магістерській кваліфікаційній роботі вирішується науково-практична задача, яка полягає забезпеченні гарантовано безпечного перевезення великогабаритних вантажів на основі вдосконалення процесів планування перевезення використанням геоінформаційних і математичних методів вибору оптимального маршруту

Графічна частина складається з 10 плакатів.

Ключові слова: великогабаритний вантаж, автомобільний транспорт, маршрут, перевезення, маршрут.

ABSTRACT

Gotoshiya V.V. Improving the planning of transportation of oversized cargo by road of the limited liability company "Automagistral-Pivden" city of Odesa. Master's qualification work in the specialty 275 - Transport technologies (by types), specialization 275.03 - Transport technologies (in road transport), Educational and professional program - Transport technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 119 p.

In Ukrainian. Bibliography: 25 titles; fig.: 24; table. 21.

The master's qualification work solves a scientific and practical problem, which is to ensure guaranteed safe transportation of oversized cargo based on improving transportation planning processes using geoinformation and mathematical methods of choosing the optimal route.

The graphic part consists of 14 posters.

Keywords: oversized cargo, road transport, route, transportation, route.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
РОЗДІЛ 1 ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ 8
1.1 Характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь» 8
1.1.1 Історія розвитку підприємства 8
1.1.2 Наявна виробнича база 14
1.1.3 Список наявного рухомого складу 18
1.2 Особливості організації перевезень великогабаритних та великовагових вантажів автомобільним транспортом 20
1.3 Нормативно-правове регулювання транспортування великогабаритних і великовагових вантажів 25
1.4 Транспортна затримка 23
1.5 Висновки до розділу 1 28
РОЗДІЛ 2 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ 44
2.1 Удосконалення планування перевезень великогабаритних вантажів 44
2.2 Розробка методики вибору оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу з використанням теорії графів і цифрової моделі маршрутною мережі 62
2.3 Висновки до розділу 2 70
РОЗДІЛ 3 ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ 71
3.1 Ціль і завдання експериментальних досліджень 71
3.2 Визначення найкоротшого за довжиною маршруту перевезення ВВВ з використанням алгоритму Дейкстри та альтернативних варіантів 75

3.3 Висновки до розділу 3 85
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ 86
4.1 Розробка рекомендацій щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу 86
4.2 Основні несприятливі події на маршруті перевезення та заходи, що впливають на процес зниження ризиків до прийнятного рівня 94
4.3 Висновки до розділу 4 98
ВИСНОВКИ 99
СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ 100
ДОДАТКИ 103
ДОДАТОК А (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА 104
ДОДАТОК Б. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ 114

ВСТУП

У умовах війни та повоєнного відновлення країни для реалізації масштабних інженерних проєктів значно зростає потреба в ефективному і безпечному перевезенні великогабаритних вантажів. Автомобільний транспорт залишається одним із найгнучкіших та найефективніших засобів доставки великогабаритних вантажів, особливо в умовах складної логістичної мережі. Проте організація подібних перевезень вимагає врахування низки обмежень – нормативних, технічних, дорожніх і погодних, – а також потребує ретельного планування маршрутів, взаємодії з органами місцевого самоврядування та відповідних дозвільних процедур.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь» — провідне підприємство України у сфері дорожнього будівництва та обслуговування транспортної інфраструктури — активно здійснює перевезення великогабаритної будівельної техніки та конструкцій. У зв'язку з цим актуальним завданням є вдосконалення процесів планування перевезень, що дозволить зменшити ризики, знизити витрати та підвищити ефективність логістичних операцій підприємства.

Проблематика перевезення великогабаритних вантажів набуває особливого значення в умовах зростання темпів модернізації дорожньо-транспортної інфраструктури України. Зважаючи на обмежену пропускну здатність окремих ділянок дорожньої мережі, необхідність дотримання норм безпеки руху, а також жорсткі вимоги до збереження цілісності дорожнього покриття, питання планування маршрутів великогабаритних перевезень стає критичним чинником загальної ефективності транспортного процесу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-14 від 05.12.2012 р.; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів

України, Стратегії сталого розвитку «Україна-2030» № 722/2019. від 30.09.2019 та Стратегії розвитку Вінницької міської територіальної громади до 2030 року – Стратегії 3.0.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є забезпечення гарантовано безпечного перевезення великогабаритних вантажів на основі вдосконалення процесів планування перевезення використанням геоінформаційних і математичних методів вибору оптимального маршруту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- аналіз особливостей перевезення великогабаритних вантажів різними видами транспорту;
- підвищити ефективність процесу планування перевезення великогабаритних вантажів;
- вибір оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу;
- розробка рекомендацій щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу.

Об'єкт дослідження – процес організації перевезення великогабаритного вантажу автомобільним транспортом.

Предмет дослідження – технологія планування маршруту перевезення великогабаритного вантажу автомобільним транспортом.

Новизна одержаних результатів.

Розроблено модель вибору гарантовано безпечного маршруту перевезення великогабаритного вантажу з використанням цифрової моделі дорожньої мережі і проведенням необхідних заходів, що знижують можливі ризики.

Розроблено рекомендації щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу.

Апробація результатів роботи. Частина результатів роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)» ВНТУ, 2025.

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в одній публікації [1].

РОЗДІЛ 1
ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

1.1 Характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь»

1.1.1 Історія розвитку підприємства

Компанія «Автомагістраль-Південь» є одним із провідних учасників ринку дорожнього будівництва в Україні. Вона здійснює діяльність у більшості областей країни, реалізуючи значні інфраструктурні проєкти. Основою її стабільного розвитку є розгалужена матеріально-технічна база, що включає 26 виробничих підрозділів, 12 сучасних асфальтобетонних заводів та близько 750 одиниць спеціалізованої техніки. У компанії працює команда досвідчених фахівців, а значна увага приділяється впровадженню новітніх технологій, оновленню технічного забезпечення та підготовці молодих спеціалістів у співпраці з профільними закладами вищої освіти. У поточному році компанія розпочала діяльність на ринках суміжних країн і планує подальше розширення на міжнародному рівні.

Початок діяльності підприємства у сфері дорожнього будівництва датується 2004 роком. На той час це була невелика регіональна підрядна організація з обмеженим кадровим і технічним ресурсом. Завдяки поетапному розвитку, вдалося сформувати потужну національну компанію, здатну виконувати складні проєкти будь-якого рівня. Зі зростанням кількості виграних тендерів розширювалися масштаби діяльності підприємства. Орієнтація на високу якість виконання робіт, інвестиції у виробничу базу, технологічне оновлення та професійний розвиток персоналу забезпечили компанії провідне місце в галузі.

Місія компанії: «Автомагістраль-Південь» націлена на створення сфективної бізнес-моделі європейського рівня. «Ми прагнемо залучити кращих

професіоналів ринку, налагодити оптимальні процеси всередині компанії, створити сучасну виробничу базу, сформувати стратегію, що дозволяє досягти високої конкурентоспроможності».

З 2016 партнером «Автомагістраль-Південь» є однин із кращих автодорожніх навчальних закладів у країні - Барський коледж транспорту і будівництва НТУ, який знаходиться у Вінницькій області.

Кількість і географія проектів «Автомагістраль-Південь» з кожним роком зростають (рис.1.1). Запорука успішного розвитку - високотехнологічні асфальтобетонні заводи відомих світових виробників. Виробництво розміщено в 7 регіонах і включає 15 виробничих баз. У 2018 році компанія ввела в експлуатацію ряд нових виробництв. Так, був відкритий перший завод компанії в Запорізькій області продуктивністю 200 тонн на годину. В смт. Дергачі Харківської області "Автомагістраль-Південь" запустила найпотужніший в Україні асфальтобетонний завод продуктивністю 320 тонн на годину. Нові заводи компанії італійського виробника Marini Fayat Group відповідають найжорсткішим європейським вимогам по екології.



Рисунок 1.1 – Схема розташування автомобільних доріг, що обслуговує підприємство та кількість виконаних об’єктів на території України

«Автомагістраль-Південь» володіє сучасним парком дорожньо-будівельної техніки відомих світових виробників: Wirtgen, JCB, HAMM, Komatsu, New Holland, SEM, Ford, Astra, Caterpillar, BOMAG, VÖGELE, Zoomlion, CASE, Ammann, Hofmann.

"Автомагістраль-Південь" - лідер дорожнього та інфраструктурного будівництва в Україні (рис 1.2). Компанія реалізує найбільш масштабні проєкти у країні – будує нові швидкісні магістралі, транспортні розв'язки, мости, гідротехнічні споруди та аеродромні комплекси. Компанія вже багато років посідає перше місце в Україні за обсягами робіт і присутня у більшості регіонів.

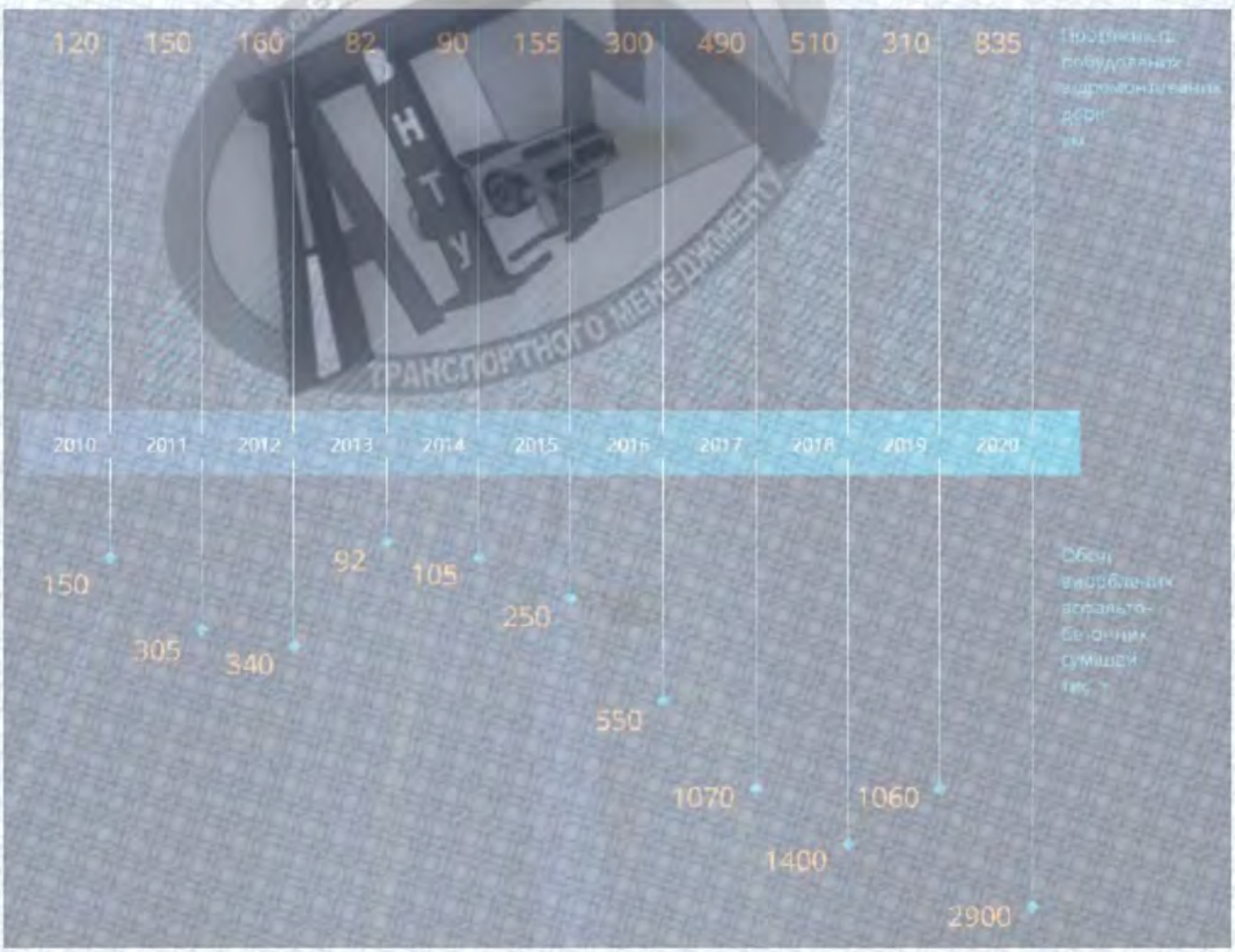


Рисунок 1.2 – Обсяги виробничої діяльності підприємства

Компанія також є лідером у галузі експлуатаційного утримання доріг – в сезоні 2021 протяжність дорожньої мережи «Автомагістраль-Південь» зросла до 2,1 тис. кілометрів. Компанія створила розгалужену мережу виробництва, яка складається з 26 сучасних виробничих баз, 18 асфальтобетонних заводів, 6 бетонних заводів, 12 змішувальних установок з приготування щебеневих сумішей, оброблених цементом. Парк дорожньо-будівельної техніки компанії становить понад 2 тисячі одиниць. У компанії працює згуртована команда професіоналів – 6,5 тисяч співробітників.

Загалом за майже 20-річну історія компанія реалізувала понад 500 проєктів в Україні та сусідніх країнах.

У сезоні 2021, напередодні війни, компанія досягла найбільш визначних результатів за всю історію розвитку. За один рік було відновлено майже 900 кілометрів доріг та 50 мостів, випущено майже 4 млн тонн асфальтобетонних сумішей. Капітальні інвестиції сягнули 1,5 млрд грн. Мережа виробництв збільшилась до 26 баз та 18 сучасних асфальтобетонних заводів. Відкрито 4 нових заводи. У Павлограді запущений найбільший у країні асфальтобетонний завод потужністю 360 тонн на годину. Потужність виробництва зросла до 4,2 тисяч тонн на годину. Парк техніки збільшився до 2,5 тисяч одиниць.

У 2021 році відкрита нова злітно-посадкова смуга в аеропорту «Одеса». Масштабний проєкт було реалізовано протягом 2 років.

У 2022-2023 роках під час війни компанія в менших об'ємах, але продовжила діяльність. З початком деокупації північних та східних регіонів України компанія розчищає автошляхи, ремонтуємо так звані «дороги життя». Облаштовує об'їзди та переправи поруч зі зруйнованими мостами. Будує для військово-повітряних сил та протиповітряної оборони. Зводить захисні споруди для енергетичних об'єктів. Відновлює зруйновану інфраструктуру (рис. 1.3)



Рисунок 1.3 – Зведення захисних споруд

Найбільші проєкти 2022 року - на Київщині, де компанія відновила повноцінну логістику із Заходу на Схід. Із західної сторони столиці відбудувано міст через Ірпінь на трасі Київ-Чоп. Це перший в країні великий інфраструктурний об'єкт, капітально відновлений з початку війни. Зі східної стороні столиці відбудувано міст через річку Трубіж на трасі Київ-Харків.

Структура має тісні зв'язки з її елементами: ланками управління на кожному рівні, цілями, функціями, процесом управління, чисельним і професійно-кваліфікаційним складом працівників, ступенем централізації і децентралізації функцій управління, інформаційними зв'язками. В рамках організаційної структури відбувається рух потоків інформації і прийняття управлінських рішень, у чому беруть участь менеджери всіх рівнів, категорій і професійної спеціалізації.

«Автомагістраль-Південь» першою на українському будівельному ринку запроваджує ERP-систему Microsoft Dynamics 365 Business Central.

Компанія повністю відмовляється від паперового документообігу.

ERP-система не лише акумулює, але й аналізує інформацію щодо всіх без виключення виробничих, управлінських, фінансових процесів для цього:

кожен співробітник компанії отримає доступ до корпоративного застосунку;

через смартфон, планшет або ноутбук, працівник вносить у персональний електронний кабінет дані, які раніше вказував у паперових відомостях, журналах обліку, тощо.

Це значно спрощує систематизацію, синхронізацію та аналіз інформації. Економить робочий час, оптимізує витрати, дозволяє виявляти «слабкі місця», швидко реагувати та підвищувати ефективність процесів.

Автоматизована система управління складається з різних модулів. Деякі з них вже запроваджені і працюють, деякі в процесі налаштування.

Зокрема, у «Автомагістраль-Південь» з'явилась власна корпоративна «Дія». Через адміністративний модуль співробітник може запросити будь-який документ, витяг, довідку. В тому ж модулі є:

- перелік матеріально-технічних цінностей працівника;

- цифровізована система обліку робочого часу.

Повністю переведений в цифру облік палива: водії паливозаправників вносять інформацію щодо обсягів отриманого та відвантаженого палива;

Модуль для механіків, операторів спецтехніки та водіїв. Система збирає дані щодо виконання рейсового завдання, ремонтів, використання запчастин, технічного обслуговування, тощо.

Створюється окремий модуль для майстрів, де керівники на місцях зможуть вносити заявку та фіксувати отримання матеріалів, звітувати щодо обсягів виконання робіт.

З'являться модулі для виробничих баз, де збиратиметься інформація з вагових комплексів.

Виробничі модулі інтегруються з системами бухгалтерського та фінансового обліку.

1.1.2 Наявна виробнича база

"Автомагістраль-Південь" - лідер дорожнього будівництва в Україні. В його складі знаходиться 26 виробничі бази.

Дніпропетровська обл. – 6

Харківська обл. – 3,

Одеська, Сумська, Львівська, Запорізька обл. – 2

Київська, Миколаївська, Полтавська, Донецька обл. – 1

Молдова – 1

1. Виробнича база м. Миколаїв

Продуктивність: 210 м3 /год. Введена в експлуатацію: грудень 2020.

Розташування: м. Миколаїв

Технічне оснащення - Бетонний завод LIEBHERR Betomix 4.5

2. Виробнича база с. Бутенки

Продуктивність: 268 м3/год. Введена в експлуатацію: вересень 2020.

Розташування: с. Бутенки, Полтавська область

Технічне оснащення - Бетонний завод LIEBHERR Betomix 3.0

Технічне оснащення - Змішувальна установка для приготування холодних сумішей MARINI coldFALT 400

3. Виробнича база «Міжнародний аеропорт «Одеса»

Продуктивність: 2 * 120 м3 /год. Введена в експлуатацію: вересень 2019.

Розташування: Міжнародний аеропорт «Одеса», Одеська Область

Технічне оснащення - Бетонний завод Goker GBS Compact 120 - 2

4. Виробнича база смг Царичанка

Продуктивність: 240 т/год. Введена в експлуатацію: липень 2020.

Розташування: смт Царичанка, Царичанський район, Дніпропетровська область

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод MARINI TOP TOWER 3000

– Установка для модифікації бітуму MARINI modiFALT 20

– Бітумне сховище 800 т

5. Виробнича база с. Степанівка (рис. 1.4)

Продуктивність: 240 т/час. Введена в експлуатацію: квітень 2020.

Розташування: смт. Степановка, Сумский район, Сумская область

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод MARINI TOP TOWER 3000

– Установка для модифікації бітуму MARINI modiFALT 20

– Бітумне сховище 700 т

6. Виробнича база с. Слов'янка

Продуктивність: 160 т/год. Введена в експлуатацію: березень 2017.

Розташування: с. Слов'янка, Межівський район, Дніпропетровська область

Технічне оснащення:

– Асфальтобетоний завод Кредмаш ДС-168

– Змішувальна установка для приготування холодних сумішей MARINI coldFALT 400

– Бітумосховище місткістю 200 тонн



Рисунок 1.4 – Виробнича база с. Степанівка

7. Виробнича база м. Вулканешти (Молдова)

Продуктивність: 240 т асфальтобетону за годину. Введена в експлуатацію: травень 2019.

Розташування: м. Вулканешти (Молдова)

8. Виробнича база с. Возсіятське

Продуктивність: 150 м3 бетона на годину. Введена в експлуатацію: вересень 2019.

Розташування: с. Возсіятське, Єланецького району Миколаївської області

Технічне оснащення - Liebherr Betomix

10. Виробнича база м. Одеса

Продуктивність: 160 т/год. Введена в експлуатацію: квітень 2011.

Розташування: м. Одеса

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод Кредмаш ДС -168

– Установка для приготування бітумної емульсії MARINI emulFALT 15

– Бітумосховище місткістю 2 тис т

11. Виробнича база с. Ходовичі

Продуктивність: 160 тонн/год. Введена в експлуатацію: квітень 2011.

Розташування: с. Ходовичі, Стрийський р-н, Львівська обл.

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод Кредмаш ДС -168

– Установка для приготування бітумної емульсії MARINI emulFALT 15

– Бітумосховище місткістю 600 тонн

12. Виробнича база смт. Шевченкове

Продуктивність: 160 тонн/год. Введена в експлуатацію: квітень 2012.

Розташування: смт. Шевченкове, Шевченківський район, Харківська область

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод AMMANN Global 160 Quick

– Установка для приготування бітумної емульсії MARINI emulFALT 15

– Бітумосховище місткістю 300 т

13. Виробнича база смт. Жвирка

Продуктивність: 240 тонн/год. Введена в експлуатацію: червень 2016.

Розташування: смт. Жвирка, Сокальський район, Львівська область

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод MARINI TOP TOWER 3000

– Установка для модифікації бітуму MARINI modiFALT 20

– Змішувальна установка для приготування холодних сумішей MARINI coldFALT 400

– Бітумне сховище місткістю 800 тонн

14. Виробнича база с. Пашена Балка

Продуктивність: 160 тонн/год. Введена в експлуатацію: квітень 2017.

Розташування: с. Пашена Балка, Дніпровський район, Дніпропетровська область

Технічне оснащення:

– Асфальтобетонний завод DMI DMAP MB 2000

– Установка для приготування бітумних емульсій emulFALT 15, продуктивністю до 15 тонн на годину

– Бітумосховище місткістю 200 тон

15. Виробнича база с. Могилів

– Бетонний завод Simem Eagle 5000. Продуктивність - 135 м3/год

16. Виробнича база м. Новомосковськ

– Асфальтобетонний завод MARINI TOP TOWER 3000. Продуктивність - 240 т/год

– Установка модифікації бітуму MARINI modiFALT 20. Продуктивність - 20 т/год

– Установка приготування бітумної емульсії MARINI emulFALT 15. Продуктивність - 15 т/год

1.1.3 Список наявного рухомого складу

Компанія «Автомагістраль-Південь» володіє сучасним парком дорожньо-будівельної техніки світових лідерів машинобудування. У розпорядженні підприємства понад 1500 технологічних транспортних і спеціальних машин, які

відповідають високим вимогам і регулярно проходять технічне обслуговування для підтримки максимальної продуктивності та виконання робіт у найкоротші терміни.

У розпорядженні підприємства є наступні транспортні засоби і спеціальні машини:

– автосамоскид – 790 шт (рис. 1.5);



Рисунок 1.5 – Самокиди ТОВ «Автомагістраль-Південь»

– інша спеціалізована техніка – 450 шт;
– коток дорожній – 130 шт;
– екскаватор – 75 шт;
– навантажувач – 70 шт;
– бульдозер - 65 шт;
– коток грунтовий – 50 шт;
– автогрейдер – 45 шт;
– асфальукладач – 31 шт;
– автогудронатор – 20 шт;

– міні-навантажувач – 26 шт;

– тягач/трал 15 шт (рис. 1.6);

– фреза – 12 шт;

– бетоноукладач – 2 шт;

– ресайклер – 2 шт;



Рисунок 1.6 – Тягач/трал ТОВ «Автомагістраль-Південь»

1.2 Особливості організації перевезень великогабаритних та великовагових вантажів автомобільним транспортом

Перевезення великогабаритних та великовагових вантажів (ВВВ) дорожніми транспортними засобами є одним з самих складних видів

автомобільних перевезень і, водночас, така категорія вантажів становлять суттєвий елемент промислового і будівельного комплексів. На дальніх маршрутах автотранспорт, як правило, виконує роль допоміжного засобу для підвезення або розвезення, тоді як основний етап перевезення здійснюється залізничним, морським або річковим транспортом. Проте для коротких та середніх відстаней (до 300 км), а також через обмеження в доступності інших видів транспорту, автомобільні засоби часто є єдиним ефективним варіантом доставки, включаючи й маршрути понад 500 км.

Згідно з даними Державної служби статистики України, за показником вантажообігу автотранспорт посідає третє місце (250,9 млрд т-км), поступаючись трубопровідному (2614,9 млрд т-км) та залізничному транспорту (2493,0 млрд т-км). Однак при внутрішніх перевезеннях за обсягом перевезених вантажів у 2020 році, як і в попередні роки, автотранспорт демонструє беззаперечне лідерство — на нього припадає 68,1% від загального обсягу (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Структура вантажоперевезень

На рис. 1.8 наведено динаміку загального обсягу вантажоперевезень автомобільним транспортом, а також перевезень, здійснених на комерційній основі. Інформаційною базою для побудови графіка слугують офіційні статистичні дані, розміщені на урядовому вебресурсі в розділі «Транспорт і транспортна інфраструктура».



Рисунок 1.8 – Обсяг перевезених дорожніми транспортними засобами вантажоодиниць, млн т за 2014-2020 рр.

У межах цієї роботи під поняттям «вантажообіг» мається на увазі сукупність транспортної роботи, здійсненої під час перевезення вантажів, тоді як «обсяг вантажоперевезень» означає фактичну кількість вантажу, переміщеного автотранспортом.

Аналіз поданих діаграми дозволяє дійти висновку, що з 2016 року і до початку 2020 року спостерігалося стале скорочення обсягів вантажоперевезень автомобільним транспортом. Водночас, починаючи з 2020 року, окреслюється тенденція до зростання кількості перевезень різних видів вантажів, що пояснюється, зокрема, активним збільшенням запитів на транспортування великогабаритних і великовагових вантажів для потреб промислового та будівельного секторів.

Одним із чинників, що сприяють розвитку вантажних перевезень автомобільним транспортом в Україні, є географічні особливості країни. Через велику протяжність території з півночі на південь і з заходу на схід, значна частина населених пунктів не має безпосереднього доступу до залізничних колій, а також водних транспортних артерій — річкових чи морських. У таких умовах єдиним можливим засобом доставки вантажів залишається автомобільний транспорт.

Автомобільні вантажні перевезення вирізняються універсальністю, адже дають змогу мінімізувати часові витрати на доставку та забезпечити транспортування за принципом «від дверей до дверей». Водночас ця форма логістики має низку серйозних обмежень.

Зокрема, продуктивність вантажного автотранспорту в Україні значно поступається рівню розвинених країн Європи. Основною причиною є знижена швидкість руху транспортних засобів, що, відповідно, призводить до зменшення обсягів перевезеної продукції в одиницю часу — майже удвічі менше, ніж у провідних країнах, таких як Німеччина. Така ситуація здебільшого спричинена незадовільним станом дорожнього покриття, невідповідністю доріг за категоріями і пропускною спроможністю, що особливо критично для переміщення великогабаритних і великовагових вантажів.

Крім того, значна частина автопарку українських перевізників складається із технічно застарілих транспортних засобів, експлуатація яких створює підвищені ризики для безпеки дорожнього руху.

Незадовільний стан дорожньої інфраструктури різних категорій автомобільних шляхів залишається серйозною проблемою. Значна частина автошляхів перебуває у незадовільному стані. Водночас, з 2020 року внаслідок реалізації державної програми «Велике будівництво» темпи ремонту та реконструкції автодоріг суттєво зросли. Проте транспортні артерії регіонального і місцевого значення, як і раніше, відчувають дефіцит фінансування. В умовах війни велика частина транспортних артерії, особливо на сході україни були

зруйновані та (або) втратили свою перспективу їх використання х точки зору безпеки.

Більшість недоліків автомобільних вантажних перевезень (АВП) пов'язана саме з технічним станом дорожньої мережі. Для оптимізації перевезень важких вантажів першочерговим чинником є якість дорожнього покриття, оскільки дозволена швидкість пересування транспортних засобів залежить від категорії та стану доріг.

За інформацією Укравтодору, основними причинами швидкого зношення дорожнього полотна є проїзд великовагових вантажівок дорогами загальнодержавного значення (56% усіх пошкоджень) та використання шин з шипами. У відомстві підрахували, що шкода від руху великовагових транспортних засобів у 2,6 рази перевищує щорічні бюджетні асигнування на утримання доріг. Це стало підґрунтям для посилення нормативного регулювання у сфері транспортування ВВВ.

Останні роки ринок перевезень великогабаритних і великовагових вантажів зазнав суттєвих трансформацій: розширилась географія поставок, з'явилися нові логістичні компанії та обладнання із підвищеними масово-габаритними характеристиками.

Вантажний автотранспорт залишається ключовим засобом забезпечення логістичних потреб промисловості й будівництва, що підтверджується офіційною статистикою. Кожне транспортування ВВВ є індивідуальним, супроводжується підвищеним рівнем ризику і потребує суворого контролю з боку держави. У разі перевищення встановлених нормативів за габаритами чи масою необхідні інженерні заходи: визначення маршруту, зміцнення елементів інфраструктури, тимчасове переміщення комунікацій тощо.

З огляду на особливості перевезень ВВВ, процес їх планування вимагає окремих методичних підходів, які враховують специфіку маршрутів, дорожніх умов і логістичних обмежень.

1.3 Нормативно-правове регулювання транспортування великогабаритних і великовагових вантажів

Поняття "великогабаритний вантаж" визначене у Правилах дорожнього руху України (Постанова КМУ № 1306 від 10.10.2001 р.). Згідно з пунктом 1.10, великогабаритним вважається вантаж, що при розміщенні на транспортному засобі або в складі автопоїзда перевищує хоча б один з установлених габаритних параметрів:

- довжина — понад 22,0 м для автопоїзда;
- ширина — понад 2,60 м;
- висота — понад 4,00 м від поверхні дороги;
- виступ вантажу — понад 2,0 м ззаду або 0,4 м збоку від габаритів транспортного засобу.

Такі вантажі потребують особливих умов перевезення через ризик порушення безпеки дорожнього руху, пошкодження дорожнього покриття, мостів, шляхопроводів та інших інженерних споруд.

Оцінка ефективності перевезень ВВВ неможлива без врахування діючих нормативних актів та системи відповідальності за їх порушення. Значні штрафні санкції (до 400 тис. грн для юридичних осіб) за недотримання вимог до руху великовагового та/або великогабаритного транспорту є інструментом державного нагляду і контролю у цій сфері. В Україні перевезення великогабаритних вантажів регламентується комплексом законодавчих та нормативно-технічних документів, зокрема:

- Закон України "Про автомобільний транспорт" (№ 2344-III від 05.04.2001)

У статті 31 цього Закону визначено загальні умови перевезень небезпечних, великовагових та великогабаритних вантажів. Зокрема, встановлюється, що такі перевезення здійснюються на підставі спеціального дозволу, який видається відповідно до встановленого порядку.

- Постанова Кабінету Міністрів України № 879 від 18.01.2001 "Про затвердження Правил надання послуг автомобільного транспорту"

Документ визначає процедуру організації перевезень ВГВВ, обов'язки перевізника, необхідність проведення технічного огляду, погодження маршруту, а також вимоги до пакету документів.

- Постанова КМУ № 879 від 27.06.2007 "Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування"

Цей нормативний акт регламентує граничні навантаження на осі транспортних засобів та умови отримання дозволу на рух дорогами загального користування. Встановлюються максимальні вагові та габаритні показники, перевищення яких вимагає оформлення відповідного дозволу.

- Наказ Міністерства транспорту України № 363 від 07.06.2010 "Про затвердження Порядку погодження маршрутів руху великогабаритних та великовагових транспортних засобів"

Порядок містить вимоги до погодження маршрутів, залучення органів місцевого самоврядування, дорожніх служб, а також передбачає оцінку технічного стану об'єктів інфраструктури, якими проходитиме маршрут.

- ДСТУ 8855:2019 "Автомобільні дороги. Вимоги до транспортних засобів з великогабаритними та великоваговими вантажами"

Цей стандарт запроваджує технічні вимоги до перевезення ВВВ, зокрема визначає гранично допустимі навантаження на вісь, динамічні характеристики руху, параметри стійкості транспортного засобу, правила пакування та кріплення вантажу.

- Закон України «Про безпеку дорожнього руху» (№196 від 10.12.1995) та Закон «Про автомобільні дороги» (№257 від 08.11.2007). Закон №257 визначає повноваження державних органів щодо регулювання процесу перевезень ВВВ.

Державні органи уповноважені:

– визначати порядок здійснення державного контролю безпеки автомобільних доріг;

– здійснювати нагляд за дорогами державного значення;

– затверджувати розмір компенсацій за шкоду від перевищення навантаження на вісь;

– регулювати порядок видачі спеціальних дозволів та габаритно-вагового контролю;

– затверджувати маршрути руху ВВВ;

– контролювати безпеку доріг обласного та місцевого рівня;

– вести облік збитків від перевезень ВВВ.

Органи місцевого самоврядування відповідають за безпеку місцевих доріг, затвердження їх переліків, облік збитків і координацію дорожньої діяльності в межах громади.

Виконавча влада здійснює загальний контроль, включно з організацією пунктів габаритно-вагового контролю, та визначає шкоду, завдану інфраструктурі під час транспортування ВВВ.

Таким чином, ефективне функціонування системи державного контролю потребує чіткого розподілу повноважень між центральними і місцевими органами влади.

Як вже зазначалося, ключовими документами, що регулюють сферу перевезень, є Правила дорожнього руху (постанова КМУ №1090 від 01.01.2021) та Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом (постанова КМУ №272 від 15.04.2011).

Додатково діють підзаконні акти, зокрема постанова КМУ №934 від 16.11.2009, яка затверджує Правила відшкодування шкоди від перевезень ВВВ, і наказ Мінтрансу №258 від 24.07.2012, що встановлює Порядок отримання спеціального дозволу на рух великовагового і великогабаритного транспорту.

Правила відшкодування встановлюють розміри компенсацій за транспортування вантажів, які перевищують допустиму масу транспортного засобу або осьові навантаження згідно з постановою №272. У ній також визначено три типи доріг за граничним навантаженням на вісь — 6, 10 і 11,5 тонн.

Затверджено формулу, за якою розраховується розмір плати в рахунок відшкодування збитків стосовно кожної ділянки автомобільної дороги, якими проходить маршрут транспортного засобу (формула 1.1). [17]

$$П_р = [P_{пм} + (P_{пом1} + P_{пом2} + ... + P_{помі})] \cdot S \cdot T_{тг}, \qquad (1.1)$$

де $П_р$ – розмір плати в рахунок відшкодування збитків ділянці автомобільної дороги (гривень);

$Р_{пм}$ – розмір шкоди при перевищенні значення допустимої маси транспортного засобу, визначений відповідно для автомобільних доріг державного значення, автомобільних доріг обласного або місцевого значення;

$Р_{пом1}$, $Р_{пом2}$, $Р_{помі}$ – розмір шкоди при перевищенні значень допустимих осьових навантажень, відповідно для автомобільних доріг державного значення, автомобільних доріг обласного або доріг місцевого значення;

$і$ – кількість осей транспортного засоби, по яким є перевищення допустимих осьових навантажень;

S – протяжність ділянки автомобільної дороги (сотні кілометрів);

$Т_{тг}$ – базовий компенсаційний індекс поточного року, розраховується по наступній формулі:

$$Т_{тг} = Т_{пг} \cdot Х \cdot І_{тг} \qquad (1.2)$$

де $Т_{пг}$ – базовий компенсаційний індекс попереднього року (базовий компенсаційний індекс 2025 року приймається рівним 1)

$І_{тг}$ – індекс-дефлятор, що використовується для оцінки інвестицій у основний капітал за всіма джерелами фінансування, враховується в частині, яка стосується капітального ремонту та утримання автомобільних доріг. Цей показник розробляється з метою формування прогнозу соціально-економічного розвитку країни та закладається під час складання державного бюджету на поточний та плановий періоди.

Починаючи з 1 липня 2015 року, набрала чинності постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014 № 12, яка внесла зміни до постанов № 934 від 16.11.2009 та № 272 від 15.04.2011. Зокрема, було затверджено Методичні рекомендації щодо визначення розміру шкоди, спричиненої перевезенням великовагових вантажів транспортними засобами.

На підставі Закону України від 08.11.2007 № 257, повноваження щодо встановлення розмірів шкоди у разі перевищення допустимої повної маси або осьового навантаження транспортного засобу покладено на відповідні органи державної влади. Це стосується як доріг державного значення, так і шляхів обласного та місцевого рівнів.

Законодавчі зміни, запроваджені у 2015 році, також внесли коригування до формулювань та розширили перелік відповідальностей у сфері транспортування вантажів. Зокрема, термін «перевезення великогабаритних та великовагових вантажів» було уточнено як «рух великовагових транспортних засобів». Крім того, на перевізника покладено заборону на транспортування вантажів, які підлягають поділу, але мають наднормативні параметри.

До позитивних нововведень належать:

– впровадження відповідальності вантажовідправника за перевантаження транспортного засобу понад встановлені норми;

– встановлення відповідальності органів, що видають спеціальні дозволи, за порушення термінів і порядку надання адміністративних послуг.

Закон від 13.07.2015 № 248 також закріпив нові терміни:

великоваговий транспортний засіб – транспорт, маса якого з вантажем або без нього, а також навантаження на одну вісь перевищують встановлені урядом нормативи (визначено постановою КМУ від 15.04.2011 № 272);

великогабаритний транспортний засіб – транспортний засіб, габарити якого перевищують дозволені межі, як з вантажем, так і без нього;

неподільний вантаж – вантаж, який не можна поділити на частини без втрати цілісності або споживчих властивостей. Якщо такий вантаж перевищує допустимі габарити транспортного засобу, він також вважається неподільним.

Окрім того, відповідно до внесених змін до статті 29 Закону України від 27.11.2011 № 257, було запроваджено заборону на пересування автомобільними дорогами великогабаритних та великовагових транспортних засобів у разі транспортування вантажів, які не є неподільними. Це нововведення істотно вплинуло на будівельну галузь, адже переважна більшість будівельних матеріалів (зокрема, бетон, щебінь, пісок, асфальт тощо) належать до категорії подільних.

Попри те, що згадані зміни набували чинності поступово впродовж року, багато перевізників не врахували їх своєчасно. У 2015 році це призвело до фінансових труднощів, оскільки численні контракти — як державні, так і комерційні — були укладені без урахування нових вимог, що, своєю чергою, спричинило зростання витрат і собівартості послуг.

До впровадження нормативних обмежень самоскиди, цементовози та інші спеціалізовані транспортні засоби завантажувалися максимально можливим обсягом, іноді навіть без оформлення відповідної документації. Після посилення контролю з боку наглядових органів середнє завантаження вантажівок зменшилося приблизно на третину. Унаслідок цього під сумнів була поставлена доцільність експлуатації деяких моделей спецтехніки, зокрема цементовозів та самоскидів з подвійними задніми осями, оскільки при недостатньому завантаженні частина сировини застигала, що призводило до виходу з ладу техніки.

Порушення правил пересування великогабаритного або великовагового транспорту регламентується статтею 12.21.1 Кодексу України про адміністративні правопорушення (КУпАП), і карається штрафом до 400 тисяч гривень.

Додатково, стаття 5.63.1 КУпАП встановлює адміністративну відповідальність за порушення вимог, пов'язаних із процедурою отримання спеціальних дозволів на рух зазначених транспортних засобів. Це включає недотримання термінів погодження маршрутів або затримки у видачі дозволу. Для посадових осіб штраф може становити до 50 тисяч гривень, а для юридичних осіб — від 250 до 500 тисяч гривень.

Крім того, у 2015 році було введено обов'язкову плату за пересування державними автомобільними дорогами загального користування для транспортних засобів, дозволена максимальна маса яких становить 12 тонн. Попри те, що такий платіж формально є компенсацією шкоди інфраструктурі, його розмір не має науково обґрунтованої бази. Встановлено єдиний тариф у розмірі 1,90 грн за кілометр для всіх таких автомобілів.

Несплата цього збору тягне за собою відповідальність згідно з Кодексом про адміністративні правопорушення — розмір штрафу може сягати 10 тисяч гривень.

Загалом, регулювання перевезень ВВВ здійснюється на різних адміністративних рівнях — державному, регіональному та місцевому — шляхом прийняття відповідних нормативних актів. Водночас високий рівень адміністративної відповідальності може мати критичні наслідки для невеликих транспортних компаній, підкреслюючи важливість грамотного й комплексного підходу до організації перевезень.

Незважаючи на детальну нормативну базу, існують низка нерозв'язаних питань, серед яких:

– відсутність урахування фактичного стану доріг при розрахунку розміру компенсації збитків;

– необґрунтоване подвійне нарахування платежів у формулі відшкодування;

– дублювання зборів за збитки при оформленні спеціального дозволу;

– надмірна складність і тривалість процедур отримання дозвільної документації;

– переважання паперових форм надання державних послуг;

– значна кількість необхідних дозволів, що ускладнює процес логістичного планування перевезень ВВВ.

Дослідження впливу ключових чинників на результативність перевезень великогабаритних та великовагових вантажів автомобільним транспортом

Згідно з положеннями постанови Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2009 року № 934, розмір компенсаційного платежу за шкоду, заподіяну дорожній інфраструктурі під час транспортування ВВВ, розраховується індивідуально для кожної окремої ділянки шляху, якою пролягає маршрут транспортного засобу.

Як уже згадувалося, здійснення перевезень великовагових та великогабаритних вантажів можливе лише за наявності спеціального дозволу. Для його оформлення заявник має подати пакет документів, що передбачає:

– заяву з реквізитами вантажовідправника;

– технічну схему транспортного засобу або автопоїзда із зазначенням кількості осей, коліс, взаємного розміщення осей (інтервалів між ними) та розподілу навантаження по осях;

– документи, що підтверджують технічні характеристики ТЗ та розташування вантажу;

– копії реєстраційних документів на транспортний засіб;

– документи на вантаж (товарно-транспортні накладні, сертифікати, технічні паспорти, документи виробника, що підтверджують клас, вагу, габарити вантажу та спеціальні умови його перевезення).

Усі подані документи мають бути належним чином завірені:

– заява і схема — підписом заявника, керівника або уповноваженої особи та печаткою (для юридичних осіб і ФОП);

– копії документів — підписом власника ТЗ і печаткою або нотаріальною завіркою.

Перед отриманням дозволу заявник зобов'язаний:

– сплатити державне мито у розмірі 1600 грн;

– компенсувати витрати, що можуть виникнути в процесі розгляду заявки, зокрема:

– сплату за перевищення допустимої повної маси або осьових навантажень;

– оплату проекту організації дорожнього руху у разі перевищення габаритів;

– покриття вартості зміцнення дорожнього полотна або інженерних споруд (за необхідності).

У разі невиконання цих умов, спеціальний дозвіл на перевезення ВВВ не надається.

У таблицях 1.1 та 1.2 наведено гранично допустимі значення загальної маси та осьових навантажень транспортних засобів, перевищення яких вимагає обов'язкового оформлення спеціального дозволу. У практиці транспортування великовагових вантажів переважно використовуються автопоїзди, які

складаються із сідельного тягача (або кількох) у поєднанні з напівпричепом-тралом. Такі транспортні засоби, як правило, мають шість або більше осей, а їх максимально допустима загальна маса становить 44 тонни. Це, своєю чергою, автоматично передбачає необхідність компенсації шкоди, заподіяної дорожньому покриттю.

Що стосується осьових навантажень, ситуація є дещо складнішою. У випадку, коли фактична маса транспортного засобу не може бути зменшена через конструктивні особливості вантажу, варіантом оптимізації може бути рівномірний розподіл маси по осях. Зокрема, збільшення кількості осей автопоїзда дозволяє знизити навантаження на кожну з них, у деяких випадках — до рівня, який не перевищує нормативних значень.

Інформація, подана в зазначених таблицях, є ключовою при виборі відповідного транспортного засобу або автопоїзда для перевезення вантажів. Вона також необхідна під час складання технічної схеми навантаженого транспортного засобу. Якщо під час розрахунків виявляється суттєве перевищення допустимих навантажень на осі, слід розглянути можливість використання іншого типу транспортного засобу, здатного рівномірніше розподілити масу.

Таблиця 1.1 — Гранично допустимі маси транспортних засобів [18]

Тип транспортних засобів/ їх комбінації, кількість та розташування осей	Допустима маса транспортного засобу, тон
Поодинокі транспортні засоби	
Двохосні	18
Тривісні	25
Чотирьохосні	32
П'ятивісні	35
Сідельні тягачі з напівпричепами	
Тривісні	28
Чотирьохосні	36
П'ятивісні	40
Шестивісні і більше	44

Таблиця 1.2 – Допустимі навантаження на осі транспортних засобів [18]

Розташування осей транспортного засобу	Відстань між суміжними осями, м	Допустимі осьові навантаження транспортних засобів, залежно числаколіс на кожній осі		
		для автомобільних доріг, розрахованих на осьове навантаження 6тон/вісь	для автомобільних доріг, розрахованих на осьову навантаження 10тон/вісь	для автомобільних доріг, розрахованих на осьове навантаження 11,5 тон/вісь
1	2	3	4	5
Поодинокі	від 2,5 м та більше	5,5 (6)	9 (10)	10,5 (11,5)
Спарені осі причепів, автомобілів-тягачів, сідельних тягачів, напівпричепів при відстані між осями (навантаження на візок, сума осьових мас)	до 1 (включно)	8 (9)	10 (11)	11,5 (12,5)
	від 1 до 1,3 (включно)	9 (10)	13 (14)	14 (16)
	від 1,3 до 1,8 (включно)	10 (11)	15 (16)	17 (18)
	від 1,8 до 2,5 (включно)	11 (12)	17 (18)	18 (20)
Будовані осі причепів, автомобілів-тягачів, сідельних тягачів, напівпричепів при відстані між осями (навантаження на візок, сума осьових мас)	до 1 (включно)	11 (12)	15 (16,5)	17 (18)
	до 1,3 (включно)	12 (13)	18 (19,5)	20 (21)
	від 1,3 до 1,8 (включно)	13,5 (15)	21 (22,5)	23,5 (24)
	від 1,8 до 2,5 (включно)	15 (16)	22 (23)	25 (26)

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
Зближені осі причепів, автомобілів-тягачів, сідельних тягачів, напівпричепів з кількістю осей більше трьох при відстані між осями (навантаження на одну вісь)	до 1 (включно)	3,5 (4)	5 (5,5)	5,5 (6)
	від 1 до 1,3 (включно)	4 (4,5)	6 (6,5)	6,5 (7)
	від 1,3 до 1,8 (включно)	4,5 (5)	6,5 (7)	7,5 (8)
	від 1,8 до 2,5 (включно)	5 (5,5)	7 (7,5)	8,5 (9)
Зближені осі транспортних засобів, які мають на кожній осі по вісім і більше коліс (навантаження на одну вісь)	до 1 (включно)	6	9,5	11
	від 1 до 1,3 (включно)	6,5	10,5	12
	від 1,3 до 1,8 (включно)	7,5	12	14
	від 1,8 до 2,5 (включно)	8,5	13,5	16

Витрати, пов'язані з утриманням і експлуатацією транспортних засобів, формують значну частину загальних витрат автотранспортного підприємства (АТП). Вони безпосередньо впливають на рівень собівартості наданих послуг або перевезеної продукції, а отже повинні бути економічно обґрунтованими та документально підтвердженими.

У процесі транспортування спеціалізованих великогабаритних та великовагових вантажів значну роль відіграють додаткові змінні витрати. Зокрема, це стосується оплати машин прикриття, необхідність використання яких визначається параметрами транспортного засобу (його довжиною, шириною, висотою). Чіткі умови застосування таких супровідних автомобілів наведено в таблиці 1.3.

Також до додаткових витрат належать витрати на залучення спеціальної техніки, що часто потрібна при перевезенні вантажів значної висоти або нестандартної форми, яка ускладнює маршрут.

Таблиця 1.3 — Обов'язкові вимоги до залучення автомобілів прикриття

Заходи по забезпеченню ПДР	Габаритні параметри транспортних засобів з вантажем								
	Висота більше 4,5 м	Ширина							
		До 3,5 м		3,5-4 м		4-4,5 м		4,5-5	Від 5 м
		Довжина							
		25-40 м	більше 40м	до 40м	більше 40м	до 40м	більше 40 м	будь-яка	будь-яка
Автомобіль прикриття спереду	1	1	2	1	2	1	2	2	Визначається проєктом ОДР

У разі виконання негабаритних перевезень автомобільним транспортом іноді виникає необхідність у розробці спеціальних проєктів організації дорожнього руху. Такі проєкти покликані мінімізувати ймовірність виникнення аварійних ситуацій на автошляхах України. У межах цієї роботи основна увага приділяється транспортуванню важких вантажів, а питання, пов'язані з негабаритними перевезеннями, розглядатимуться менш детально.

Однією з ключових змінних витрат під час перевезення великовагових вантажів є зобов'язання з відшкодування шкоди за перевищення допустимої повної маси транспортного засобу або автопоїзда, а також за перевищення нормативного осьового навантаження, встановленого для певного типу доріг. Розмір відповідного платежу за проїзд автомобільними дорогами загального користування державного значення регулюється постановою Кабінету Міністрів України № 934 «Про відшкодування шкоди, заподіяної транспортними засобами, що здійснюють перевезення великовагових вантажів автомобільними дорогами України» [17].

З метою оптимізації цієї статті витрат слід ретельно підходити до розробки маршруту перевезення. Враховуються такі чинники, як допустимі навантаження на осі, наявність штучних споруд на шляху (мостів, естакад тощо), а також їх вантажопідйомність та габаритні обмеження. Важливим є правильний підбір типу

автопоїзда, що дозволить зменшити або повністю уникнути перевищення нормативів по навантаженню. Помилка у виборі транспортного засобу може суттєво збільшити вартість логістичної операції.

У деяких випадках перед наданням дозволу на перевезення необхідно провести технічне обстеження окремих ділянок дороги або штучних споруд. Вартість таких досліджень включається до загальних витрат, проте їх ігнорування може стати підставою для відмови у видачі спеціального дозволу.

В сучасних умовах для великовагових транспортних засобів існує як система обмежень, так і специфічна процедура здійснення руху. Вона передбачає погодження маршруту з власниками доріг та інженерних споруд, а також обов'язкове відшкодування шкоди, яка залежить від типу дороги та затверджених тарифів. Варто зазначити, що чим нижча технічна категорія дороги, тим вищим є тариф на її використання.

Виходячи з вищенаведеного, вибір маршруту транспортування повинен ґрунтуватися на таких критеріях:

- категорія й технічний стан доріг;
- наявність обмежень (тимчасових або постійних);
- протяжність маршруту;
- економічна доцільність з урахуванням усіх супутніх витрат.

До основних витрат входить вартість спеціального дозволу, яка охоплює компенсацію шкоди, завданої дорожньому покриттю. У певних випадках витрати можуть суттєво зростати через необхідність:

- посилення окремих ділянок дороги;
- реконструкції або зміцнення дорожніх покриттів та споруд.

У випадку транспортування великогабаритних вантажів додаються витрати на демонтаж або тимчасове переміщення інженерних мереж (особливо електроліній у межах міської інфраструктури чи на залізничних переїздах), організацію супроводу (поліцією або технічного). У складних випадках обов'язковою стає розробка інженерних проєктів з кріплення вантажу та методики його перевезення.

Через велику кількість технічних обмежень та підвищений ризик пошкодження інфраструктури, транспортування вантажів, що значно перевищують допустимі габарити чи масу, класифікується як проєктне перевезення.

Згідно з нормативною базою [18], транспортний засіб з вантажем або без нього вважається великоваговим, якщо хоча б один із параметрів його маси перевищує встановлені допустимі значення.

Особливі характеристики великогабаритних і великовагових вантажів, зокрема їх значні розміри та маса, визначають специфіку організації процесу транспортування. До основних особливостей належать унікальність кожної вантажоодиниці, що обумовлює, по-перше, індивідуальний характер виконання перевезення, а по-друге – підвищену складність виконання навантажувально-розвантажувальних робіт.

Для переміщення таких вантажів використовуються спеціально адаптовані транспортні засоби, а також нестандартні методи завантаження, розвантаження й закріплення вантажу. Застосовується окрема технологія виконання вантажно-розвантажувальних операцій, що потребує високої точності та координації дій. Також підвищені вимоги ставляться до процесу планування та організації самого перевезення, оскільки потоки ВВВ мають нестабільний характер. Значні обмеження накладаються на маршрути переміщення, зокрема щодо допустимого навантаження на осі, можливості проїзду мостами, шляхопроводами та іншими інженерними спорудами. Високий рівень складності притаманний і безпосередньому процесу організації руху транспортного засобу з ВВВ.

З метою структурування усіх операцій, що входять до процесу підготовки перевезень ВВВ, розроблено алгоритм проектування технологічного процесу. Цей алгоритм застосовується при плануванні кожного перевезення і передбачає такі етапи:

– збирання та аналіз вихідної інформації щодо вантажу та умов транспортування;

– вибір виду транспорту та типу рухомого складу;

– визначення методів завантаження та розвантаження вантажу;

– формування маршруту переміщення;

– оформлення необхідних документів і отримання дозвільної документації;

– організація та безпосереднє виконання перевезення.

На кожному з етапів доцільно використовувати інформаційні технології, які значно скорочують терміни розробки проєктної документації, полегшують процес узгоджень та забезпечують ефективну взаємодію між усіма учасниками логістичного процесу. Додатково, застосування телематичних систем у межах цього алгоритму дозволяє контролювати оперативну інформацію в режимі реального часу, підвищуючи рівень безпеки під час транспортування.

На відміну від звичайних перевезень, де при формуванні маршруту перевага надається найкоротшому або найекономічнішому шляху, під час переміщення наднормативних вантажів пріоритетом є дотримання вимог безпеки, зокрема щодо збереження дорожньої інфраструктури.

Взаємодія системи «транспортний засіб – вантаж» з дорогою та інженерними об'єктами є складним процесом і потребує точного проектного опрацювання маршруту з метою мінімізації шкоди, яку може завдати проїзд великовагової техніки.

Вітчизняні умови перевезення ускладнені технічним відставанням розвитку дорожньої мережі, меншими порівняно з міжнародними стандартами допустимими осьовими навантаженнями, а також змінами в структурі транспортних потоків, зростанням інтенсивності руху і швидкостей.

Для ефективного здійснення перевезення ВВВ вкрай важливою є технологічна організація процесу доставки. Такий процес передбачає поетапну реалізацію перевізної задачі шляхом розподілу на взаємопов'язані операції, кожна з яких спрямована на підвищення загальної ефективності транспортування. Головною метою впровадження технологій є скорочення кількості дій і максимальне спрощення логістичного процесу.

Послідовність розробки технології перевезення ВВВ включає:

– визначення характеристик вантажу та умов перевезення;

– встановлення способу реалізації транспортування;

– вибір оптимального маршруту та методики перевезення;

– розробку комплекту технічної документації;

– контроль за дотриманням умов, визначених у спеціальному дозволі;

– аналіз ефективності запропонованого проекту;

– оформлення та затвердження технологічного проекту перевезення.

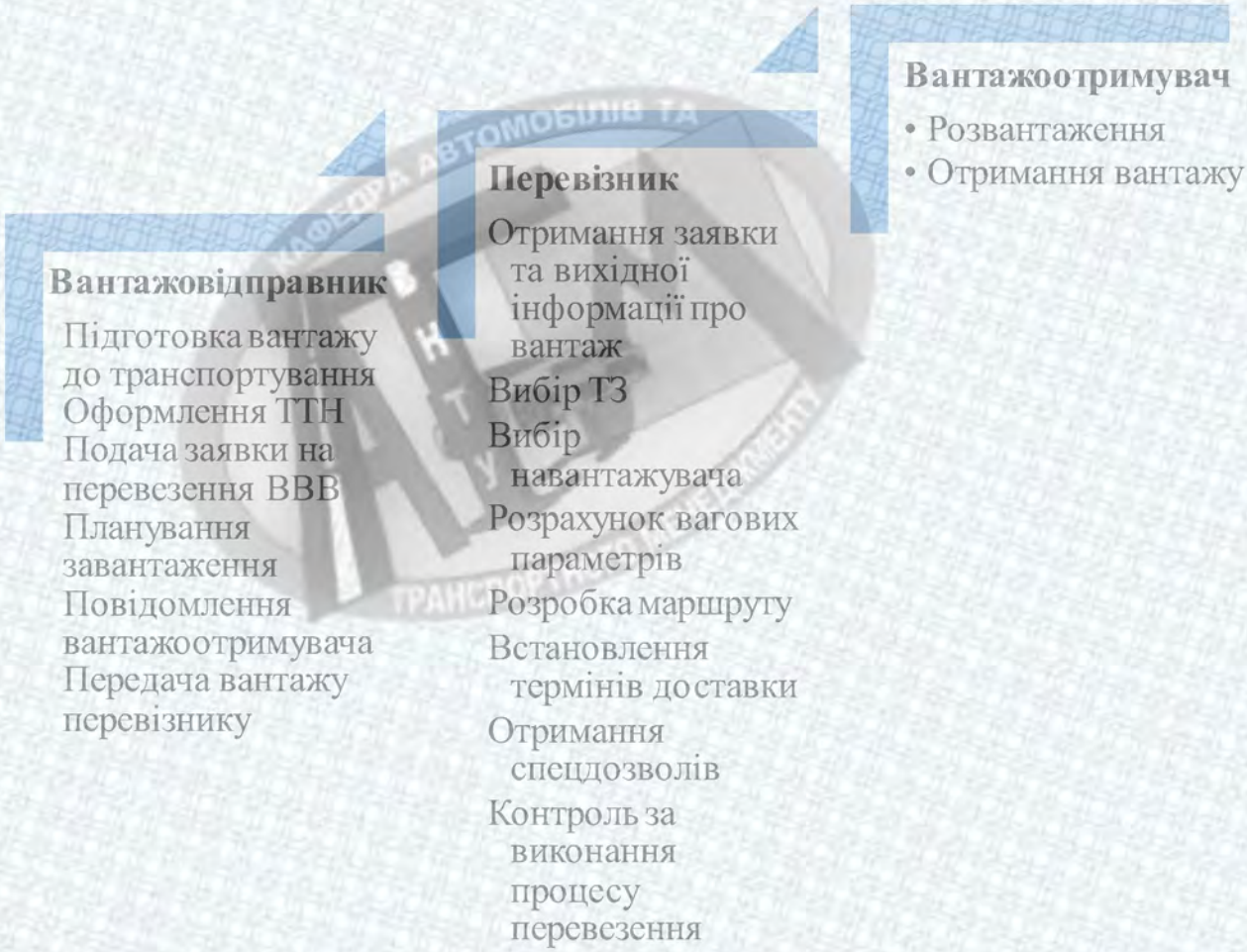


Рисунок 1.9 — Основні етапи технологічного процесу транспортування ВВВ

Удосконалення технологічного процесу є основною умовою оптимізація транспортування.

Оцінка ефективності вибраної технології доставки може бути проведеною по наступним критеріям:

– собівартість перевезень;

– питомі витрати;

– продуктивність рухомого складу;

– якість перевезень.

При плануванні транспортування ВВВ необхідно враховувати всі фактори, що впливають на заданий тип перевезень, тому що не облік якогось одного з факторів може спричинити різке зростання вартості транспортування або привести до зниження безпеки транспортування вантажоодиниць.

На транспортування ВВВ дорожніми транспортними засобами впливає комплекс техніко-експлуатаційних факторів, значимість яких відрізняється. Чинниками, надають найбільший вплив на транспортування ВВВ є: час простою автомобільного транспорту і змінні витрати на транспортування ВВВ.

Для вирішення задачі оптимізації експлуатації автомобільного транспорту, який здійснює транспортування ВВВ, необхідно визначити показник, що буде відповідати вимогам:

– найбільший вплив на ефективність транспортування ВВВ;

– можливість знаходження найкращого значення без зниження роботи автомобільного транспорту

Поверхневий аналіз показав, що значимість фактору «отримання спеціального дозволу на транспортування ВВВ» перевищує 40 % від загальних витрат ресурсів на транспортування.

Проблеми оптимізація перевізного процесу великовагових вантажоодиниць дорожніми транспортними засобами та дослідження в даній області

Питання оптимізації перевізного процесу найчастіше пов'язують з таким технологічними процесами, як вибір рухомого складу і оптимізація руху маршруту.

У зокрема, в дисертації Імаметдінов Р. Х. на тему: «Організація міжнародних перевезень великогабаритних і великовагових вантажоодиниць» [7] для досягнення зазначених цілей:

Проводить порівняльний аналіз пристосованості різних видів транспорту для транспортування ВВВ.

Досліджує механізми функціонування і взаємодії транспортних компаній при здійсненні перевізної діяльності.

Вивчає перспективи розвитку галузей економіки - основних споживачів послуг по перевезенні ВВВ і на цій основі здійснено прогнозування зміни структури перевезених ВВВ в найближчій перспективі.

Розробляє методику вибору виду транспорту для транспортування ВВВ, що дозволяє визначати найбільш ефективну схему транспортування таких вантажоодиниць у залежності від їх ваги, розмірів і дальності перевезень.

Вносить пропозиції по удосконалення методики визначення терміну окупності транспортних засобів з урахуванням специфіки перевезень ВВВ.

Дає конкретні рекомендації і запропоновані варіанти рішення проблем перевезень ВВВ, стимулюючі розвиток прогресивних способів доставки цих вантажоодиниць.

1.4 Висновки до розділу 1

Для досягнення високої ефективності транспортування великогабаритних і великовагових вантажів автомобільним транспортом необхідно застосовувати інтегрований підхід, що охоплює правове регулювання, планувальні процедури, організаційно-технологічні рішення та економічні аспекти. Проведені дослідження вказують, що вирішальним чинником, який визначає ефективність перевезень ВВВ, є типова класифікація й технічний стан дорожньої інфраструктури.

Аналіз і узагальнення наявних дослідницьких результатів дозволяють виокремити низку ключових проблем, які суттєво впливають на результативність перевізного процесу ВВВ автомобільним транспортом:

– відсутність цілісного підходу до формування маршрутів руху великовагових транспортних засобів, що не враховує реальний технічний стан доріг, тарифні ставки за користування інфраструктурою та інші обмеження на шляху;

– недосконаліть чинної державної методики розрахунку та компенсації збитків, спричинених рухом великовагових ТЗ;

– фрагментарність і неузгодженість нормативно-правових документів, які регламентують перевезення ВВВ;

– недостатній рівень функціонування систем автоматизованого контролю та державного сервісного супроводу, які регулюють рух великогабаритних і великовагових транспортних засобів.

На сьогодні відсутній уніфікований підхід до врахування складності нормативно-технологічних заходів, спрямованих на зменшення потенційних ризиків під час планування перевезень великогабаритних вантажів. У зв'язку з цим необхідно зосередити увагу на впровадженні цифрових інструментів у сферу планування логістичних процесів. Зокрема, актуальним є розроблення методики вибору оптимального маршруту перевезення ВВВ на основі визначеного критерію (наприклад, мінімізації витрат, ризиків чи часу) з використанням цифрової моделі маршрутної мережі.

РОЗДІЛ 2
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ

2.1 Удосконалення планування перевезень великогабаритних вантажів

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у доставці критично важливих ресурсів до кінцевого споживача. Це зумовлено низкою вимог: забезпечення надійності та безпеки перевезень, здатність працювати в екстремальних умовах та під час надзвичайних ситуацій.

Окрім загальних вимог до транспортного обслуговування, перевезення вантажів супроводжується специфічними викликами, пов'язаними з суворими природно-кліматичними умовами та недостатньо розвиненою транспортною інфраструктурою.

Зростання обсягів залізничного та авіаційного перевезення, а також ускладнення умов доставки критично важливих ресурсів вимагають постійного вдосконалення технологій управління, координації та контролю за організацією транспортних процесів.

Водночас зростає ризик відхилення від запланованих маршрутів, а пошук рішень у позаштатних ситуаціях під час перевезень стає більш трудомістким. Це ускладнює впровадження математичних методів планування перевезень. Крім того, до планування перевезень критично важливих ресурсів висуваються підвищені вимоги щодо гнучкості з метою мінімізації ризиків при ухваленні управлінських рішень.

Метою даного розділу є ідентифікація та аналіз ризиків, що виникають під час перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом, а також розробка моделей їх урахування в процесі логістичного планування.

Одним із найважливіших аспектів організації транспортування ВВВ є забезпечення гарантованої безпеки. Такі перевезення несуть потенційну загрозу

не лише для самого вантажу, а й для навколишнього середовища та інших учасників дорожнього руху.

Через свої розміри великогабаритні вантажі мають підвищений ризик ушкодження під час транспортування. Тому необхідно ретельно аналізувати маршрут з урахуванням висоти прольотів мостів, ширини проїзної частини та наявності перешкод. Важливим також є правильне розміщення й надійне кріплення вантажу на транспортному засобі, щоб уникнути його зсуву, падіння або пошкодження під час руху.

Ще одним критично важливим фактором при плануванні перевезень є вартість. Великогабаритні вантажі зазвичай представляють собою унікальне, високотехнологічне обладнання або спеціалізовану техніку, що має високу ціну. У разі ДТП збитки оцінюються не лише за розміром пошкодження чи втрати вантажу, а й за вартістю простою кінцевого споживача у зв'язку з очікуванням ремонту або виготовлення нової одиниці (якщо ремонт неможливий).

Крім цього, транспортування ВВВ потребує використання спеціалізованих транспортних засобів і, в окремих випадках, додаткового обладнання або пристроїв для навантаження та кріплення. Це суттєво впливає на загальну вартість перевезення.

Підготовка та утримання персоналу, відповідального за планування і здійснення перевезень ВВВ, також супроводжується значними витратами.

Третім важливим критерієм при організації перевезень є час. Великогабаритні вантажі вимагають попереднього отримання спеціального дозволу, який включає погодження маршруту з відповідними органами. Процес отримання таких погоджень може бути тривалим, що призводить до затримок. Саме тому часовий фактор необхідно враховувати заздалегідь і включати до логістичного плану відповідні заходи, які дозволяють мінімізувати затримки та забезпечити своєчасну доставку вантажу до місця призначення.

З допомогою класифікації ризиків і їх факторів виробляється комплексна ідентифікація ризиків з необхідним ступенем деталізації. На Рис 2.1 наведено

ієрархічна класифікація ризиків, що виникають при плануванні перевезення великогабаритного вантажу.



Рисунок 2.1 – Ієрархічна класифікація ризиків, що виникають при плануванні перевезення великогабаритного вантажу

У даному розділі проведено аналіз ключових факторів, що спричиняють виникнення ризиків при перевезенні великогабаритних вантажів, а також розроблено методику їх класифікації за ієрархічними рівнями з метою забезпечення ефективного управління ризиками на етапі планування перевезень критично важливих вантажів (КВВ).

Процес управління ризиками включає такі основні етапи:

- докладний опис логістичного проєкту, зокрема визначення габаритних параметрів інтегрованої системи «вантаж + транспортний засіб»;
- характеристика технологічних особливостей навантажувально-розвантажувальних операцій;
- фіксація точок входу та виходу у транспортно-логістичній системі;

- ідентифікація потенційних ризиків, що можуть виникнути при реалізації альтернативних маршрутів перевезення;
- проведення якісного та кількісного аналізу ризиків;
- формування плану реагування на виявлені ризики;
- розроблення комплексу заходів з моніторингу ризиків упродовж усього процесу транспортування.

Перевезення великогабаритних вантажів є невід'ємною частиною як світової, так і вітчизняної логістики. Проте на всіх видах транспорту, зокрема й автомобільному, такі перевезення пов'язані з численними ризиками, в основі яких лежать особливості та складності, пов'язані з транспортуванням великогабаритних вантажів.

Для аналізу ризиків, що виникають при підготовці та у процесі перевезення КВВ, у дослідженні застосовується теорія ризиків [54–67]. Теорія ризику — це аналітичний підхід, що базується на теорії ймовірностей, при якому ризик розуміється як ймовірність виникнення несприятливих подій. Теорія ризику допомагає оцінити ризики та розробити стратегії для управління ними. Основна ідея теорії ризику по відношенню до перевезення великогабаритних вантажів полягає в тому, щоб зрозуміти, які події можуть відбутися в процесі транспортування, яка їх ймовірність і які наслідки вони можуть мати. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення при плануванні перевезення і застосовувати відповідні заходи обережності, зменшуючи можливі збитки або ускладнення під час руху вантажу.

Кожен вид людської діяльності пов'язаний із ризиком. У контексті технологічних систем ризик визначається як ймовірність настання подій, здатних викликати матеріальну шкоду або інші втрати, а також оцінка масштабу цих втрат [68].

Ризики за складністю поділяються на два види:

- Простий ризик — це вид ризику, який не має підвидів. До таких ризиків належать, наприклад, пошкодження вантажу під час навантаження або вивантаження, неправильне кріплення вантажу тощо.
- Складний ризик характеризується тим, що складається з ієрархії кількох підвидів ризиків. До складних ризиків належать ДТП, особливо під час маневрування з великогабаритними вантажами, ушкодження транспортної мережі або дорожньої інфраструктури у випадку неправильної маршрутизації або оцінки габаритів, а також недотримання правил безпеки під час перевезення.

У процесі транспортування великогабаритного вантажу можуть виникати різні потенційні ризики, які класифікуються наступним чином: економічні, соціальні, політичні, екологічні та технічні [17, 18].

Економічний ризик (R_e) характеризується як співвідношення потенційної вигоди і можливих збитків, які може бути отримано внаслідок здійснення господарської діяльності.

Ймовірність виникнення економічного ризику визначається за формулою:

$$R_e = \Delta L_{ek} / L(t) \tag{2.1}$$

де $L(t)$ — загальна кількість перевезень КМР за період t.

Економічний ризик впливає насамперед на вартість перевезення вантажу. У більшості випадків вантажі нестандартних розмірів є високотехнологічним обладнанням, призначеним для впровадження інноваційних технологій або модернізації діючих підприємств. Слід також враховувати значні трудові витрати, пов'язані з підготовкою та здійсненням перевезень такого типу вантажів.

Соціальний ризик (R_c) відображає ступінь і тяжкість негативних наслідків різних явищ і змін, які погіршують якість життя людей. Це ризик, якому піддається група або спільнота людей. Одним із способів оцінки соціального ризику є аналіз динаміки смертності на 1000 осіб відповідної групи:

$$R_c = \Delta L(t) / L(t) \tag{2.2}$$

де $\Delta L(t)$ – кількість перевезень КМР, при яких виникли соціально-негативні наслідки.

Соціальний ризик впливає на мешканців населених пунктів, через які проходить маршрут. Перевезення вантажів, що перевищують допустимі габарити та вагу, можуть обмежувати пересування, впливати на громадське життя та знижувати транспортну доступність.

Соціальний ризик також охоплює сферу охорони праці та здоров'я персоналу. До нього належать як короткострокові, так і довгострокові наслідки для здоров'я, які можуть виникати внаслідок впливу небезпечних чинників, зокрема токсичних речовин при транспортуванні вантажів на великі відстані.

Політичний ризик (R_p) визначається як ймовірність безпечного перевезення КМР з урахуванням можливого негативного впливу політичних рішень на різних рівнях по маршруту:

$$R_p = (L(t) - Ln(t)) / L(t) \quad (2.3)$$

де $Ln(t)$ — кількість перевезень, ефективність яких зазнала впливу політичних рішень.

Політичний ризик залежить від ступеня втручання держави у логістичні процеси. Прикладами є встановлення високих тарифів, обмеження на отримання дозволів, податкові пільги для окремих компаній тощо.

Екологічний ризик (R_{ek}) відображає ймовірність екологічного порушення, зумовленого впливом транспортування:

$$R_{ек} = \Delta E(t) / \Delta L(t) \quad (2.4)$$

де $\Delta E(t)$ — кількість екологічних інцидентів.

Негативний екологічний вплив пов'язаний із підвищеним рівнем викидів через знижену швидкість руху, необхідність супровідної техніки, обмеження на маршрутах тощо.

Оскільки ризик є невід'ємною частиною діяльності, його поділяють на прийнятний і неприйнятний. Якщо ризик визнається неприйнятним, необхідно реалізувати заходи щодо його зниження до допустимого рівня: зменшення ймовірності подій, зниження шкоди, захист довкілля.

Технічний ризик (Rt) – комплексний показник, що характеризує надійність технічних систем. Розраховується за формулою:

$$R_t = \Delta T(t) / T(f) \tag{2.5}$$

де $\Delta T(t)$ – кількість технічних відмов;

$T(f)$ – кількість ідентичних технічних систем.

Фактори технічного ризику охоплюють габарити, вибір ТЗ, технологію навантаження, розробку маршруту, кріплення вантажу, умови зберігання тощо.

Ймовірність виконання гарантовано безпечною перевезення оцінюється на основі обліку всіх можливих ризиків, виникаючих в процесі перевезення КВВ.

При умови, що несприятливі події виникаючі в процесі перевезення, є незалежними несумісними подіями, ймовірність виконання гарантовано безпечного перевезення P_Σ визначається по формулі:

$$P_\Sigma = 1 - \sum_{i=1}^{5} R_i, \tag{2.6}$$

де R_i – вид ризику, описаний вище, і, 2,…,5.

У розгорнутому вигляді цей вираз має вид:

$$P_\Sigma = 1 - (R_e + R_c + R_п + R_{ек} + R_т), \tag{2.7}$$

де R_e – економічний ризик,

R_c – соціальний ризик,

$R_п$ – політичний ризик,

$R_{ек}$ – екологічний ризик,

$R_т$ – технічний ризик.

Фактори, зумовлюючі технічні ризики при транспортування великогабаритних вантажів, можна класифікувати на керовані і некеровані.

Керовані фактори представляють собою фактори, які можна впливати в процесі планування перевезення ВВВ, а некеровані фактори, відповідно, - це комплекс факторів, на які не можна значно вплинути.

Керовані фактори ризиків включають:

– персонал, бере участь в підготовці і реалізації перевезення (фахівці по оформлення дозвільних документів, технічні фахівці по підготовці креслень вантажу в транспортному стані, стропальники при вантажно-розвантажувальних роботах, бригада супроводу і машина прикриття при великогабаритному вантажі);

– вибір відповідного транспортного засобу по параметрам вантажу (розсувні причепи по довжині та ширині, причепи з апарелями для навантаження самохідний техніки, багатомодульна система причепа при перевезенні великовагових вантажів, низькорамний причіп для високих вантажів і т.д.);

– забезпечення підходящою вантажно-розвантажувальної технікою (кран, навантажувач).

Некеровані фактори ризику - це фактори, на які немає можливості впливати, зокрема:

– вагогабаритні характеристики вантажу (довжина, ширина, висота, маса);

– природно-кліматичні умови перевезення (граничні температури, наявність опадів - туман, дощ, ожеледиця, сильний вітер, піщані бурі);

– транспортна інфраструктура по маршруту руху (мости, естакади, ЛЕП, ЗД переїзди, пішохідні переходи, газопроводи і тощо);

– якість дорожній мережі по маршруту (класифікація та категорія дороги, ландшафт дороги – рівнинний, гористий);

– нормативно-правова база, регулююча перевезення ВВВ.

Класифікація технічних факторів керованих і некерованих ризиків представлена у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Класифікація технічних факторів ризику (керовані і некеровані)

ТЕХНІЧНІ ЧИННИКИ	некеровані	Характеристики великогабаритного вантажу	Габарити вантажу (довжина, ширина, висота)
		Категорії доріг і рельєф місцевості	Класифікація і категорія дороги (кількість смугруху, ширина смуги, наявність роздільною смуги та т.п.) Рівнинний, горбистий, гірський рельєф (Ухили в поздовжньому профілі, криві малого радіуса, серпантини, споруди від лавин і зсувів)
		Транспортна мережа	Штучні споруди на маршруті руху (мости, естакади, ЛЕП, з/д переїзди, пішохідні переходи, газопроводи і т.д.)
		Погодні та сезонні умови	Граничні температури (позитивні, негативні) Наявність опадів (туман, дощ, сніг, ожеледиця) Сильний вітер, піщані бурі
		Вимоги нормативної бази і ПДР	Швидкість оформлення дозволів на перевезення Транспорт супроводу Спеціальні знаки, проблисковий маячок
	керовані	Персонал	Стаж не менше 5 років Регулярні курси підвищення кваліфікації
		Рухомий склад	Вантажопідйомність і габарити тягача / причепа Особливості конструкції рухомого складу (умови правил навантаження/вивантаження, можливість розсунення причепа)
		Вантажно-розвантажувальні такріпильні роботи	Самохідність вантажу, правила навантаження/вивантаження; кран або навантажувач Спосіб кріплення вантажу та необхідний кріпильний матеріал

У випадку, якщо перевезення ВВВ підприємством носять масовий характер і виконуються по стабільним маршрутам, може бути зібрана статистика в основі якої можна оцінювати ймовірність гарантовано безпечного перевезення підприємством. Ймовірність успішною перевезення ВВВ в цілому по підприємству можна оцінити по формулі повної ймовірності:

$$P(A) = \sum_{j=1}^{k} P(A|B_j)P(B_j), \quad (2.8)$$

де $P(A|B\ j)$ – умовна ймовірність успішного провезення ВВВ при умови вибору j - ого маршруту;

$P(B_j)$ – безумовна ймовірність вибору j - го маршруту перевезення ВВВ, яка може оцінюватися відносною частотою цього маршруту.

У випадку масового характеру перевезень ВВВ значний інтерес має надійність перевезення по окремим маршрутам, яка може бути оцінена ймовірністю гарантовано безпечного перевезення по заданому j- тому маршруту (r_j) з обліком впливу факторів зовнішньої середовища.

Величина r_j може бути оцінена наступним чином:

$$r_j = P(A|B_j) = \sum_{t=1}^{m} P(A|B_j|C_t)\,P(C_t), \quad (2.9)$$

де r_j – ймовірність гарантовано безпечною перевезення на j-тому маршруті з урахуванням несприятливих факторів зовнішньої середовища;

$P(A|B_j\ |C_t)$ – ймовірність гарантовано безпечною перевезення на j-тому маршруті при умови дії несприятливих факторів зовнішньої середи по сценарію C_t.

Несприятливими факторами зовнішньої середовища, які враховуються в роботі є кліматичні та дорожні умови. Діями цих факторів може описуватися наступними сценаріями:

C_1 – перевезення при сприятливих кліматичних і дорожніх умовах;

C_2 – перевезення при сприятливих кліматичних і несприятливих дорожніх умовах;

C_3 – перевезення при несприятливих кліматичних і сприятливих дорожніх умовах;

C_4 – перевезе ня при несприятливих кліматичних та дорожніх умовах.

Тоді ймовірність гарантовано безпечного перевезення на вибраному j-тому маршруті (r_j) визначиться з виразу:

$$r_j = P(A|B_j|C_1)P(C_1) + P(A|B_j|C_2)P(C_2) + P(A|B_j|C_3)P(C_3) + P(A|B_j|C_4) \quad (2.10)$$

де $P(C_1)$ – ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_1.

$P(C_2)$ – ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_2.

$P(C_3)$ – ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_3.

$P(C_4)$ – ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_4.

Наприклад, нехай ймовірність виникнення умов зовнішньої середи по сценарію $C\ 1 - P(A|B\ j\ |C\ 1) = 0{,}98$,

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_2.

$$P(A|B_j\ |C_2) = 0{,}95,$$

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_3

$$P(A|B_j\ |C_3) = 0{,}9,$$

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_4

$$P(A|B_j|C_4) = 0{,}85.$$

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_1

$$P(C_1) = 0{,}5;$$

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_2

$$P(C_2) = 0{,}15;$$

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_3

$$P(C_3) = 0{,}25;$$

Ймовірність виникнення умов зовнішнього середовища по сценарію C_4

$$P(C_4) = 0{,}1.$$

Тоді ймовірність гарантовано безпечною перевезення на обраному j-того маршруті (r_j) визначиться наступним чином:

$$r_j = 0{,}98 \cdot 0{,}5 + 0{,}95 \cdot 0{,}15 + 0{,}9 \cdot 0{,}25 + 0{,}85 \cdot 0{,}1 = 0{,}9425.$$

Висновок: в випадку якщо $P(A|B_j|C_t)$ розрізняються значно, то рекомендується планову дату перевезення ВВВ з обліком прогнозу стану зовнішньої середовища.

При планування та перевезення великогабаритного вантажу в транспортно-технологічній системі існують прогнозовані фактори ризиків, які можуть

вплинути на успішність і безпеку процесу транспортування. Визначення та аналіз цих факторів із самого початку дозволяє більше точно оцінити потенційні проблеми і прийняти необхідні заходи для їх запобігання на етапі підготовки до перевезення. У табл. 2.2 представлені основні прогнозовані фактори ризику, які необхідно враховувати при плануванні транспортування великогабаритного вантажу, а також їх потенційне вплив на процес перевезення.

Таблиця 2.2 – Прогнозовані фактори ризику при плануванні перевезення великогабаритного вантажу та їх вплив

Найменування фактора	Вплив фактора
1	2
1. Параметри вантажу в транспортному становищі	- Розміри вантажу (довжина, ширина, висота): великогабаритні вантажі вимагають особливих умов для їх перевезення, і недотримання цих умов може привести до пошкодження вантажу або порушення норм безпеки. - Центр тяжіння: неправильний розподіл вантажу або неправильна фіксація вантажу може привести до дисбалансу і підвищеному ризику перекидання транспортного засобу
2. Технічні характеристики транспортних засобів	- Рухомий склад (тягач, причіп): для різних видів великогабаритних вантажів існує спеціалізований транспорт. Коректно підібраний причіп зможе знизити ризики при транспортування ВВВ. Наприклад, для довгомірів є розсувні причепи.

Продовження таблиці 2.2

1	2
3. Дорожні умови	- Якість доріг: стан дорожнього покриття, наявність ям і вібрацій. - Обмеження по маршруту: обмеження для великогабаритних вантажів, недоступність проїзду по певним дорогам або мостам. - Дорожні роботи : будівництво або ремонт доріг, які можуть створити тимчасові перепони або зміни в запланованому маршруті.
4. Організаційні фактори	- Планування маршруту і часу: неправильне планування маршруту або недостатньо часу на перевезення можуть привести до недотримання термінів і збільшення ризику. - Кваліфікація персоналу: недостатня підготовка водіїв і персоналу, займається плануванням перевезення, може привести до помилок і підвищеному ризику

Важливо враховувати прогнозовані фактори ризиків в процесі планування перевезення великогабаритного вантажу при розробці стратегії та плану перевезення для забезпечення гарантовано безпечного перевезення. Це дозволяє передбачати та приймати заходи для зниження ризику та мінімізації негативних наслідків в процесі перевезення вантажу. У табл. 2.3 представлені прогнозовані події у процесі перевезення ВВВ в залежності від різних факторів, таких як габарити вантажу, параметри дорожної мережі та природні умови.

Таблиця 2.3 – Прогнозовані події при перевезенні ВВВ в залежності від параметрів та класу дороги, та їх вплив на перевезення вантажу

Чинники перевезення		Прогнозовані події
Характеристики вантажу (габарити)	довжина	• Зниження швидкості та інтенсивності руху транспортного потоку в попутному напрямі; • Підвищення кількості викидів відпрацьованих газів при русі колони з ВВВ; • Ускладнення безпечного обгону попутного транспорту; • Ускладнення виконання маневрів в населених пунктах, або в умовах з обмеженою видимості; • Можливо перекриття зустрічного і попутного потоку; • Небезпека ушкодження інфраструктури при маневрах
	ширина	• Зниження швидкості та інтенсивності руху транспортного потоку в попутному напрямі; • Ускладнення безпечного обгону попутного транспорту;
	висота	• Зниження швидкості та інтенсивності руху транспортного потоку в попутному напрямі; • Небезпека пошкодження інфраструктурних об'єктів (ЛЕП і контактні мережі, шляхопроводи, пішохідні переходи, газопроводи і т.п.)
Транспортна мережа Категорії доріг та рельєф місцевості	клас доріг рельєф місцевості штучні споруди	• Обмеження/неможливість без додаткових заходів руху ВВВ через інфраструктурні споруди при великих габаритах; • Організація спец. заходів; • Безпека руху учасників руху в залежності від категорії дороги, рельєфу дороги і якості дорожнього покриття; • Відсутність цифрових двійників доріг та споруд на маршруті слідування обмежує учасників при підготовці перевезення, вибудовування коректного маршруту з урахуванням стаціонарних обмежень.

Важливою умовою по зменшення ризику у процесі перевезення є проведення заходів, спрямованих на зниження впливу прогнозованих факторів ризиків. У табл. 2.4 представлені розроблені заходи, спрямовані на зниження впливу прогнозованих факторів ризику.

Таблиця 2.4 - Заходи по зниження впливу прогнозованих факторів ризику

ПРОГНОЗОВАНІ ЧИННИКИ РИЗИКІВ	
Основні фактори ризиків	Заходи по зниження впливу ризиків
Параметри вантажу на транспортному засобі (довжина, ширина, висота, центртяжкості)	1. Надання відправником вантажу (виробником) креслення з габаритами вантажу. 2. Надання креслення з ваговими характеристиками вантажу, з обов'язковим вказівкою розташування центру тяжіння вантажу. 3. Надання фотографій вантажу в транспортній упаковці. 4. Виїзд спеціаліста на виробництво (місце навантаження) для зіставлення заявлених у кресленнях габаритів вантажу з фактичними.
Класифікація дороги і категорія дороги, дорожніумови	1. Інспектування маршруту перевезення ВВВ по супутниковим картам. 2. Інспектування маршруту перевезення з виїздом на дорогу з макетом вантажу (Рамка).
Кваліфікація персоналу (водіїв, фахівців по оформлення дозвільною документації, працівників при вантажно-розвантажувальним роботах ікріплення вантажу, водіїв - експедиторів, що супроводжують великогабаритний вантаж по маршруту)	1. Вступ сучасної програми навчання по підготовці фахівців для перевезень ВВВ автомобільним транспортом з використанням інформаційних технологій; 2. Впровадження програми навчання, перепідготовки та/або підвищення кваліфікації фахівців при перевезеннях ВВВ; 3. Рекомендації по впровадження на законодавчому рівніобов'язковою підготовці учасників процесу при організації перевезень ВВВ (один раз в три року); 4. Ліцензування діяльності перевізників, що спеціалізуються на перевезеннях ВВВ автомобільним транспортом.

Планування та перевезення великогабаритного вантажу пов'язані з ризиками, які можуть бути непередбачуваними. Основні з таких факторів ризику та причини їх виникнення представлені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Непрогнозовані фактори ризику при плануванні перевезення великогабаритного вантажу і їх вплив на перевезення

Найменування фактора	Вплив фактора
1. Природно-кліматичні умови	- Погода: несприятливі погодні умови, такі як сильні вітри, сильний дощ і сніг, ожеледиця, можуть суттєво ускладнити перевезення великогабаритного вантажу і підвищити ризик аварії. - Сезонні умови: зміни в кліматичних умовах, такі як танення снігу або льодовиків, піщані бурі, або підвищена температура під час транспортування можуть впливати на доступність доріг і вимагати змін в плануванні маршруту.
2. Технічні проблеми	Можливі поломки або несправності в технічному обладнання, що використовується для перевезення великогабаритних вантажів, таких як спеціалізовані транспортні кошти або підйомні механізми.
3. Перешкоди на маршруті	Непередбачені перешкоди на маршруті, такі як дорожні роботи, аварії або блокування доріг, можуть привести до затримки або зміни планів перевезення.
4. Регуляторні обмеження	Правила та обмеження, встановлені державними органами та організаціями, які можуть заборонити або обмежити перевезення великогабаритних вантажів на певних ділянках доріг або в певне час.
5. Побутові та соціальні фактори	Непередбачені події, такі як страйки,політичні заходи або інші обставини можуть вплинути на планування і перевезення великогабаритного вантажу.
6. Управління та координація	Недостатнє управління або неефективна координація між різними сторонами, залученими в перевезення, може привести до непередбачуваним проблемам і ризикам

Усі вказані фактори можуть вплинути на планування та безпеку перевезення великогабаритного вантажу, тому, попри те що непрогнозовані фактори ризиків складно спрогнозувати, їх важливо враховувати при розробці стратегії і плану перевезення. Розроблені в дослідженні заходи по зниження впливу непрогнозованих факторів ризику при перевезенні ВВВ представлені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Заходи по зниження впливу непрогнозованих факторів ризику при перевезенні КМР

II. Група. НЕПРОГНОЗОВАНІ ЧИННИКИ РИЗИКІВ	
Основні фактори ризиків	Заходи по зниження впливу ризиків
Якість та кількість інфраструктурних споруд за маршрутом(мости, естакади, ЛЕП, ЗД переїзди, пішохідні переходи, газопроводи і т.д.)	1. Використання цифрових паспортів кожного інфраструктурного споруди. 2. Регулярний моніторинг актуальності цифрових паспортів інфраструктурних споруд. 3. При проектуванні і будівництві нової транспортної інфраструктури передбачати вагогабаритні параметри ВВВ (особливо в портових містах і промислових регіонах країни).
Метеорологічні явища(дощ, туман, сильний вітер, ожеледиця, піщана буря, снігопад, снігові заноси)	1. Розробка і використання методів прогнозу надзвичайних природно-кліматичних умов. 2. Використання резервних складських площ на маршруті для тимчасового зберігання вантажів при надзвичайних природно-кліматичних умов.
Позаштатні ситуації на маршруті ремонт дороги, ДТП, пробки на дорозі	1. Онлайн оповіщення учасників процесу перевезення по маршруту при виникненні позаштатних ситуацій. 2. Відновлення зруйнованих елементів транспортної інфраструктури. 3. Використання резервних складських площ для тимчасового зберігання вантажів при неможливості завершення перевезення

З метою підвищення ефективності і об'єктивності аналізу, а також забезпечення його сумісності з іншими дослідженнями у цій області процес аналізу ризику повинен здійснюватися відповідно з наступними етапами [50]:

а) визначення сфери застосування;

б) ідентифікація потенційних загроз і попередня оцінка можливих наслідків;

в) оцінка рівня ризику;

г) верифікація отриманих результатів;

д) документальне обґрунтування;

е) коригування результатів аналізу з обліком останніх даних.

2.2 Розробка методики вибору оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу з використанням теорії графів і цифрової моделі маршрутною мережі

Під час побудови маршруту необхідно враховувати низку додаткових факторів, таких як інтенсивність руху, наявність тимчасових перешкод на шляху (наприклад, ремонтні роботи або дорожні затори). Також можуть бути враховані побажання заявника, зокрема – перевага доріг з меншою інтенсивністю руху або вибір певних типів доріг під час оформлення дозвільних документів для перевезення великогабаритних і великовагових вантажів.

Наприклад, оптимальний маршрут може визначатися з урахуванням тривалості транзитного часу або з урахуванням побажань заявника щодо певних трас чи вулиць (наприклад, використання швидкісних автомагістралей замість ділянок з підвищеним пішохідним трафіком).

Під час визначення найкращого маршруту можуть застосовуватися сучасні технології та сервіси, такі як онлайн-карти і навігаційні додатки. Вони дозволяють знайти оптимальний шлях, надають інформацію про поточний стан доріг і попереджають про можливі проблеми на маршруті.

Важливо зазначити, що при формуванні маршруту необхідно враховувати актуальність інформації про дорожню ситуацію, оскільки вона може змінюватися в режимі реального часу. Тому рекомендовано користуватися надійними та регулярно оновлюваними джерелами даних під час планування поїздки. В іншому випадку існує ймовірність, що перевезення ВВВ стане неможливим на окремій ділянці шляху, наприклад, через тривале перекриття дороги у зв'язку з плановими ремонтними роботами.

Основні визначення теорії графів

З метою пошуку та математичного обґрунтування оптимального маршруту при підготовці до перевезення та реалізації перевезення впроваджуємо у дослідження теорію графів. Для цього даємо ряд визначень, що відносяться до питання дослідження.

Граф - це сукупність безлічі точок і безлічі ліній, з'єднуючі ці точки. При цьому крапки називають *вершинами графа,* а лінії – *ребрами графа.*

Графи бувають *орієнтовані,* які мають чіткий напрямок та *неорієнтовані,* тобто, ребра графа не мають напрямку. Також існує змішаний граф, який має як орієнтовані, так і неорієнтовані ребра.

Маршрутом графа називається послідовність суміжних вершин та їх ребер.

Розглянемо задачу визначення оптимального маршруту для транспортування великогабаритного вантажу з урахуванням усіх необхідних факторів. Існуючі обмеження по габаритах представлені у вигляді орієнтованого зваженого графа. Весь маршрут розбивається на сегменти, на кожному з яких діють однорідні (єдині) умови прохідності для вантажу.

При цьому A, B, C… – це вершини графа, граничні точки цих ділянок. Ребро графа між двома вершинами (AB, BC тощо) представляє собою ділянку маршруту з такими параметрами:

Т – загальний час організації перевезення вантажу по ділянці або ребру графа. Він дорівнює сумі часу, витраченого на узгодження дозволу, та часу проходження по маршруту:

$$T = T_c + T_n, \tag{2.11}$$

де T_c – час на узгодження дозволу на проїзд по даній ділянці,

T_n – час перевезення.

H_{max} – гранична висота вантажу, дозволена на цій ділянці,

L_{max} – гранична довжина вантажу, дозволена на цій ділянці,

W_{max} – гранична ширина вантажу, дозволена на цій ділянці.

Приклад:

Вирішимо задачу оптимізації часу проходження маршруту з урахуванням обмежень прохідності доріг для вантажу з габаритами:

висота = $h_{вантажу}$,

довжина = $l_{вантажу}$,

ширина = $w_{вантажу}$.

Розглянемо маршрут з точки А до точки С. Припустимо, що на маршруті є 2 ділянки з різними обмеженнями прохідності:

- міст з максимальною шириною вантажу $w < w_{вантажу}$;

- тунель з максимальною висотою $h < h_{вантажу}$.

Також існує об'їзна дорога, яка збільшує час проходження до t_n^{AC}.

Нехай час на узгодження документації Tc для кожної ділянки доріг дорівнює t_c^{AB} і t_c^{BC} відповідно.

Маршрут перевезення представлено у вигляді графа (рис. 2.2).

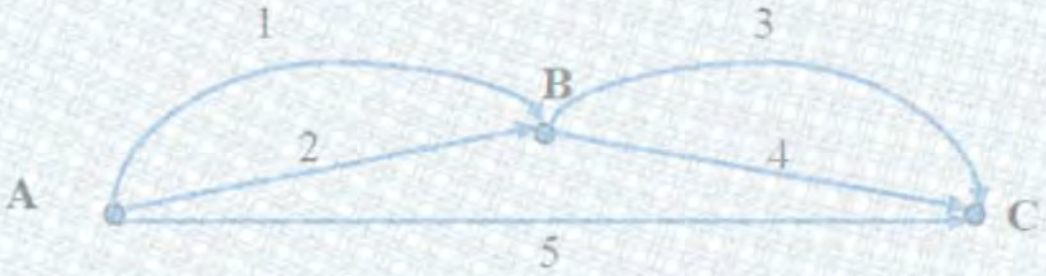


Рисунок 2.2 – Приклад маршруту перевезення ВВВ у вигляді графа

Варіанти маршруту із погодженням дозволу на збільшення максимальних габаритів вантажу позначимо окремими дугами.

Пронумеруємо все ребра і запишемо характеристики кожного ребра (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Характеристики графа розглянутого прикладу

Крапки маршруту	Номер ребра	L_{max}	W_{max}	H_{max}	T	
					T_c	T_n
АВ	1	без обмежень	w	без обмежень	0	t_n^{AB}
АВ	2	без обмежень	$w_{вантажу} > w$	без обмежень	t_c^{AB}	t_n^{AB}
ВС	3	без обмежень	без обмежень	h	0	t_n^{BC}
ВС	4	без обмежень	без обмежень	$h_{вантажу} > h$	t_c^{BC}	t_n^{BC}
АС	5	без обмежень	без обмежень	без обмежень	0	t_n^{AC}

Алгоритм пошуку маршруту з мінімальним часом проходження з обліком наявних обмежень прохідності доріг для заданого вантажу сформулюємо у вигляді наступних етапів.

На першим етапі відберемо ті маршрути, які задовольняють перевезення вантажів заданих габаритів (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 - Характеристики графа після вступу першого етапу відбору

Точки маршруту	Номер ребра	L_{max}	W_{max}	H_{max}	T	
					T_c	$T_п$
AB	2	без обмежень	$w_{вантажу} > w$	без обмежень	t_c^{AB}	$t_п^{AB}$
BC	4	без обмежень	без обмежень	$h_{вантажу} > h$	t_c^{BC}	$t_п^{BC}$
AC	5	без обмежень	без обмежень	без обмежень	0	$t_п^{AC}$

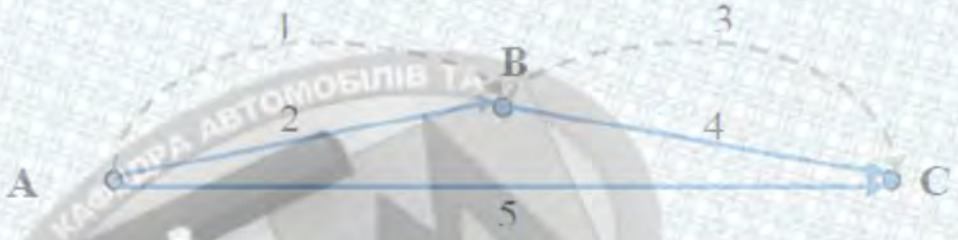


Рисунок 2.3 – Граф перевезення ВВВ після вступу першого етапу відбору

на другому етапі знайдемо мінімальний час маршруту, використовуючи стандартні методи знаходження найкоротшого шляхи в орієнтованому зваженому графі. Для цього позначимо вагу кожного ребра як загальний час проходження ділянки $T = T_c + T_п$.

Маршрут АС може бути обраний у випадку, якщо час проходження на об'їзний дорозі $t_п^{AC}$ менше, ніж час на узгодження дозволу та час на проходження кожного ділянки шляхи :

$$t_п^{AC} < t_c^{AB} + t_c^{BC} + t_п^{AB} + t_п^{BC} \qquad (2.12)$$

У випадку, якщо час на узгодження дозволу можна отримати одночасно для різних ділянок маршруту (наприклад, якщо вони відносяться до одному балансоутримувачеві), то у разі, якщо на одному з етапів знаходження найменшого шляхи визначається відрізок з ненульовим часом на узгодження документації, включається етап перевизначення значень ребер графа. У цьому

випадку ми можемо обнулити t_c для одних і тих ж балансоутримувачів і здійснити пошук найкоротшого шляхи для нового графа.

Так, в нашому прикладі в випадку, якщо ділянки АВ і ВС належать одному балансоутримувачу, то при виборі ділянки АВ з $t_c^{AB} > 0$, ми можемо перевизначити величину ребра ВС на $t_c^{BC} = 0$. Характеристики графа наведено у табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Характеристики графа після вступу другого етапу відбору

Точки маршруту	Номер ребра	L_{max}	W_{max}	H_{max}	T	
					T_c	$T_п$
АВ	2	без обмежень	$w_{вантажу} > w$	без обмежень	t_c^{AB}	$t_п^{AB}$
ВС	4	без обмежень	без обмежень	$h_{вантажу} > h$	0	$t_п^{BC}$
АС	5	без обмежень	без обмежень	без обмежень	0	$t_п^{AC}$

Тоді **маршрут АС** буде мінімальним шляхом тільки виконання нерівності:

$$t_п^{AC} < t_c^{AB} + t_п^{AB} + t_п^{BC} \qquad (2.13)$$

У такому випадку граф, враховує час перевезення на ділянці АС представлений на рис. 2.4 та 2.5.

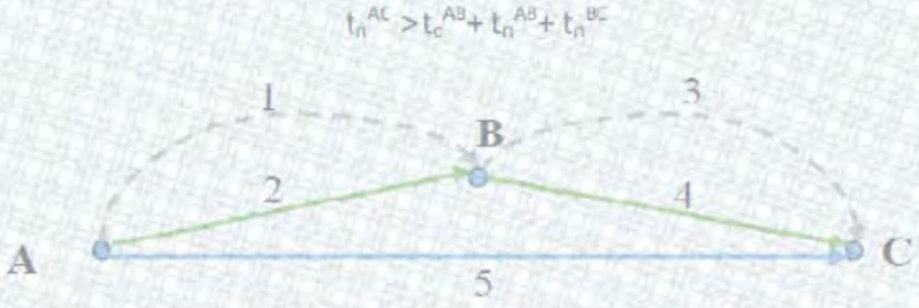


Рисунок 2.4 – Граф перевезення ВВВ на ділянці АС

$t_n^{AC} < t_c^{AB} + t_n^{AB} + t_n^{BC}$.



Рисунок 2.5 – Граф перевезення ВВВ на ділянці АС

Коригування топології вихідного графа доріг, необхідна для визначення гарантовано безпечного маршруту перевезення великогабаритного вантажу з обліком його габаритних характеристик

1. Джерело первинної інформації про графи доріг.

Джерелом первинної інформації про графи доріг, є цифрові навігаційні карти. Враховуючи цілі проведеного дослідження, важливо, що в дорожньому графі застосовуються топологічно пов'язані ребра і вершини, геометричні і семантичні властивості яких описують розташування проїжджих частин вулично-дорожньоїмережі, їх характеристики, елементи організації дорожнього руху.

2. Зміна топології графа для дуг, що моделюють чотиристороннє перехрестя міських доріг, які перетинаються під кутом 90°.

В умовах міської вулично-дорожньої мережі на чотиристоронніх перехрестях під кутом 90°, де відсутня спеціальна смуга для повороту праворуч, обмеження на такий поворот для великогабаритних транспортних засобів значно жорсткіші, ніж на прямих ділянках. Проте ці умови не враховуються у дугах вихідного дорожнього графа. Таким чином, у таких випадках відсутня можливість адекватно відобразити реальні обмеження для правого повороту великогабаритного вантажного транспорту. Це унеможливлює коректне розв'язання задачі оптимального вибору маршруту на графі відомими методами для великогабаритних вантажів.

Пропонується для таких ділянок дорожньої мережі змінити топологію дорожнього графа шляхом додавання віртуальних ребер, які б моделювали

траєкторію повороту з урахуванням реальних габаритних обмежень системи «транспортний засіб – великогабаритний вантаж» при здійсненні правого повороту.

Перед пошуком найкоротшого шляхи з використанням математичних методів організації необхідно скоригувати вагу дуги дорожнього графа наступним чином.

Необхідно отримати коди габаритів системи «транспортний засіб -вантаж» і попарно порівнювати коди системи з кодами габаритів вантажу, привласнених дугам дорожнього графа. Якщо хоча б по одному параметром код системи перевищує код дуги, дуга вважається недоступною для маршруту перевезення та їй повиненна присвоюватися умовно велика вага, яка не дозволить таку дугу використовувати при рішенні оптимізаційної задачі пошуку найкоротшого шляхи методами оптимізації.

Застосування математичних оптимізаційних алгоритмів для пошуку найкоротшого шляхи на графі для випадку перевезення ВВВ неможливе без попередніх змін параметрів дуг графа і зміни топології окремих фрагментів дорожнього графа відбивають специфіку перевезення ВВВ.

Пошук найкоротшого шляхи між двома заданими з використанням алгоритму Дейкстри

Алгоритм Дейкстри працює на орієнтованих графах, з метою знаходження найкоротшого шляхи між заданими вершинами на графі. Граф представляється у вигляді набору вершин (V) та ребер (E): G = {V, E}. Для кожного ребра в графі задана невід'ємний вага, а також вершина, з якої здійснюється пошук оптимальних шляхів [77, 78, 79, 80].

Алгоритм Дейкстри пошуку найкоротшого шляхи на графі включає наступні кроки :

Крок 1. Усі вершини, за винятком першої, отримують початкову вагу, що дорівнює нескінченності; першій вершині призначається вага 0.

Крок 2. Усі вершини позначаються як невідвідані.

Крок 3. Перша вершина визначається як поточна.

Крок 4. Для всіх невідвіданих вершин оновлюється вага за такою формулою: нова вага вершини дорівнює мінімальному значенню між поточною вагою цієї вершини та сумою ваги поточної вершини і ваги ребра, що з'єднує її з поточною вершиною.

Крок 5. Серед усіх невідвіданих вершин вибирається вершина з мінімальною вагою. Якщо таку вершину знайти неможливо (усі ваги дорівнюють нескінченності), то маршрут відсутній — завершуємо алгоритм. Інакше нова поточна вершина — це знайдена вершина, вона позначається як відвідана.

Крок 6. Якщо поточною вершиною стала кінцева вершина, шлях вважається знайденим. Його вага дорівнює вазі кінцевої вершини.

Крок 7. Перехід до кроку 4.

2.5 Висновки до розділу 2

1. Розроблено підхід до врахування ризиків при плануванні перевезень великогабаритних вантажів автомобільним транспортом, що дозволяє підвищити безпеку та ефективність логістичних операцій.

2. Запропонована модель класифікації ризиків за ієрархічними рівнями дає змогу здійснювати глибокий аналіз факторів ризику та обирати оптимальні шляхи мінімізації їх впливу.

3. Вдосконалення топології графа дорожньої мережі шляхом введення віртуальних ребер забезпечує коректний облік обмежень поворотів для великогабаритного транспорту.

4. Реалізація цифрових моделей дорожньої мережі та систем кодування транспортних засобів і вантажів створює підґрунтя для автоматизації оформлення дозволів і прогнозування прохідності маршрутів.

РОЗДІЛ 3
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ

3.1 Ціль і завдання експериментальних досліджень

Ціль дослідження – апробація розробленою методики планування маршруту по результатам аналізу цифрових моделей альтернативних варіантів маршрутів перевезення.

Завдання дослідження наступні :

1. Аналіз транспортної мережі на предмет можливості прохідності системи «вантаж + транспортне засіб» по маршруту перевезення;
2. Визначення оптимального по довжині маршруту перевезення ВВВ з використанням алгоритму Дейкстри і альтернативних варіантів перевезення;
3. Аналіз необхідних заходів на потенційних маршрутах длязабезпечення безпечною перевезення ВВВ;
4. Обґрунтування обраного маршруту по результатам оцінки складності процесу підготовки до перевезення, необхідних заходів по забезпечення безпеки перевезення ВВВ та їх вартість, а також визначення оптимального маршруту по критерієм мінімуму сукупних витрат на перевезення;

Аналіз вихідних даних технічного завдання на перевезення великогабаритного вантажу

1. Початкові і кінцеві пункти перевезення :

Стартова точка формування маршруту: Хмельницьке шосе, в'їзд у м. Вінницю

Адреса вивантаження : Індустріальний парк, Немирівське шосе, 213, мю Вінниця

2. Технічні характеристики транспортного засобу, запланованого до перевезення:

1) Сідельний тягач MAN TGX 33.480 (рис. 3.1).

Основна інформація:

- Повна вага автопоїзда 90 000 кг
- Споряджена маса тягача: 9100 кг
- Навантаження на РСУ: 23 900 кг
- Повна вага тягача: 33 000 кг
- На передню вісь: 8000 кг
- На задній візок: 26 000 кг

Комплектація

- Двигун D2676LF07
- Норма токсичності ЄВРО V
- Потужність 480 к.с. (353кВт)
- Крутний момент 2300 Нм при 1050 ... 1400 хв -1

Колісна формула 6X4

Коробка передач 16-ти ступінчаста ZF16S253OD

Шасі

- Шини 315 / 80 R 22.5
- Підвіска передня - параболічні ресори 8 т
- Підвіска задня параболічні ресори 2х13 т
- Амортизатори та стабілізатори поперечної стійкості всіх осей
- Паливний бак 590 л (кришка із замком)
- Збільшений дорожній просвіт



Рисунок 3.1 – Сідельний тягач MAN TGX 33.480

2) Напівпричіп TAD Jumbo 45-4 (Рис. 3.2)

Основна інформація:

Вантажопідйомність 40 т

Вага 12 т

Габарити:

- загальна довжина від 13600 мм
- платформа 9200 мм
- ширина 2550/3200 мм
- висота 840 мм

підвіска:

- пневматична
- осі BPW SAF 9 - 11 т

• ABS, EBS, WABCO

• R17.5



Рисунок 3.2 – Напівпричіп TAD Jumbo 45-4

3. Характеристики великогабаритного вантажу

Дані по вантажу:

Довжина вантажу : 14 м.

Ширина вантажу : 3,5 м.

Висота вантажу : 3,68 м .

Маса вантажу : 10 т.

4. Характеристики великогабаритного вантажу встановленого на транспортний засіб:

Довжина автопоїзда з вантажем 24,5 м

Ширина автопоїзда з вантажем 3,5 м

Висота автопоїзда з вантажем 4,5 м

Маса автопоїзда з вантажем 34,5 т

Розміщення вантажу на транспортному засобі з урахуванням ваго-габаритних характеристик вантажу наведено на рис 3.3.



Рисунок 3.3 – Розміщення вантажу на транспортному засобі

У аналізі маршрутів перевезення вантажа враховувалися критичні габаритні параметри вантажу на автотранспортному засобі за висотою і шириною – 4,5 м та 3,5 м. відповідно. Оскільки довжина автопоїзда з вантажем (22,5 м) не є критичною на даному маршруті, цей фактор у експерименті не враховувався. Маса автопоїзда з вантажем не бралася до уваги.

У дослідженні використовувалися такі онлайн-картографічні сервіси:

- Google Maps.

3.2 Визначення найкоротшого за довжиною маршруту перевезення ВВВ з використанням алгоритму Дейкстри та альтернативних варіантів

Алгоритм Дейкстри для пошуку найкоротшого шляху на графі включає наступні кроки [77–80]:

Крок 1. Усі вершини, за винятком першої (точка А маршруту), отримують вагу, що дорівнює нескінченності; перша вершина отримує вагу 0.

Крок 2. Усі вершини позначаються як не відвідані.

Крок 3. Початкова вершина (точка А) оголошується поточною.

Крок 4. Ваги всіх не відвіданих вершин оновлюються за формулою: нова вага вершини дорівнює мінімальному значенню між її попередньою вагою та сумою ваги поточної вершини і ваги ребра, що з'єднує їх. Вага кожного ребра приймається рівною його довжині в кілометрах (з точністю до 0,1 км).

Крок 5. Серед усіх не відвіданих вершин вибирається вершина з найменшою вагою. Якщо така вершина не знайдена (усі ваги нескінченні), маршруту не існує – вихід. Інакше вибрана вершина стає поточною та позначається як відвідана.

Крок 6. Якщо поточна вершина – кінцева, шлях знайдено; його довжина дорівнює вазі цієї вершини.

Крок 7. Повернення до кроку 4.

Першою вершиною є №2 з початковою вагою 1 км.

На рис. 3.4 представлено схему трьох потенційних маршрутів перевезення вантажу.



Рисунок 3.4 - Схема основного і альтернативних маршрутів

При вирішені задачі перевезення великогабаритного вантажу було визначено три альтернативних маршрути:

1. Використовуючи об'їзну дорогу 26.5 км.

2. Частково використовуючи об'їзну, повертаючи на вул. Київську – вул. С. Зулулінського – вул. Батозька – Немирівське шосе – 24,8 км.

3. Рухаючись виключно містом – 16,5 км.

Різниця по довжині 3-х маршрутів є значною, але і умови руху суттєво відрізняються. Для остаточного вибору маршруту необхідно розглянути обов'язкові заходи на маршруті і оцінити їх складність.

Наприклад, на представлених маршрутах знадобляться наступні заходи для безпечного перевезення заданого вантажу:

Підняття трамвайних і тролейбусних ліній – 10 000 – 15 000 грн / 5 км, залежно від концентрації ліній на одиницю довжини ділянки.

Демонтаж і монтаж дорожніх огороджувальних конструкцій – 8000 грн / одиницю.

3.2 Аналіз необхідних заходів на маршрутах для забезпечення безпечного перевезення валикогабаритного вантажу

Аналіз заходів на найкоротшому маршруті (рис. 3.6)



Рисунок 3.5 - Схема першого (найкоротшого) маршруту

Усі необхідні заходи та представлені у хронологічному порядку в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Заходи проїзду по першому (найбільш найкоротшому) маршруті

№	Географічні координати перешкоди	Опис перешкоди	Заходи для подолання перешкоди	
			Опис заходи для проходження перешкоди	
1	49.23584, 28.40893	Табличка до дорожніх знаків Смуга руху обмежує рух за висотою	Об'їзд перешкоди по зустрічній смузі. Часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони на час маневру	
2	49.23455, 28.41508	Табличка до дорожніх знаків Смуга руху обмежує рух за висотою	Об'їзд перешкоди по зустрічній смузі. Часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони на час маневру	
3	49.23697, 28.46433	Проїзд перехрестя	Часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони на час маневру	

Продовження таблиці 3.1

4	49.23654, 28.46678	Дерева перешкоджають руху	Виїзд на зустрічну смугу часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони	
5	49.23160, 28.50411	Шляхопровід	Зменшити висоту за рахунок пневмопідвіски	
6	49.23457, 28.48144	Міст	Перекриття трамвайної колії на час маневру	
7	49.22006, 28.56342	Поворот ліворуч	Перекриття автомобільного зустрічного руху	

Маршрут проходить через все місто з заходу на схід, враховуючи габарити вантажу по ширині, протягом великої частини маршруту потребує часткового обмеження руху інших транспортних засобів. При маневруванні повністю відбувається блокування дорожнього руху.

Аналіз заходів на другому маршруті (рис. 3.6)

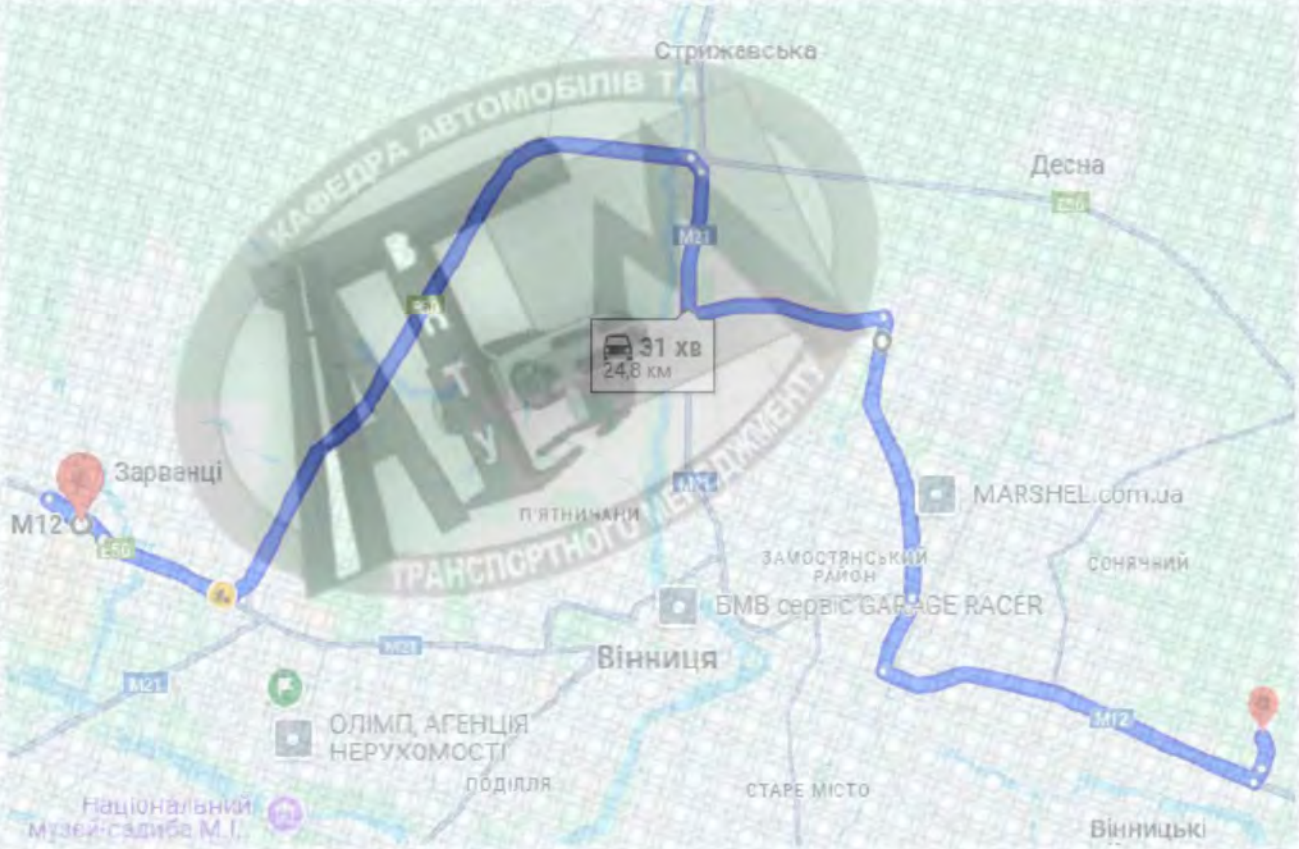
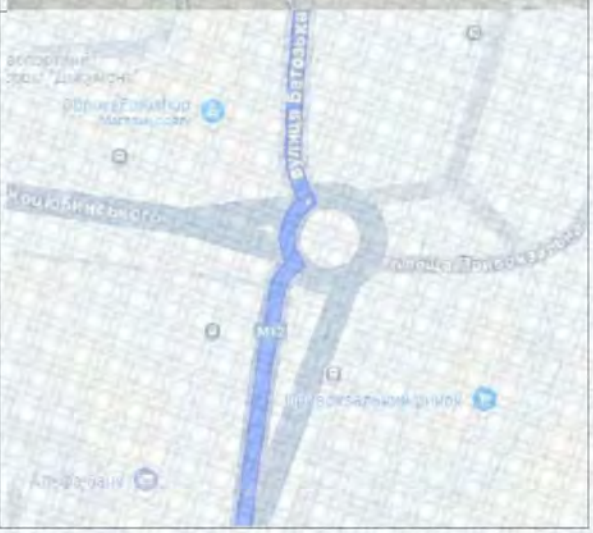


Рисунок 3.6 - Схема другого маршруту

Усі необхідні заходи представлені у хронологічному порядку в таблиці 3.3.

Таблиця 3.2 – Заходи проїзду по другому маршруту

№	Географічні координати перешкоди	Опис перешкоди	Заходи для подолання перешкоди	
			Опис заходи для проходження перешкоди	
1	49.28497, 28.47339	З'їзд з шляхопроводу	Виїзд на зустрічну смугу перекриття автомобільного руху в обидві сторони	
2	49.26889, 28.47294	Виконання повороту ліворуч при коловому русі	Перекриття автомобільного руху і всіх смугах	
3	49.24699, 28.50852	Вузька дорога	Перекриття трамвайної колії на час руху	
4	49.23923, 28.50848	Проїзд прямо на коловому русі	Перекриття автомобільного руху на всіх смугах	

Продовження таблиці 3.2

5	49.23160, 28.50411	Шляхопровід	Зменшити висоту за рахунок пневмопідвіски	
6	49.23457, 28.48144	Міст	Перекриття трамвайної колії на час руху	
7	49.22006, 28.56342	Поворот ліворуч	Перекриття автомобільного зустрічного руху	

Маршрут проходить частково через місто частково по об'їзній дорозі. Проте враховуючи габарити вантажу по ширині, протягом великої частини маршруту потребує часткового обмеження руху інших транспортних засобів в місті. При маневруванні повністю відбувається блокування дорожнього руху.

Аналіз заходів на третьому маршруті (рис. 3.7)

Усі необхідні заходи представлені у хронологічному порядку в таблиці 3.3.



Рисунок 3.7 - Схема третього маршруту

Таблиця 3.3 – Заходи проїзду по другому маршруту

№	Географічні координати перешкоди	Опис перешкоди	Заходи для подолання перешкоди	
			Опис заходи для проходження перешкоди	
1	49.23926, 28.39981	Лівий поворот на перехресті зі світлофорним регулюванням	-	
2	49.25828, 28.57006	Проїзд прямо на коловому русі	Часткове перекриття автомобільного руху	

Третій маршрут є найдовшим, в повній мірі проходить по об'їзній дорозі параметри якої дозволяють рухатись без впровадження додаткових заходів. На маршруті присутній лише один лівий поворот, але на перехресті використовується світлофорне регулювання, що значно спрощує виконання маневру.

Перший та другий маршрути передбачають значну кількість маневрів у межах щільної міської забудови, що призводить до часткових або повних перекриттів руху на численних ділянках, включно з трамвайними коліями та вузькими проїздами. У свою чергу, третій маршрут проходить поза межами центральної частини міста, що дозволяє уникнути впливу на загальний трафік та знизити ризик аварійних ситуацій.

На відміну від першого маршруту, де передбачено часткове перекриття перехресть, проїзд під шляхопроводами з недостатньою висотою та інші потенційно складні дії, третій маршрут не потребує жодних подібних заходів. Єдиною умовно проблемною точкою є поворот на перехресті зі світлофорним регулюванням, який не створює критичних труднощів.

На третьому маршруті наявна лише одна контрольована перешкода – проїзд по кільцю, що потребує часткового перекриття руху. Водночас супровід автопоїзда передбачає лише два транспортні засоби (спереду і ззаду), без потреби залучення додаткових підрозділів або обладнання.

Геометричні характеристики об'їзної дороги (ширина смуг, відсутність низьких шляхопроводів, радіуси поворотів) відповідають габаритам автопоїзда з вантажем (довжина – 24,5 м, ширина – 3,5 м, висота – 4,5 м), що підтверджує безпечність та ефективність проходження без залучення додаткових заходів з обмеження висоти чи ширини.

У результаті аналізу трьох альтернативних маршрутів перевезення великогабаритного вантажу було прийнято рішення на користь третього маршруту, що проходить виключно об'їзною дорогою. Незважаючи на те, що його довжина становить 26,5 км і є найбільшою серед усіх запропонованих варіантів, саме цей маршрут забезпечує найвищий рівень безпеки та найменшу

складність підготовчих заходів.

Запропонований порядок супроводу вантажу згідно:

- 1 автомобіль супроводу попереду;
- 1 автомобіль супроводу позаду.

Транспортний засіб повинен здійснювати рух та бути обладнаний відповідно до вимог організації руху автомобільними дорогами великовагових і (або) великогабаритних транспортних засобів.

Проїзд через мости та шляхопроводи дозволяється лише в одиночному порядку зі швидкістю не більше 10 км/год.

У разі, якщо висота автопоїзда перевищує 4 метри, обов'язкове проведення контрольного проміру габаритів під шляхопроводами та іншими штучними спорудами.

3.3 Висновки до розділу 3

1. Для побудови цифрових моделей альтернативних маршрутів перевезення великогабаритних вантажів можуть використовуватися картографічні інформаційні бази з відкритих джерел (типу Google Maps).
2. Кожен аналізований альтернативний маршрут повинен бути розбитий на попередні ділянки, складність проходження кожної з яких слід оцінювати на основі граничних габаритів великогабаритного вантажу відповідно.
3. У процесі планування маршруту з використанням розробленої методики класифікації знижується ризик виникнення аварійних ситуацій під час перевезення.
4. За базовий було обрано маршруту, що проходить виключно об'їзною дорогою. Незважаючи на те, що його довжина становить 26,5 км і є найбільшою серед усіх запропонованих варіантів, саме цей маршрут забезпечує найвищий рівень безпеки та найменшу складність підготовчих заходів

РОЗДІЛ 4
РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИБОРУ МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ

4.1 Розробка рекомендацій щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу

Автомобільні дороги відіграють важливу роль у транспортній системі України. Вони з'єднують різні регіони країни та сприяють економічному зростанню. Однак із збільшенням кількості транспортних засобів і зростанням інтенсивності руху виникає необхідність у регулярному оновленні та вдосконаленні дорожньої інфраструктури.

Під час планування перевезень великогабаритних вантажів важливо враховувати інформацію про категорії доріг, якими може пролягати потенційний маршрут транспортування ВВВ. Така інформація дає змогу оцінити ряд параметрів дорожніх ділянок, а саме:

а) загальну кількість смуг руху;

б) ширину смуги руху;

в) ширину узбіччя;

г) наявність і ширину розділювальної смуги;

д) тип перетину з іншими дорогами та доступ до них.

Крім того, автомобільні дороги також класифікуються за умовами руху на три основні класи:

а) автомагістралі (категорія 1А);

б) швидкісні автомобільні дороги (категорія 1Б);

в) звичайні (нешвидкісні) автомобільні дороги (категорії II, III, IV, V).

У таблиці 4.1 наведено основні параметри дорожнього профілю залежно від категорії дороги, які обов'язково враховуються при плануванні маршруту перевезення великогабаритних вантажів.

Таблиця 4.1 – Основні параметри автодороги за категоріями

Ч. ч.	Показник	Одиниці вимірю-вання	Категорії доріг					
			I-а	**I-б**	**II**	**III**	**IV**	**V**
1	Кількість смуг руху	шт.	4; 6; 8	4; 6	2; 3	2	2	1
2	Ширина смуги руху	м	3,75; 3,5*	3,75; 3,5*	3,75	3,50	3,00	4,50
3	Ширина узбіччя, у тому числі:	м	3,75	3,75	3,75	2,50	2,00	1,75
	- ширина зупиночноїсмуги разом з укріпленою смугою	м	3,00	3,00	3,00	-	-	-
	- ширина укріпленої смуги	м	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	-
4	Ширина розділювальної смуги	м	6,00	5,00; 3,00**	-	-	-	-
5	Ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі	м	0,75	0,50	-	-	-	-

Примітка 1. При реконструкції та капітальному ремонті існуючих автомобільних доріг I категорії ширину існуючої розділювальної смуги можна не змінювати.

Примітка 2. На дорогах V категорії з автобусним рухом ширину укріплених узбіч необхідно призначати по 0,75 м.

Примітка 3. При влаштуванні на розділювальній смузі дорожнього огородження першої групи ширину розділювальної смуги можна приймати рівною ширині огородження плюс ширина укріпленої смуги на розділювальній смузі з кожного боку огородження.

Примітка 4. В населених пунктах, в яких діє обмеження швидкості до 50 км/год, необхідно звужувати ширину смуги руху до 3,25 м з відповідно встановленими дорожніми знаками згідно з ДСТУ 4100.

Примітка 5. При проведенні капітального ремонту ширину смуги руху можна не змінювати, якщо така зміна вимагатиме значних матеріальних витрат.

Примітка 6. Ширину зупиночної смуги разом з укріпленою смугою для доріг I категорії з кількістю смуг руху в одному напрямку 3 і більше можна приймати 2,5 м.

* Ширина смуги руху 3,5 м застосовується для 3-ї і 4-ї смуг руху при новому будівництві.

** Ширина розділювальної смуги 3,0 м може влаштовуватися в стислих умовах.

Необхідно враховувати інтенсивність руху (табл. 4.2) при плануванні перевезення ВВВ на дорогах з метою визначення оптимального періоду доби.

Таблиця 4.2 – Число смуг в залежності інтенсивності руху та рельєфу автодороги [90]

Рельєф місцевості	Інтенсивність руху,од./доб.	Число смуг руху
Рівнинний та перетнутий	від 14 000 до 40 000 від 40 000 до 80 000 Понад 80 000	4 6 8
Гірський	від 14 000 до 40 000 від 40 000 до 80 000 Понад 80 000	 6 8

Під час підготовки до перевезення великогабаритного вантажу особливу увагу слід приділяти ширині проїзної частини, наявності або відсутності розділювальних смуг, кількості смуг руху, а також умовам проїзду штучних споруд або транспортних розв'язок, особливо на тих ділянках маршруту, де необхідне виконання маневру (поворот ліворуч/праворуч).

Ширина проїзної частини дороги на середній частині увігнутих кривих у поздовжньому профілі має бути збільшена з обох боків:

- для доріг II та III категорій — на 0,5 м,
- для доріг IV та V категорій — на 0,25 м відносно нормативного значення.

Розмір повного розширення двосмугової проїзної частини дороги на поворотах залежить від радіуса кривизни в плані (1000 м і менше) та наводиться в таблиці 4.3.

Радіус повороту на перехресті повинен бути достатньо безпечним для того, щоб довгомірні та широкі транспортні засоби, що мають право проїзду по даній ділянці дороги, могли здійснити необхідні маневри.

Мінімальний радіус кругових кривих одного радіусу на перетинах в одному рівні або на перетинах суміжних доріг в залежності від категорій доріг, з якої починається правий поворот (рис.4.1):

– категорій I, II - не менше 25 м;

– категорії III - 20 м;

– категорій IV – 15 м.

Таблиця 4.3 – Величина повного розширення двосмугової проїзної частини дороги на поворотах залежно від радіуса кривих у плані [90]

Радіуси кривих уплані, м	Величина розширення, м (з відстанню від переднього бампера до задньої осі автомобілів іавтопоїздів)			
	Автомобілів ≤ 7 Автопоїздів ≤ 11	13	15	18
1000	-	-	-	0,4
850	-	0,4	0,4	0,5
650	0,4	0,5	0,5	0,7
575	0,5	0,6	0,6	0,8
425	0,5	0,7	0,7	0,9
325	0,6	0,8	0,8	1,1
225	0,8	1,0	1,0	1,5
140	0,9	1,4	1,5	2,2
95	1,1	1,8	2,0	3,0
80	1,2	2,0	2,3	3,5
70	1,3	2,2	2,5	-
60	1,4	2,8	3,0	-
50	1,5	3,0	3,5	-
40	1,8	3,5	-	-
30	2,2	-	-	-

При інтенсивному русі автопоїздів та автобусів (>25% від спільного трафіку), радіус кривий з'їзду повинен бути збільшено до 30 м. У місцях з'єднання доріг різних категорій важливо, щоб можна було застосовувати два різних радіуса, наприклад, як на малюнку 4.1.



Рисунок 4.1 – Приклад перехрестя різних категорій доріг і радіусу повороту

Мінімальний радіус кривий повинен визначатися виходячи з траєкторії руху розрахункового транспортного засобу, що дозволяє йому завершити поворот, минаючи ту частина другий смуги руху від краю проїжджої частини, на якої відбувається поворот транспортногозасобу. У процесі виконання маневру мінімальне відстань між транспортним засобом і краєм проїжджої частини повинно бутине менше 0,2 м.

Радіус повороту може бути зменшено: на перетинах та примиканнях з дорогами з низькою інтенсивністю руху, примикання до доріг спільного користування.

На регульованих перехрестях при перетині доріг під кутом 90° (з світлофорним регулюванням) та на дорогах без пішохідних переходів радіус рекомендується збільшувати до 25 м для всіх категорій доріг. При використання розворотних з'їздів з керованими трикутними острівцями радіус круговийкривий може бути призначений в залежності від швидкості руху на з'їзді у відповідно до таблиці 4.4. Чим менше радіус кругових кривих, тим нижче повинна бути швидкість автомобіля, виконуючого маневр.

Таблиця 4.4 - Мінімальні радіуси кругових кривих при використання поворотного з'їзду [92, 93]

Розрахункова швидкість повороту, км /год	Мінімальний поперечний ухил на віражі	Мінімальний радіус кривої, м
20	0,02	15
30	0,02	25
40	0,03	50
50	0,04	85
60	0,05	130
70	0,06	175

У зв'язку з тим, що під час руху довгомірного автомобіля по криволінійній ділянці дороги він займає більшу ширину проїжджої частини, ніж при русі по прямій траєкторії, виникає необхідність розширення проїжджої частини. Це потрібно для забезпечення безпечних умов руху зустрічного транспорту під час перевезення великогабаритного вантажу (рис. 4.2).

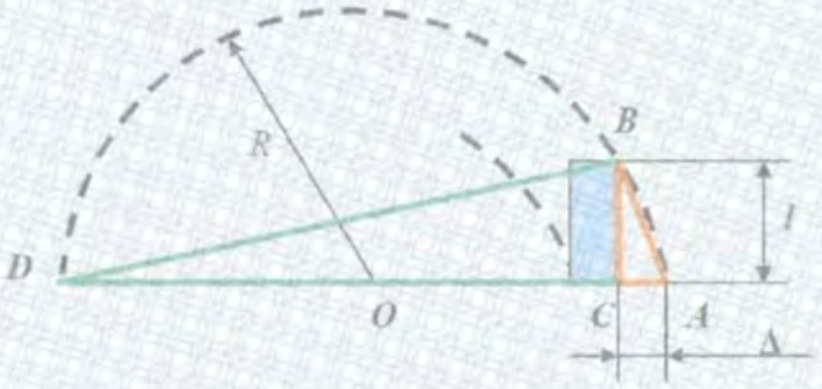


Рисунок 4.2 – Розширення проїжджої частини

Транспортні засоби при русі повинні мати можливість повороту в межах простору з зовнішнім радіусом 12,50 м і внутрішнім радіусом 5,30 м.

З подібності трикутників BCD і ABC на рис. 4.2 випливає :

$$\frac{AC}{BC} = \frac{BC}{DC}, \tag{4.1}$$

де $AC = \Delta$,

$BC = l$,

$DC = 2R - \Delta$.

Таким чином, формула перетворюється до виду

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{l}{2R-\Delta}, \tag{4.2}$$

де l – відстань від переднього бампера до задньої осі розрахункового транспортногокошти, м

R – радіус кривий в плані, м.

Звідси

$$\Delta\,(2R - \Delta) = l^2$$

Величина $\Delta << 2R$, тому її можна не враховувати в подальших розрахунках, та формула (4.2) може бути переписана в вигляді :

$$\Delta\, 2\, R = l^2 \tag{4.3}$$

Звідси, розширення проїжджої частини (Δ) кривих в плані розраховується поформулі :

$$\Delta = l^2 / 2R \tag{4.4}$$

При радіусі кривої 1000 м і менше проїжджа частина, як правило, повинна бути розширено з внутрішньої сторони дороги за рахунок узбіччя. Ширина узбіччя повинна бути не менше 1,5 м для доріг категорій I і II і менше для доріг інших категорій.

Проведені розрахунки максимальною довжини автомобіля, перевізника ВВВ, при нормативах радіусів кривих та розширення дороги на одну смугу представлені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Залежність максимальною довжини автопоїзда від радіусу кривизни повороту та розширення дорожній смуги

Радіуси кривих в плані, м		Значення розширення на смугу руху, м	Довжина автопоїзда, м
Мінімальний	Максимальний		Максимальна
615	650	0,2	16,1
375	614	0,25	17,5
275	374	0,3	15,0
185	274	0,4	14,8
120	184	0,45	12,9
90	119	0,55	11,4
75	89	0,6	10,3
65	74	0,65	9,8
55	64	0,7	9,5
45	54	0,75	9,0
35	44	0,9	8,9
30	34	1,1	8,6

При цьому, автопоїзд з максимальною нормативною довжиною 20 м входить до поворот без додаткових маневрів при значенні радіусу кривої у плані – 1000 м і від мінімального значення розширення смуги руху – 0,2 м і більше. Чим більше значення розширення смуги руху, тим більш довгий вантаж можна перевезти через дане перехрестя чи поворот. Для перехрестя з мінімальним радіусом кривизни 30 м з розширенням – 1,1 м, забезпечується проїзд виконання маневру автопоїздом з максимальною довжиною – 8,1 м.

4.2 Основні несприятливі події на маршруті перевезення та заходи, що впливають на процес зниження ризиків до прийнятного рівня

Обмеження по висоті

Рух великогабаритного вантажу на автомобільних дорогах по висоті обмежено нормативом – 4м. Понад даного габариту потрібне узгодження перевезення вантажу.

При перевезенні високих вантажів часто зустрічаються перешкоди наступного виду :

Лінії електропередач (ЛЕП)/ Високовольтні лінії (ВЛ)

Нормуються найменші відстані при перетині і зближенні ВЛ з автомобільними дорогами (Таблиця 4.6).

Таблиця 4.6 - Найменші відстані при перетині і зближенні ВЛ з автомобільними дорогами [94].

Перетин, зближення або паралельне слідування	Найменші відстані при напрузі ВЛ, кВ, м						
	До 20	35-110	150	220	330	500	750
Відстань по вертикалі :							
а) від дротів до покриття проїжджої частини доріг всіх категорій	7	7	7,5	8	8,5	9,5	16
б) при обриві дротів в суміжному прольоті	5,5	5,5	5,5	5,5	6	-	-
Відстань по горизонталі : 1. При перетині доріг всіх категорій, за винятком III і V:							
а) від основи або будь-якої частини опори до брівки земляного полотна дороги	Висота опори						
б) в стиснутих умовах від основи або будь-який частини опори до підошви насипу або до зовнішній брівки кювета доріг категорій IA, IБ та II	5	5	5	5	10	10	15
в) до дороги категорій III, IV, IC, II-C	2,0	2,5	2,5	2,5	5	5	15

Продовження таблиці 4.6

2. При перетині дороги категорій III і V:							
а) від основи або будь-який частини опори до брівки полотна дороги	Висота опори						
б) в стиснутих умовах від підстави або будь-який частини опори до основи насипу зовнішньої брівки, виїмки або бічний водовідвідна канави	1,5	2,5	2,5	2,5	5	5	15
3. При паралельному слідуванні з дорогами всіх категорій:							
а) від основи або будь-якої частини опори до брівки полотна дороги	Висота опори плюс 5 м						
б) від крайнього дрота до брівки земляного полотна	10	15	15	15	20*	30*	40*
в) в стиснутих умовах	2	4	5	6	8	10	15

Таким чином ЛЕП та ПЛ не представляють перешкоди для перевезення ВВВпо висоті.

Трубопроводи

Згідно Правил безпеки, висота естакад для трубопроводів, які проходять над автомобільними дорогами, повинна бути не менше 5 м. Таким чином, прохідна здатність такого трубопроводу забезпечує безпечну перевезення для ВВВ.

Обмеження по довжині і ширині вантажів

Під час аналізу параметрів великогабаритних вантажів за довжиною та шириною, що перевозяться дорогами різних категорій, виявляються певні закономірності. Чим вища категорія та клас дороги, тим більший за габаритами вантаж можна транспортувати з мінімальними перешкодами для інших учасників руху. І навпаки — чим нижча категорія та клас дороги, тим менший за довжиною

та шириною вантаж можна перевозити без створення перешкод іншим учасникам дорожнього руху.

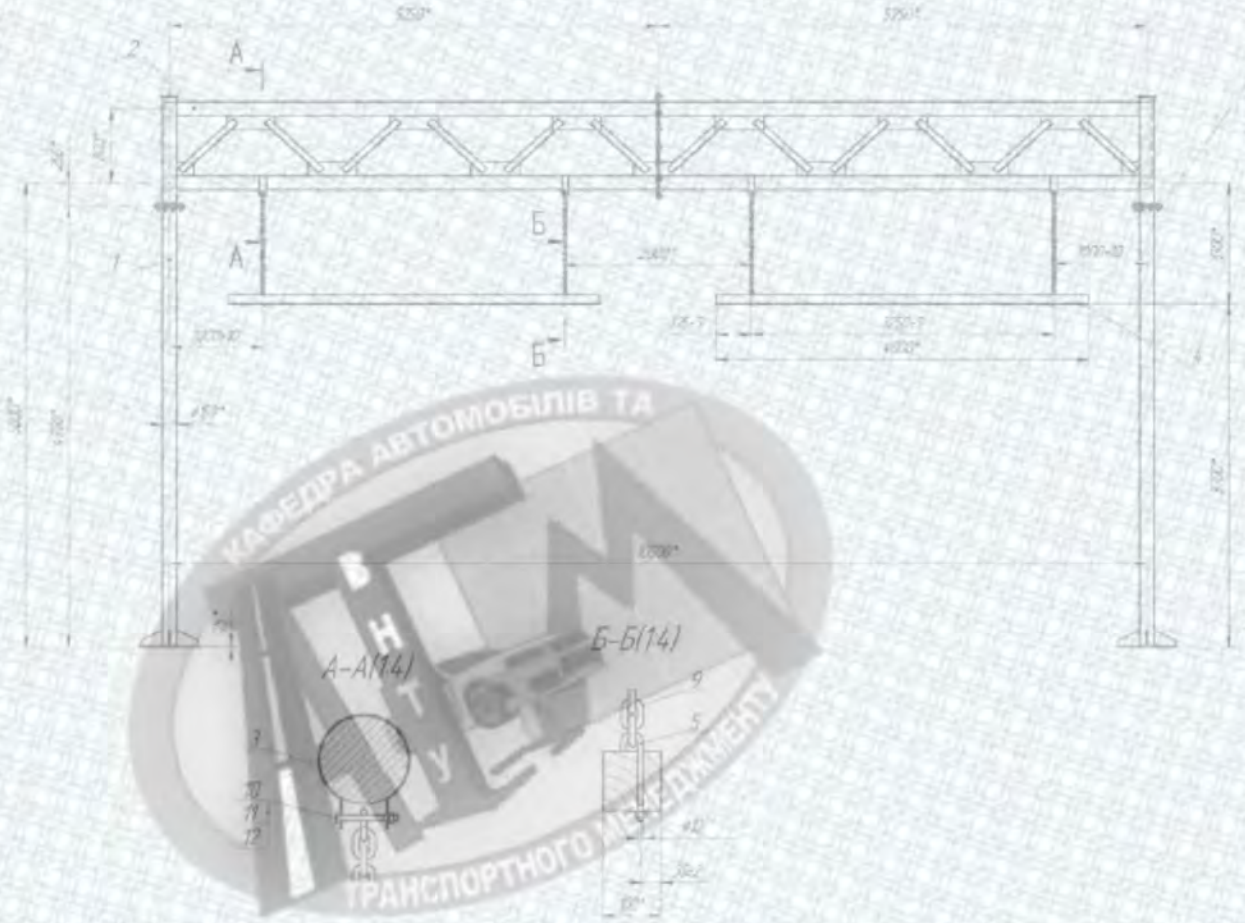


Рисунок 4.3 – Схема естакади для трубопроводів над проїздами для автомобільних доріг

Перевезення великогабаритних вантажів у деяких випадках вимагає додаткових заходів безпеки, зокрема із залученням автомобілів прикриття або супроводу автомобілями.

У зв'язку з нестандартними габаритними характеристиками для перевезення КМГ кращий маршрут по автомагістралі з високим якістю дороги та відповідними габаритами проїжджої частини та узбіччя. Але, на жаль, на практиці не завжди можна прокласти маршрут по дорогам з максимально якісними характеристиками. Тому маршрут перевезення формується з ряду оптимальних

сукупних умов транспортної мережі і габаритнихxарактеристик вантажу. При цьому обраний маршрут, як правило, не є найкоротшим з можливих.

Випадки, в яких необхідна розробка спеціального проекту для перевезення ВВВ

Спеціальний проект розробляється в випадку неможливості проїзду ВВВ по передбачуваному маршруту, в тому числі з використанням додаткових заходів, і відсутності альтернативного маршруту. Розроблений спецпроект надається у відповідний орган разом із заявою на отримання дозволу.

У плані організації дорожнього руху для спеціального проекту повинна утримуватися наступна інформація :

1. Карта маршруту з описом його особливостей ;

2. Характеристики і параметри транспортних засобів, які беруть участь у перевезенні;

3. Розміщення автомобілів, що забезпечують захист супроводжуваного транспортного засобу, спереду та ззаду ;

4. Графік руху з обліком інтенсивності дорожнього руху ;

5. Схеми зміни організації дорожнього руху і захисту автомобілем супроводу на ділянках маршруту з обмеженою видимістю, узгоджені з власниками доріг та транс. безпекою;

6. Інструкції для поворотів, перехресть, залізничних переїздів, звужень проїжджої частини, ділянок з виїздом на смугу зустрічного руху з вказанням траєкторії руху;

7. Місця для контролю розмірів штучних споруд та комунікацій у процесі руху;

8. Місця зупинок та відпочинку, а також для пропуску зустрічного транспорту;

9. Інформацію про необхідності повного або часткового перекриттяруху на окремих ділянках автомобільної дороги.

4.3 Висновки до розділу 4

1. На етапі підготовки до перевезенні великогабаритного вантажу важливо оцінювати категорію дороги і прохідні габаритні параметри елементів інфраструктурних споруд на маршруті.

2. При вступі цифрових паспортів доріг, можна оцінити прохідність системи «вантаж + транспортний засіб» на всіх ділянках запланованого маршруту з визначенням необхідних додаткових заходів.

3. З допомогою використання ризик-орієнтованого підходу при плануванні перевезень великогабаритного вантажу можна забезпечити гарантовану безпека таких перевезень, а також спростити контроль за перевезеннями і прискорити перевіркувідповідності інформації по даних типам перевезень в уповноважених органах.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі отримані такі основні результати:

1. Розглянуто особливості перевезення великогабаритних вантажів різними видами транспорту, виявив недостатнє увага до аналізу факторів ризику, які можуть виникнути при перевезенні.

2. Проаналізовано аналіз товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь», а саме розглянуто історію розвитку підприємства, наявну виробничу базу та перелік наявного рухомого складу.

3. Використання на етапі планування перевезення результатів проведеного аналізу і відбору найбільш значимих факторів ризику, може підвищити ефективність та безпека процесів перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом.

4. Розроблена методика вибору оптимального маршруту перевезення ВВВ з використанням цифровий моделі маршруту і з обліком фактичних габаритних характеристик системи «вантаж + транспортне засіб», дозволяє отримати достовірну оцінку часових і вартісних параметрів перевезення.

5. Показано, що на вибір оптимального маршруту перевезення значний вплив надає складність і вартість проведення додаткових заходів, зокрема збільшення провізної здатності маршруту до необхідних габаритних значень.

6. У результаті аналізу трьох альтернативних маршрутів перевезення великогабаритного вантажу було прийнято рішення на користь маршруту, що проходить виключно об'їзною дорогою. Незважаючи на те, що його довжина становить 26,5 км і є найбільшою серед усіх запропонованих варіантів, саме цей маршрут забезпечує найвищий рівень безпеки та найменшу складність підготовчих заходів

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Галущак О.О. Вибір оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу// О.О. Галущак, В.В. Готошия/ Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2025)» – ВНТУ, 2025. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2025/paper/view/25199

2. Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для здобувачів спеціальності 75 «Транспортні технології (за видами) спеціалізації 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті) [Електронний ресурс] / уклад.: В. В. Біліченко, С. В. Цимбал, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 82 с..

3. Закон України «Про автомобільний транспорт» : Закон України від 05 квіт. 2001 р. № 2344-III // Відомості Верховної Ради України. — 2001. — № 22. — Ст. 105.

4. Про Правила дорожнього руху : постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовт. 2001 р. № 1306 // Офіційний вісник України. — 2001. — № 41. — Ст. 1852.

5. Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту : постанова Кабінету Міністрів України від 18 січ. 2001 р. № 879 // Офіційний вісник України. — 2001. — № 4. — Ст. 148.

6. Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування : постанова Кабінету Міністрів України від 27 черв. 2007 р. № 879 // Офіційний вісник України. — 2007. — № 46. — Ст. 1876.

7. Про затвердження Правил перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні : наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 14 жовт. 2009 р. № 363 // Офіційний вісник України. — 2010. — № 3. — Ст. 109.

8. ДСТУ 8855:2019. Автомобільні дороги. Вимоги до транспортних засобів з великогабаритними та великоваговими вантажами. — [Чинний від 2020-01-01].

— Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. — 12 с.

9. Кодекс України про адміністративні правопорушення : станом на 01 січ. 2024 р. — Київ : Право, 2024. — 352 с.

10. Дубровський В.П., Самостян В.Р. Аналіз проблемних питань перевезень великогабаритних та великовагових вантажів / Студентський науковий вісник. Серія «Технічні науки». Науковий збірник. Випуск 47 (частина 1). – Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. – 191-196 с.

11. Лукінский, В.С. Логістика автомобільного транспорту : навч. посібник / В.С. Лукінский, В.І. Бережний, Є.В. Бережна та ін. – Донецьк: Фінанси и статистика, 2004. – 368 с.

12. В.Р. Самостян, В.П. Онищук Вплив середньої технічної швидкості та часу навантаження-розвантаження на виконання плану перевезень вантажів // Тези VII міжнарод. наук.-прак. конф. Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей, Луцьк 14-16 черв. 2022 р. с. 120-124.

13. Sładkowski, A., Utegenova, A., Kolga, A.D., Gavrishev, S.E., Stolpovskikh, I., Taran, I. Improving the efficiency of using dump trucks under conditions of career at open mining works. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Volume 2019, Issue 2, 2019, Pages 36-42 doi: 10.29202/nvngu/2019-2/8

14. Novytskyi, O., Taran, I., Zhanbirov, Z. Increasing mine train mass by means of improved efficiency of service braking. E3S Web of Conferences. Volume 123, 22 October 2019, Номер статьи 0103413th International Scientific and Practical Conference on Ukrainian School of Mining Engineering, USME 2019; Berdiansk; Ukraine; 3 September 2019 до 7 September 2019; Код 152894 doi: 10.1051/e3sconf/201912301034

15. Pivnyak, G.G., Sakhno, V.P., Kravets, V.V., Bas, K.M. Method for determining high-speed vehicle contact forces of the ground transport. Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. Issue 1, 2019, Pages 55-61 doi: 10.29202/nvngu/20191/8

16. Pustiulha S., Holovachuk I., Samchuk V., Samostian V., Prydiuk V. Improvement of the technology of tribostate application of powder paints using fractal

analysis of spray quality. Lecture Notes in Mechanical Engineering. 2020. p. 280-289 doi: 10.1007/978-3-030-22365-6_28

17. Poliak M., Šimurková, P., Cheu, K. Wage inequality across the road transport sector within the EU. Transport Problems. Volume 14, Issue 2, 2019, Pages 145-153 doi: 10.20858/tp.2019.14.2.13

18. Крикавський Є.В. Логістичне управління: підручник / Є.В Крикавський. –Львів: Львівська політехніка, 2005. – 684

19. Собакарь А. Правові та організаційні проблеми забезпечення безпечного стану дорожніх умов в Україні / А. Собакарь. // Вісник Академії управління МВС. – 2010. – 2 (14). – С. 37–46.

20. Хрутьба В.О. Формування критеріїв оцінки екологічних проектів забезпечення сталого розвитку транспортно-дорожнього комплексу / В.О. Хрутьба // Вісник Національного транспортного університету. — К. : НТУ, 2014. — Вип. 29

21. Матейчик В.П., Кобзиста О.П., Хрутьба В.О. Управління транспортом в місті. Начальний посібник. – Київ. – 2008. – 232 с.

22. Назаренко Я.Я. Теоретичні аспекти управління якістю перевезень пасажирів автомобільним транспортом / Я.Я. Назаренко // Управління проектами, системний аналіз та логістика. - К: НТУ, 2013. - Вип.12. - С.313-318.

23. Давідіч Н.В. Оцінка якості в проектах міського пасажирського транспорту / Давідіч Н.В. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - Луцьк, 2016. - №1 (5). - С.63-66.

24. Юр'єва Т.П. Обстеження пасажиропотоків як необхідна умова забезпечення / Юр'єва Т.П., Далека М.В. // Економічні проблеми та перспективи розвитку житлово-комунального господарства на сучасному етапі. - ХНУГК, 2010. - С. 22-23.

25. Kikuchi, S. Characteristics of the fuzzy LP transportation problem for civil engineering applications / Kikuchi, S., VukadinovicA, N., Easa, S. // Civil Engineering Systems. - 1991. - Vol. 8. - P.134-144.

ДОДАТКИ

Додаток А (обов'язковий)

ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМАГІСТРАЛЬ-ПІВДЕНЬ» МІСТО ОДЕСА

(Назва магістерської кваліфікаційної роботи)

Вінницький національний технічний університет

Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМАГІСТРАЛЬ-ПІВДЕНЬ» МІСТО ОДЕСА

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Керівник роботи к.т.н., доцент Галущак О.О.

Розробив студент гр. 1ТТ-23мз Готошия В.В.

Вінниця ВНТУ 2025

Мета і завдання дослідження

Мета роботи – забезпечення гарантовано безпечного перевезення великогабаритних вантажів на основі вдосконалення процесів планування перевезення використанням геоінформаційних і математичних методів вибору оптимального маршруту.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- аналіз особливостей перевезення великогабаритних вантажів різними видами транспорту;
- підвищити ефективність процесу планування перевезення великогабаритних вантажів;
- вибір оптимального маршруту перевезення великогабаритного вантажу;
- розробка рекомендацій щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу.

Об'єкт дослідження – процес організації перевезення великогабаритного вантажу автомобільним транспортом.

Предмет дослідження – технологія планування маршруту перевезення великогабаритного вантажу автомобільним транспортом.

Новизна одержаних результатів.

Розроблено модель вибору гарантовано безпечного маршруту перевезення великогабаритного вантажу з використанням цифрової моделі дорожньої мережі і проведенням необхідних заходів, що знижують можливі ризики.

Розроблено рекомендації щодо вибору маршруту перевезення великогабаритного вантажу.

ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМАГІСТРАЛЬ-ПІВДЕНЬ»



Транспортні засоби і спеціальні машини підприємства:

- автосамоскид – 790 шт ;
- інша спеціалізована техніка – 50 шт;
- коток дорожній – 130 шт;
- екскаватор – 75 шт;
- навантажувач – 70 шт;
- бульдозер - 65 шт;
- коток грунтовий – 50 шт;
- автогрейдер – 45 шт;
- асфальтоукладач – 31 шт;
- автогудронатор – 20 шт;
- міні-навантажувач – 26 шт;
- тягач/трал 15 шт;
- фреза – 12 шт;
- бетоноукладач – 2 шт;
- ресайклер – 2 шт;











ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Великогабаритний вантаж

довжина - понад 22,0 м для автопоїзда;
ширина - понад 2,60 м;
висота - понад 4,00 м від поверхні дороги;
виступ вантажу - понад 2,0 м ззаду або 0,4 м збоку від габаритів транспортного засобу.

Структура вантажоперевезень України



Основні етапи технологічного процесу транспортування

Вантажовідправник

Підготовка вантажу до транспортування;
Оформлення ТТН;
Подача заявки на перевезення вантажу;
Планування завантаження;
Повідомлення вантажоотримувача;
Передача вантажу перевізнику.

Перевізник

Отримання заявки та вихідної інформації про вантаж;
Вибір ТЗ;
Вибір навантажувача;
Розрахунок вагових параметрів;
Розробка маршруту;
Встановлення термінів доставки;
Отримання спецдозволів;
Контроль за виконання процесу перевезення.

Вантажоотримувач

- Розвантаження;
- Отримання вантажу.

Розмір плати в рахунок відшкодування збитків

$$П_р = [P_{пм} + (P_{пом1} + P_{пом2} + ... + P_{помі})] \cdot S \cdot T_{тг}$$

УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ

Ієрархічна класифікація ризиків, що виникають при плануванні перевезення великогабаритного вантажу



Ймовірність виконання гарантовано безпечного перевезення

$$P_{\Sigma} = 1 - (R_e + R_c + R_п + R_{ек} + R_т),$$

R_e – економічний ризик,

R_c – соціальний ризик,

$R_п$ – політичний ризик,

$R_{ек}$ – екологічний ризик,

$R_т$ – технічний ризик.

$$R_t = \Delta T(t) / T(f)$$

$\Delta T(t)$ – кількість технічних відмов;

$T(f)$ – кількість ідентичних технічних систем

$$R_c = \Delta L(t) / L(t)$$

$L(t)$ — загальна кількість перевезень КМР за період t.

$\Delta L(t)$ – кількість перевезень КМР, при яких виникли соціально-негативні наслідки

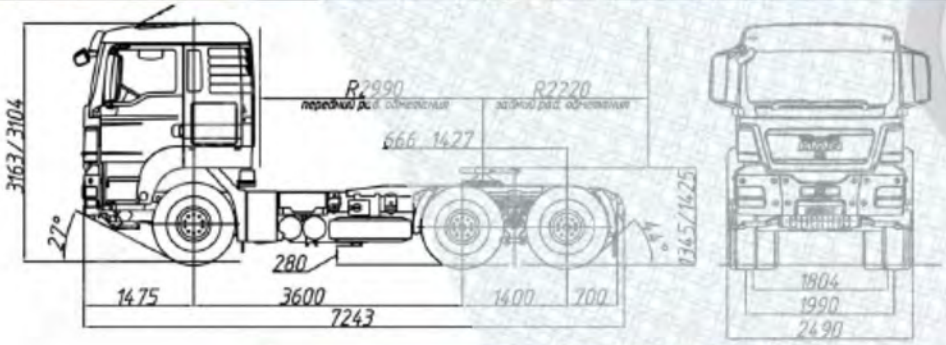
$$R_{ек} = \Delta E(t) / \Delta L(t)$$

$\Delta E(t)$ — кількість екологічних інцидентів

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ

Сідельний тягач MAN TGX 33.480





Напівпричіп TAD Jumbo 45-4





Характеристики великогабаритного вантажу встановленого на транспортний засіб:
Довжина автопоїзда з вантажем 24,5 м
Ширина автопоїзда з вантажем 3,5 м
Висота автопоїзда з вантажем 4,5 м
Маса автопоїзда з вантажем 44,5 т

ВИЗНАЧЕННЯ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВЕЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ

Схема альтернативних маршрутів



Стартова точка формування маршруту: Хмельницьке шосе, в'їзд у м. Вінницю

Адреса вивантаження : Індустріальний парк, Немирівське шосе, 213, мю Вінниця

У дослідженні використовувався онлайн-картографічний сервісGoogle Maps.

1. Використовуючи об'їзну дорогу – **26,5 км.**
2. Частково використовуючи об'їзну, повертаючи на вул. Київську – вул. С. Зулулінського – вул. Батозька – Немирівське шосе – **24,8 км.**
3. Рухаючись виключно містом – **16,5 км.**

АНАЛІЗ НЕОБХІДНИХ ЗАХОДІВ НА МАРШРУТАХ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАЛИКОГАБАРИТНОГО ВАНТАЖУ

Схема першого (найкоротшого) маршруту

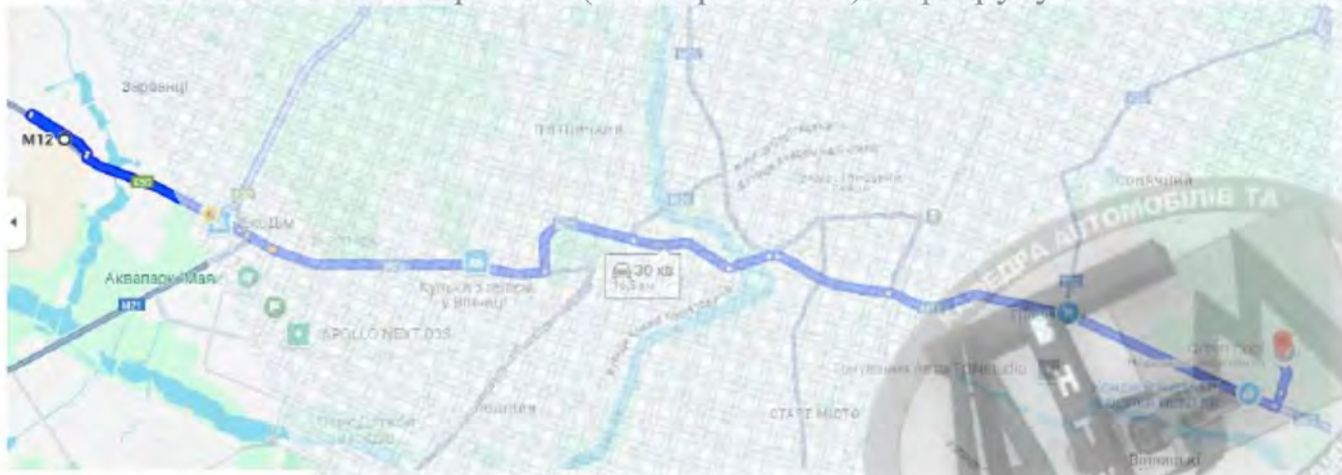
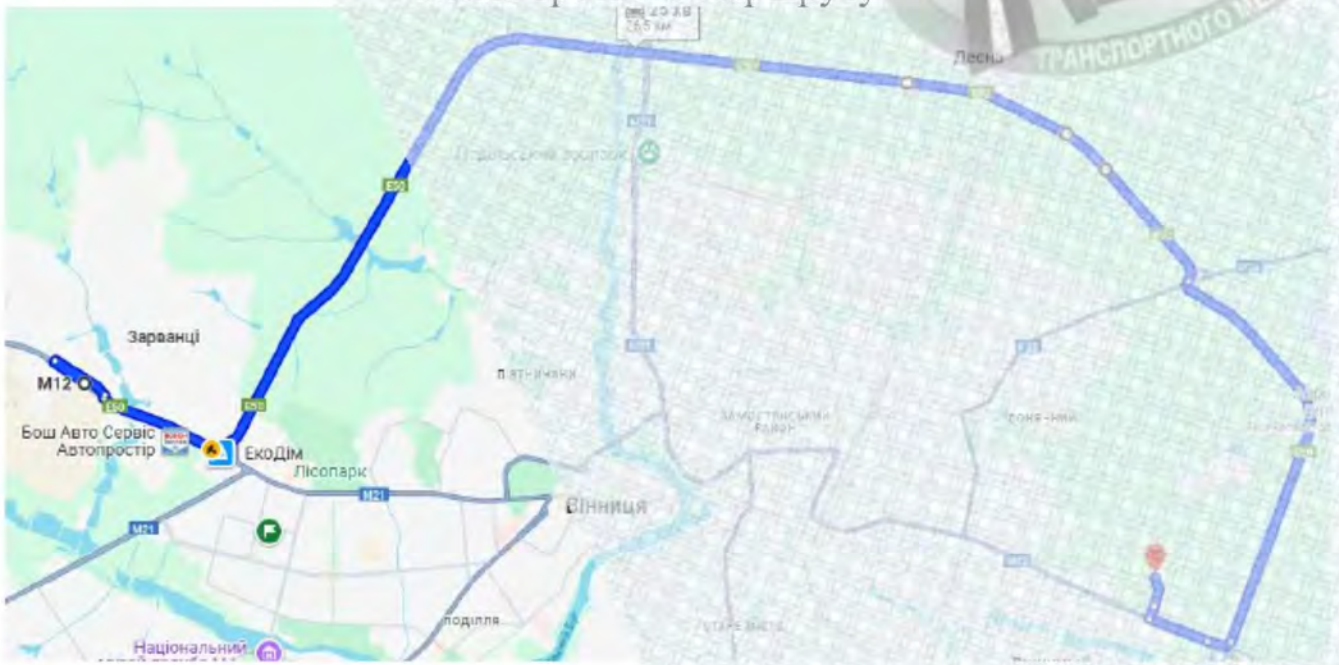


Схема третього маршруту



№	Географічні координати перешкоди	Опис перешкоди	Заходи для подолання перешкоди	
			Опис заходи для проходження перешкоди	
1	49.23584, 28.40893	Табличка до дорожніх знаків Смуга руху обмежує рух за висотою	Об'їзд перешкоди по зустрічній смузі. Часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони на час маневру	
2	49.23455, 28.41508	Табличка до дорожніх знаків Смуга руху обмежує рух за висотою	Об'їзд перешкоди по зустрічній смузі. Часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони на час маневру	
3	49.23697, 28.46433	Проїзд перехрестя	Часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони на час маневру	
	49.23654, 28.46678	Дерева перешкоджають руху	Виїзд на зустрічну смугу часткове перекриття автомобільного руху в обидві сторони	 
5	49.23160, 28.50411	Шляхопровід	Зменшити висоту за рахунок пневмопідвіски	
6	49.23457, 28.48144	Міст	Перекриття трамвайної колії на час маневру	
7	49.22006, 28.56342	Поворот ліворуч	Перекриття автомобільного зустрічного руху	

Висновки

1. Розглянуто особливості перевезення великогабаритних вантажів різними видами транспорту.

2. Проаналізовано аналіз товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь», а саме розглянуто історію розвитку підприємства, наявну виробничу базу та перелік наявного рухомого складу.

3. Використання на етапі планування перевезення результатів проведеного аналізу і відбору найбільш значимих факторів ризику, може підвищити ефективність та безпека процесів перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом.

4. Розроблена методика вибору оптимального маршруту перевезення ВВВ з використанням цифрової моделі маршруту і з обліком фактичних габаритних характеристик системи «вантаж + транспортне засіб», дозволяє отримати достовірну оцінку часових і вартісних параметрів перевезення.

5. Показано, що на вибір оптимального маршруту перевезення значний вплив має складність і вартість проведення додаткових заходів, зокрема збільшення провізної здатності маршруту до необхідних габаритних значень.

6. У результаті аналізу трьох альтернативних маршрутів перевезення великогабаритного вантажу було прийнято рішення на користь маршруту, що проходить виключно об'їзною дорогою. Незважаючи на те, що його довжина становить 26,5 км і є найбільшою серед усіх запропонованих варіантів, саме цей маршрут забезпечує найвищий рівень безпеки та найменшу складність підготовчих заходів

Додаток Б (обов'язковий)



ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення планування перевезення великогабаритних вантажів автомобільним транспортом товариства з обмеженою відповідальністю «Автомагістраль-Південь» місто Одеса

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Strikeplagiarism

Оригінальність 85,7 % Схожість 14,3 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

☑ 1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

☐ 3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку (підпис) Шимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Strikeplagiarism щодо роботи

Автор роботи (підпис) Готощин В.В.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи (підпис) Галущак О.О.
(прізвище, ініціали)