

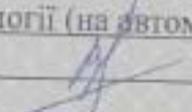
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

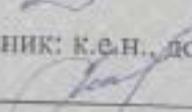
на тему:

«Формування логістичної системи перевезень великовагових вантажів
автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю
«ТК Автотрансгарант» місто Київ»

Виконав: здобувач 2-го курсу, групи ІТТ-24м
спеціальності 275 – Транспортні технології (за
видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)

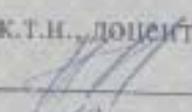

Слісченко В.В.

Керівник: к.е.н., доцент каф. АТМ


Макарова Т.В.

«04» 12 2025 р.

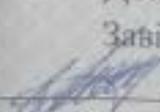
Опонент: к.т.н., доцент каф. ТАМ


Піонткевич О.В.

«09» 12 2025 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ


к.т.н., доц. Цимбал С.В.

«09» 12 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)
Назва 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 Шимбай С.В.

«24» 09 2025 року

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Сліщенко Владиславу Володимировичу

(підписати, як на бланку)

Тема роботи: Формування логістичної системи перевезень великовагових вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю ТОВ «Автотрансгарант» місто Київ.

Рівніть роботи: Макарова Тамара Володимирівна, к.т.н., доцент,
затвержені наказом ВНТУ від «24» вересня 2025 року № 313.

Строк подання здобувачем роботи: 30.11.2025 р.

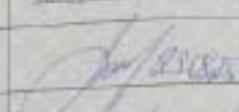
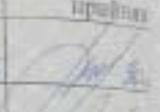
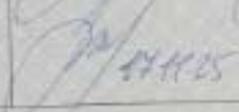
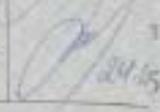
Вихідні дані до роботи: Проаналізувати законодавство України в сфері організації перевезень великовагових вантажів. Описати основні складові та принципи роботи автоматизованої системи зважування вантажного автотранспорту в русі Weight in-motion. В дослідницькому розділі виконати моделювання транспортної системи за допомогою математичних методів та з урахуванням впливу автомобілів на дорогу. Основні параметри логістичної системи: район перевезень великовагових вантажів – країна; дальність вантажної їздки – до 150 км; досліджувані моделі АТЗ – великовагові траки з різними кількостями осей. Для розрахунку ефективності прийняти наступні витрати на організаційні заходи: низький сценарій – 50 тис. грн.; середній сценарій – 150 тис. грн.; високий сценарій – 900 тис. грн.

Зміст текстової частини:

- 1 Аналіз логістичного забезпечення при перевезеннях великовагових вантажів.
- 2 Дослідження логістичної системи перевезень великовагових вантажів на основі ітеративного аналізу.
- 3 Формування раціональних параметрів логістичної системи перевезень великовагових вантажів.
- 4 Визначення ефективності запропонованих рішень.

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним визначенням назви слайдів):
 1-2. Тема, мета та завдання роботи. 3. Характеристика процесу регулювання перевезень. 4. Рухомий склад та вартість перевезень. 5. Нормативно-методичні документи. 6. Габаритно-ваговий контроль при перевезеннях. 7. Фізико-математичні моделі перевезень. 8. Комплексна система моніторингу перевезень. 9-10. Моделювання впливу факторів на ефективність перевезень. 11. Дослідження факторів за допомогою регресійного аналізу. 12. Послідовність оцінки параметрів. 13. Уточнена модель логістичної системи перевезень великогазових вантажів. 14. Дететичні методи перевезень великогазових вантажів. 15. Вибір раціонального автомобіля. 16. Організація маршруту руху. 17. Визначення ефективності запропонованих рішень. 18. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання «25» вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	25.09-29.09.2025	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задачі	30.09-20.10.2025	
3	Обґрунтування методів досліджень	30.09-20.10.2025	
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-10.11.2025	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	11.11-16.11.2025	
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	17.11-24.11.2025	
7	Нормоконтроль МКР	25.11-30.11.2025	
8	Попередній захист МКР	01.12-04.12.2025	
9	Рецензування МКР	05.12-09.12.2025	
10	Захист МКР	15.12. - 17.12.2025	

Здобувач

Керівник роботи


Слiтченко


Макарова

Слiтченко В.В.

Макарова Т.В.

АНОТАЦІЯ

УДК 656.029

Слінченко В.В. Формування логістичної системи перевезень великовагових вантажів автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ТК Автотрансгарант» місто Київ. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті), освітня програма – транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2025. 116 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 32 назви; рис.: 35; табл. 21.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто заходи та методи логістичного забезпечення перевезень великовагових вантажів. Досліджений багатокритеріальний вплив системи факторів на ефективність перевезень. Розроблений алгоритм раціонального перевізного процесу великовагових вантажів з урахуванням зниження негативного впливу на автомобільні дороги.

Ілюстративна частина складається з 18 плакатів із результатами дослідження.

Ключові слова: великоваговий вантаж, логістична система, ваговий контроль, автомобільна дорога, осьове навантаження, трал, продуктивність.

ABSTRACT

UDK 656.029

Slinchenko V.V. Formation of a logistics system for heavy-duty cargo transportation by automobiles of the limited liability company "TK Avtotransgarant" city of Kyiv. Master's qualification work in the specialty 275 - Transport technologies (by types), specialization 275.03 - Transport technologies (in road transport), educational program - transport technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2025. 116 p.

In Ukrainian. Bibliography: 32 titles; fig.: 35; table. 21.

The master's qualification work considers measures and methods of logistical support for heavy-duty cargo transportation. The multi-criteria influence of a system of factors on the efficiency of transportation is studied. An algorithm for a rational transportation process for heavy-duty cargo is developed, taking into account the reduction of the negative impact on highways.

The illustrative part consists of 18 posters with the results of the study.

Keywords: heavy cargo, logistics system, weight control, highway, axle load, trawl, productivity.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ	7
1.1 Характеристика логістичних послуг товариства з обмеженою відповідальністю «ТК Автотрансгарант» місто Київ	7
1.2 Нормативно - правове регулювання перевезень великовагових і (або) великогабаритних вантажів	16
1.3 Аналіз літературних джерел щодо формування раціональної логістичної системи перевезень ВНВ	34
1.4 Висновки за розділом 1	36
2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ	39
2.1 Системний та логістичний принципи при плануванні перевезень великовагових вантажів	39
2.2 Моделювання впливу системи факторів на ефективність перевезень	45
2.3 Характеристика логістичної технології планування перевізного процесу великовагових вантажів автомобільним транспортом	70
2.4 Висновки за розділом	72
3 ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ	74
3.1 Обґрунтування етапів технологічного процесу перевезень великовагових вантажів на основі багатofакторного аналізу	74
3.2 Організація раціональної системи перевезень великовагових вантажів в умовах ТОВ «ТК Автотрансгарант»	77
3.3 Рекомендації раціонального планування перевезень вантажів	98
3.4 Висновки за розділом 3	99

4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	101
4.1 Аналіз системи «автомобіль – дорога - середовище»	101
4.2 Розрахунок ефекту від зниження негативного впливу на автомобільні дороги великовагових автопоїздів	105
ВИСНОВКИ	109
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	113
Додаток А «Ілюстративна частина»	117
Додаток Б «Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»	



ВСТУП

Актуальність теми. Великовагові вантажі посідають важливе місце у структурі вантажопотоків, що здійснюються автомобільним транспортом. Без перевезення цієї категорії вантажів неможливо забезпечити безперервне функціонування ключових галузей національної економіки — будівництва, сільського господарства, машинобудування, енергетики тощо. До таких вантажів належать будівельна та дорожня техніка, промислове устаткування, великогабаритні конструкції, елементи інженерних споруд і металеві конструкції [1,2].

Основними особливостями транспортно-технологічної характеристики великовагових і негабаритних вантажів є значна маса та габарити одного місця, необхідність використання спеціальних пристроїв для закріплення, а також проведення навантажувально-розвантажувальних робіт із застосуванням спеціалізованої техніки. Для таких перевезень потрібно забезпечити умови, що гарантують раціональне розміщення вантажу на транспортному засобі, його надійне кріплення та безпечне транспортування. Крім того, при плануванні маршруту слід враховувати характеристики транспортних засобів і їхній вплив на дорожнє покриття.

Поява нових дорожніх зборів, зміна законодавчої бази, впровадження автоматизованих систем і посилення контролю - все це в значній мірі відбилося на процесі планування та ефективності вантажних перевезень. В даний час отримання дозволів на проїзд і плата дорожніх зборів стали найбільш вагомими критеріями при побудові логістики ВНВ. З урахуванням розміру шкоди в рамках оформлення дозвільних документів, і часу, необхідного для такого оформлення, витрати ресурсів за цими критеріями перевищують 50% від загальних при переміщенні ВНВ.

Підсумовуючи вище наведену інформацію, можна зазначити, що транспортування ВНВ автомобільним транспортом є одним з найскладніших видів вантажних перевезень, пов'язаних з великим комплексом питань в

частині безпеки на транспорті та забезпечення схоронності транспортної інфраструктури. Тому, тема роботи, яка висвітлює питання формування раціональної логістичної системи перевезень великовагових вантажів є актуальною.

Метою дослідження є розробка раціональної системи транспортування великовагових вантажів автомобільним транспортом на основі логістичного та системного принципів.

Відповідно до мети у роботі поставлені наступні задачі:

- охарактеризувати логістичну діяльність ТОВ «ТК Автотрансгарант» місто Київ з виділенням особливостей планування перевезень ВНВ рухомих складом підприємства;
- проаналізувати нормативно-правове регулювання перевезень ВНВ та автоматизовані системи зважування вантажного автотранспорту в русі Weight in-motion;
- виконати моніторинг літературних джерел щодо формування раціональної логістичної системи перевезень ВНВ;
- запропонувати системний та логістичний підхід до планування перевезень ВНВ з урахуванням зниження негативного впливу на автомобільну дорогу;
- провести моделювання впливу факторів на ефективність перевезень ВНВ;
- дослідити чинники, що впливають на розмір шкоди автомобільним дорогам в результаті перевезень великовагових вантажів;
- розробити логістичний метод для ефективного планування перевізного процесу великовагових вантажів з урахуванням зниження негативного впливу на автомобільні дороги;
- розрахувати основні параметри логістичної системи перевезень великовагових вантажів.

Об'єкт дослідження – це процес перевезень великовагового вантажу автомобільним транспортним засобом.

Предметом дослідження – методи та засоби, що забезпечують раціональне формування перевезень великовагових вантажів з урахуванням зниження впливу на автомобільні дороги.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є використання системного аналізу, математичне моделювання впливу факторів на функціонування автомобільного транспорту, методи регресійного та дисперсійного аналізу.

Новизна одержаних результатів полягає у розробці логістичного методу здійснення великовагових перевезень у системі «автомобіль – дорога», з урахуванням зниження осьових навантажень шляхом раціонального вибору транспортного засобу.

Апробація результатів роботи. Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на LV Всеукраїнській науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, ВНТУ.

Вірогідність отриманих результатів забезпечується: коректною постановкою задач дослідження, послідовним та чітким застосуванням математичних методів при їх вирішенні; збігом результатів для окремих та граничних випадків з відомими з літератури рішеннями; узгодженням між собою результатів, отриманих в різних розділах роботи.

Публікації. Макарова Т.В., Слінченко В.В., Осовський Н.О. До питання планування автомобільних перевезень вантажів з урахуванням логістичних принципів. Матеріали LV Всеукраїнської науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, ВНТУ, 2025 [3].

1 АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ

1.1 Характеристика логістичних послуг товариства з обмеженою відповідальністю «ТК Автотрансгарант» місто Київ

Центральний офіс ТОВ «ТК Автотрансгарант» розташований у м. Києві. Філіали організації знаходяться в Харкові, Одесі, Львові, Запоріжжі та Дніпрі [4]. Транспортна компанія «Автотрансгарант» здійснює автомобільні вантажні перевезення та надає широкий комплекс супутніх логістичних послуг з міжнародних та внутрішніх перевезень, а саме: підготовка і супровід вантажів в дорозі; оформлення документів; розробка оптимального маршруту згідно з бюджетом замовника; митно-брокерські послуги; страхування вантажів; навантажувально-розвантажувальні роботи тощо [4].

Транспортна компанія має ряд наступних конкурентних переваг:

- база власних автомобілів, призначених для перевезення різних вантажів (в тому числі великовагових та негабаритних);
- організація транспортного процесу з мінімальними витратами;
- висока якість транспортування;
- надійність і збереження вантажу;
- швидке виконання замовлення;
- доступні ціни;
- досвідчені водії та професійні логісти.

В результаті аналізу вище наведених переваг сформовані сильні сторони транспортної компанії (рисунок 1.1).

Транспортна компанія має досвідчний персонал, який виконує замовлення в строк та має індивідуальний підхід до кожного клієнта. Гнучка цінова політика, широка географія перевезень та різномарочний рухомий

склад сприяють забезпеченню великих обсягів перевезень різних категорій вантажів (рисунок 1.2).



Рисунок 1.1 – Сильні сторони транспортної компанії



Рисунок 1.2 - Види вантажів, які перевозяться автомобілями транспортної компанії

Завдяки фахівцям компанії, замовники отримують можливість організувати доставку вантажу з Європи, країн ближнього зарубіжжя, а також з Азії. Основні країни, з якими співпрацює організація: Німеччина, Туреччина, Китай, Франція, Італія, Польща, Чехія, Грузія, Казахстан, Литва, Латвія, Нідерланди.

Компанія «Автотрансгарант» має власний автопарк біля 100 автомобілів різної тоннажності і місткості та більш ніж 300 орендованих автомобілів. Ефективній та надійній доставці вантажів сприяє обладнання автомобілів системами GPS та мобільним зв'язком, що дозволяє спостерігати за перевезенням вантажів у режимі реального часу.

Щоб виконувати перевезення збірних вантажів загального призначення підприємство використовує бортові тентовані автомобілі вантажністю від 1,5 до 20 т (рисунки 1.3 та 1.4).



Рисунок 1.3 – Бортовий автомобіль вантажністю 10 т



Рисунок 1.4 – Автопоїзда вантажністю 20 т

При перевезеннях наведеними вище автомобілями у більшості випадків здійснюється попутне завантаження. Попутний вантаж - це вантаж, доставка якого здійснюється до або після завершення відправки основного вантажу. Послуга передбачає уважне складання маршруту, щоб скоротити витрати і забезпечити мінімальні терміни виконання кожної заявки.

Будь-яке підприємство зацікавлене в тому, щоб знизити вартість відправки та отримання вантажів. Транспортні витрати неухильно ростуть у міру розвитку компанії, тому для великих виробництв або торгових фірм вони можуть становити помітну частину регулярних витрат. Під час проходження по маршруту автомобіль не завжди виявляється повністю

завантаженим. З цієї причини транспортні компанії можуть запропонувати клієнтам відправити попутний вантаж, який обходиться значно дешевше.

Подібна послуга вигідна не тільки для замовника, а й для самого перевізника. Останньому не доводиться відправляти автомобіль в зворотний шлях з холостим пробігом. Вантажовідправнику вдається заощадити на оренді окремого транспортного засобу. Попутні перевезення актуальні в тому випадку, коли мова йде про невеликий вантаж, який легко розмістити на платформі, що має певне завантаження на момент отримання довантаження. Під час проходження по маршруту з додатковим вантажем допускається відхилення від основного шляху в межах до 100 км.

Попутні перевезення входять в число найбільш затребуваних послуг. Така доставка актуальна в тому випадку, коли основна заявка займає тільки частину вантажної платформи. Партія товару, що довантажується, повинна поміститися в вільну частину вантажного відсіку.

Попутні перевезення вантажів по Україні стають найкращим рішенням у тому випадку, коли замовника цікавить оперативна доставка невеликої партії товару. Для доставки 1 - 2 тон вантажу на відстань 400 - 600 км можна скористатися малотоннажним вантажним автомобілем, який відрізняється компактними розмірами і низькою витратою палива. У той же час вантажопідйомність автомобіля буде вище, тому його спорядження заради невеликої партії товарів буде пов'язано з зайвими витратами, уникнути яких дозволяє використання попутних відправлень. Попутний вантаж зацікавить компанії малого і середнього бізнесу. Також подібні перевезення актуальні серед звичайних громадян, яким потрібно відправити за адресою техніку або особисті речі. Вантажоперевезення попутного вантажу можуть заощадити до 80 відсотків від суми, яку раніше доводилося витратити на індивідуальну відправку вантажу. Перед відправкою попутного вантажу потрібно впевнитися в правильному упакуванні, завдяки чому забезпечується безпека під час відправки. Проведення раціонального завантаження, при якому попутний вантаж знаходиться ближче до дверей контейнера, полегшує

подальше вивантаження. Попутні вантажні перевезення припускають відповідність товару розмірам простору, який залишився вільним після установки тари з основною партією вантажу. Необхідно також зіставляти дати доставки основного вантажу і час, необхідний на відправку довантаження. На практиці відправка попутного вантажу пов'язана з низкою складнощів, які слід подолати під час складання маршруту.

Вартість перевезення вантажів бортовими автомобілями, в тому числі які наведені на рисунках 1.3 та 1.4 в межах України представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Вартість перевезення за 1 км по Україні

Вантажність автомобіля, т	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Обсяг, м ³	Ціна за 1 км, грн
20-22	13,6	2,45 - 2,5	2,4-2,8	до 120	24-28
10	до 8,5	2,45 - 2,5	2,4-2,8	до 60	18-20
5	до 6,5	2,45 - 2,5	2,4-2,8	до 35	14-16
1-1,5	до 4,2	1,9 - 2	до 2,3	до 20	9-11

Для перевезення контейнерів використовуються автомобілі – контейнеровози (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Автомобіль контейнеровіз

Перевезення зернових та рідких вантажів здійснюється автомобілями – зерновозами та автомобілями – цистернами відповідно (рисунок 1.6).



а)

б)

Рисунок 1.6 – Автомобіль зерновоз (а) та автомобіль цистерна (б)

Останнім видом послуг, який надається компанією і надалі розглядається в роботі є перевезення великовагових та/або великогабаритних вантажів. Бувають випадки, коли великовагові вантажі можуть бути й великогабаритними. Для таких перевезень автопарк компанії представлений автомобілями спеціального призначення (рисунок 1.7), які можуть перевозити сільськогосподарську техніку (трактори, комбайни), будівельні конструкції (плити перекриття, балки), промислове обладнання (верстати, генератори, котли), великогабаритні металеві вироби, енергетичні установки, транспортні засоби спеціального призначення (локомотиви, військова техніка, великі катери), а також елементи інфраструктури (резервуари, труби великого діаметра, мостові ферми, бетонні блоки тощо).



Рисунок 1.7 – Трал для перевезення великовагових та негабаритних вантажів

Розміщення на тралі катера наведено на рисунку 1.8.



Рисунок 1.8 – Розміщення на тралі катера

За допомогою низькорамних тралів, кранів маніпуляторів, спеціальних майданчиків можна транспортувати вантажі великих розмірів та значної ваги, які не вписуються в загальні стандарти. Окрім тралу, перевезення ВНВ може здійснюватися:

- на лафетах. Це спеціальні платформи, що складаються з двох напрямних і без дна між ними. Перевезення на лафеті найчастіше використовуються, якщо вантажем є автомобіль або невелике судно;
- евакуатором, який використовується для будь-якої колісної техніки або причепів з важким обладнанням.

Негабаритні вантажі повинні перевозитися із урахуванням особливостей українських доріг, а також згідно з правилами пересування по ним. Великовагові вантажі - це такі об'єкти, вага яких разом з масою автомобіля перевищує гранично допустимі норми навантаження на дорожнє покриття або допустимі осьові навантаження. Для переміщення важкоатлета

необхідно отримувати спеціальний дозвіл. Транспортування такого роду вантажів неминуче призводить до руйнування дорожнього покриття і в цілому обходиться значно дорожче в порівнянні зі звичайними перевезеннями. Відбувається це через необхідність залучення спеціалізованої техніки для здійснення вантажно-розвантажувальних робіт, застосування спеціальних кріплень, складного маршруту, який може виявитися протяжним через необхідність враховувати граничні навантаження доріг і мостів.

Здійснення такого транспортування виконується з внесенням виплат за шкоду, яка завдається дорожньому полотну і спорудам, затверджується час на перевезення і маршрут по містах, а також виконується підбір відповідного транспортного засобу. Крім того, для організації переміщення вантажу обов'язково забезпечують додаткові заходи дорожньої безпеки. Тому тарифи на перевезення ВНВ вищі, ніж перевезення вантажів нормальної маси та розмірів. Чинники, які впливають на формування тарифів наведені нижче.

1. Великі витрати на паливо у зв'язку з використанням спеціальної техніки підвищеної потужності з низькорамною платформою та посиленою конструкцією.

2. Оформлення спеціальних дозволів (сплачується додатковий збір за руйнування автомобільних доріг).

3. Необхідність супроводу Державтоінспекції.

4. Потреба у високій кваліфікації водіїв та відповідній оплаті праці.

5. Організація складних логістичних рішень: необхідно враховувати обмеження мостів, тунелів, поворотів, дорожніх покриттів і об'їзних шляхів.

6. Більша тривалість перевезень через обмежену швидкість руху та складність маршруту.

Тарифи на перевезення великовагових вантажів вищі через складність, ризикованість і додаткові вимоги до організації таких перевезень. З урахуванням всіх перерахованих факторів, представниками транспортної компанії встановлюється вартість перевезень (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Ціни на негабаритні перевезення

Маршрут	Вага т	Ціна
м. Вушперталь (Німеччина) – м. Київ (Україна)	22	7100 євро (бн)
м. Вушперталь (Німеччина) - м. Київ (Україна)	19,5	5100 євро (бн)
м. Маріуполь - м. Кременчук	28,9	32500 грн
м. Старі Петрівці - м. Бориспіль	3	9200 грн (бн)
м. Рівне - м. Мангуш	15	63000 грн (бн)

Щоб доставити техніку по звичайних дорогах, транспортна компанія повинна отримати відповідні дозволи від державних органів, які їх видають на таку доставку. При міжнародних перевезеннях доводиться співпрацювати з відомствами кожної країни, через яку пролягатиме маршрут вантажу. Документи обов'язково містять інформацію про автомобіль, включаючи: розміри і масу; маршрут слідування; прізвище та ім'я водія.

Компанія здійснює міжнародну доставку деталей для промислових установок або устаткування. Негабаритні перевезення з Європи або назад можуть викликати ускладнення. Пов'язано це з:

- відмінностями в законодавстві і правилах дорожнього руху. Все це може викликати додаткові проблеми;
- документами на перевезення таких предметів. Якщо будуть допущені навіть найменші неточності, то автомобіль можуть просто не пустити на територію іншої країни;
- складними дорожніми умовами. Особливо це стосується вітчизняних і азіатських магістралей.

Уникнути цих труднощів можуть тільки справжні професіонали. І такими повинні бути не тільки водії, а й менеджери з логістики. Ефективність послуги багато в чому залежить від правильності вибору маршруту слідування. Транспортна компанія враховує не тільки відстань і

витрати на паливо, а й особливості вантажу і можливість проїхати на певних ділянках.

Велике значення при перевезеннях ВНВ має процедура оформлення замовлення, яка має багато бюрократичних перепонів. Фахівці транспортної компанії користуються наведеним нижче планом.

1. Виїзд фахівця на місце і проведення необхідних замірів. Враховувати варто не тільки масу і габарити, але і способи кріплення в кузові. Від характеру вантажу залежить і тип транспортного засобу, який буде використано.

2. Розрахунок маршруту слідування і вартості послуги.

3. Складання договору. Виконання замовлення. Лафет або трал для перевезення ВНВ будуть доставлені за місцем вимоги. Після навантаження транспорт поїде по маршруту і в призначений час прибуде в кінцевий пункт.

При перевезеннях ВНВ компанія співпрацює з великою кількістю будівельних, сільськогосподарських та промислових підприємств.

Узагальнюючи інформацію, можна відзначити, що транспортній компанії необхідно підвищувати ефективність перевезень ВНВ. Для формування ефективної логістичної системи автомобільних перевезень ВНВ транспортом компанії необхідний комплексний підхід, який містить планування з урахуванням нормативно-правового регулювання, технологічні процеси і економічну складову.

1.2 Нормативно - правове регулювання перевезень великовагових і (або) великогабаритних вантажів

Основними нормативно-правовими документами, які визначають правові, організаційні, соціальні, економічні та наглядові сфери діяльності, пов'язані з проїздом великовагових та великогабаритних транспортних засобів в Україні, є наступні:

- Закон України «Про автомобільний транспорт» [5];

- Закон України «Про дорожній рух» [6];
- Закон України «Про автомобільні дороги» [7].
- Правила дорожнього руху [8];
- Правила проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами [9];
- Порядок здійснення габаритно-вагового контролю та справляння плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні [10];
- Порядок взаємодії Державної інспекції України з безпеки на наземному транспорті, Міністерства внутрішніх справ України, Державного агентства автомобільних доріг України під час організації та проведення робіт із зважування та здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів на автомобільних дорогах загального користування [11].

Нижче проаналізовані наведені вище нормативно-правові документи.

Законом України «Про автомобільний транспорт» визначено основні терміни у сфері автомобільного транспорту, права і обов'язки суб'єктів автомобільних перевезень та інші особливості проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів. Великоваговий транспортний засіб – транспортний засіб з вантажем або без вантажу, хоча б один з вагових параметрів якого перевищує встановлену на території України допустиму максимальну масу чи осьове навантаження. Положенням ст. 48 Закону передбачено обов'язковість спеціального дозволу виданого компетентними органами для руху великогабаритних та великовагових вантажів автомобільними дорогами України. Статтею 58 Закону уповноважено органи виконавчої влади, що забезпечують реалізацію державної політики з питань безпеки на наземному транспорті

(Укртрансбезпека), здійснювати перевірку вагових і габаритних параметрів транспортних засобів.

Закон України «Про дорожній рух» [6] передбачає допуск до руху автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами транспортних засобів, габаритні і вагові параметри яких перевищують нормативні при наявності відповідного дозволу. Статтею 52-3 уповноважено Нацполіцію України на видачу дозволів на участь у дорожньому русі транспортних засобів, габаритні і вагові параметри яких перевищують нормативні.

Закон України «Про автомобільні дороги» [7] містить вимоги щодо збереження дорожнього покриття при русі великовагових транспортних засобів. Контроль за дотриманням цих норм здійснюється підрозділами Укртрансбезпеки за допомогою стаціонарних і пересувних пунктів габаритно-вагового контролю. Порухення вимог щодо руху великовагових автомобілів призводить до адміністративної відповідальності, а також може бути підставою для відшкодування збитків, завданих автомобільним дорогам. У літній період, при підвищенні температури повітря, вводяться тимчасові обмеження руху, що запобігають руйнуванню асфальтобетонного покриття.

Правила дорожнього руху України встановлюють єдиний порядок дорожнього руху на всій території України. Відповідно до вимог Правил у місці здійснення габаритно-вагового контролю на вимогу працівника пункту габаритно-вагового контролю або працівника Нацполіції водій вантажного автомобіля (в тому числі механічного транспортного засобу) повинен зупинитися, з дотриманням вимог цих Правил, а також передати для перевірки документи та надати транспортний засіб (ТЗ) та причіп (за наявності) для вагового та/або габаритного контролю відповідно до встановленої процедури. У разі виявлення під час здійснення габаритно-вагового контролю невідповідності фактичних вагових та/або габаритних параметрів, установленим нормам і правилам рух такого транспортного засобу та/або причепа забороняється до отримання в установленому порядку

дозволу на проїзд автомобільними дорогами транспортних засобів, вагові або габаритні параметри яких перевищують нормативні, про що складається відповідний акт.

Додаткові вимоги до габаритних і вагових параметрів встановлені для:

- контейнеровозів, за встановленим Укравтодором і Нацполіцією маршрутом руху, допустима висота може складати до 4,35 м;
- маршрутних транспортних засобів, довжина може складати до 25 м;
- транспортних засобів, за встановленим Укравтодором і ДАІ маршрутом руху, фактична маса може складати до 40 т;
- контейнеровозів, фактична маса може складати понад 44 т;
- контейнеровозів, за встановленим Укравтодором і Нацполіцією маршрутом руху, фактична маса може складати до 46 т;
- навантаження:
 - одна вісь – 11 т (для автобусів, тролейбусів – 11,5 т);
 - здвоєні осі – 16 т (для контейнеровозів – 18 т);
 - строєні осі – 22 т (для контейнеровозів – 24 т).

Правила проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 18.01.2001 № 30 [9]. Правилами встановлені єдині вимоги до проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів з вантажем або без нього автодорогами, вулицями населених пунктів та залізничними переїздами. Якщо міжнародним договором України встановлені інші правила, ніж ті, що передбачені цими Правилами, застосовуються правила міжнародного договору. Правилами регламентуються: умови і режим проїзду, порядок погодження маршрутів, вимоги до водіїв, обладнання транспортних засобів і розміщення вантажів, вимоги до організації проїзду та порядок отримання дозволу.

Основним документом, що надає право на рух великогабаритних і великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями і

залізничними переїздами та визначає умови і режим їхнього проїзду, є дозвіл, що видається перевізникові Державною службою України з безпеки на транспорті (Укртрансбезпека) за наведеною нижче процедурою.

1. Перевізник або власник транспортного засобу подає заяву до територіального органу Укртрансбезпеки.

2. Додаються документи (технічні характеристики ТЗ, схема маршруту, погодження з власниками доріг).

3. Укртрансбезпека узгоджує маршрут з балансоутримувачами доріг (Укравтодор, місцеві служби) і видає дозвіл.

4. У разі перевезень міжнародного характеру дозвіл може оформлюватися центральним апаратом Укртрансбезпеки.

Дозвіл видається на одноразовий проїзд великогабаритного і великовагового транспортного засобу. У разі здійснення постійних проїздів за одним маршрутом тим самим транспортним засобом дозвіл може видаватися на декілька проїздів, але не більш ніж на три місяці.

Для отримання дозволу необхідні наступні документи:

- заява встановленого зразка, де зазначаються відомості про перевізника, транспортний засіб, характеристики вантажу, маршрут, період перевезення;

- свідоцтво про реєстрацію транспортного засобу та причепа/напівпричепа (якщо використовується);

- право власності або користування транспортним засобом: договір оренди, лізингу чи інший правовий документ;

- технічний паспорт, креслення або специфікація вантажу (для визначення габаритів і маси);

- схема маршруту перевезення з позначенням ділянок доріг, мостів, переїздів, місць завантаження та розвантаження;

- розрахунок навантаження на вісь і схеми розміщення вантажу на платформі;

- погодження з власниками (балансоутримувачами) доріг: службою автомобільних доріг (обласна філія Укравтодору), місцевими радами або комунальними службами;

- погодження з Національною поліцією, якщо необхідний поліцейський супровід або маршрут проходить через населені пункти зі складними умовами руху;

- квитанція або платіжне доручення згідно з розрахунком, який проводить Укртрансбезпека.

На рисунку 1.9 представлений алгоритм отримання спеціального дозволу на перевезення ВНВ, що наочно демонструє різні етапи, в ході яких може виникнути необхідність додаткових погоджень із залізницею, електриками та балансоутримувачами доріг.

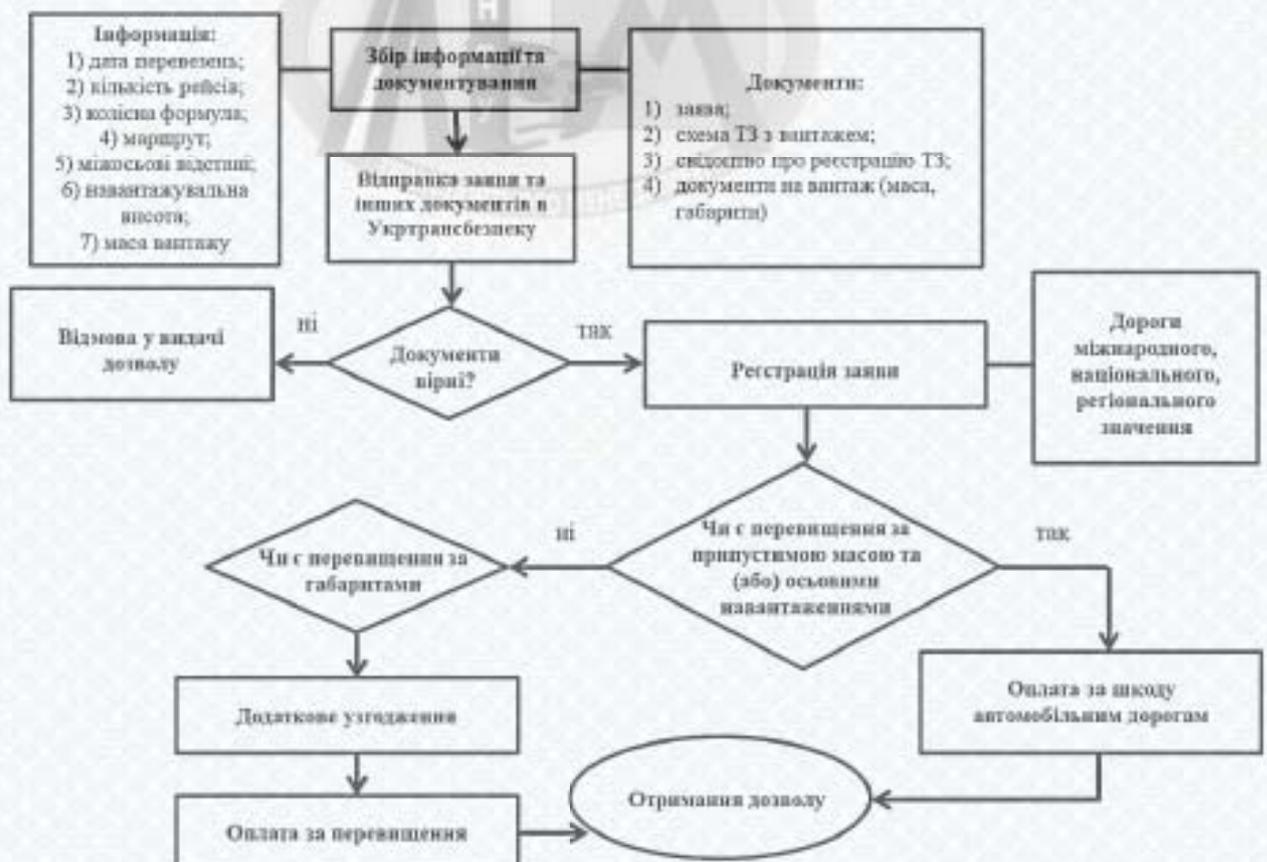


Рисунок 1.9 - Алгоритм оформлення спеціального дозволу на перевезення ВНВ

В більшості випадків при перевезенні великовагових вантажів використовуються автопоїзда в складі сідельного тягача і напівпричепа - ваговоза (трала), кількість осей якого більше або дорівнює 6, максимально допустима маса для яких дорівнює 44 тонам, що призводить до необхідності відшкодування шкоди дорожньому полотну. З допустимими осьовими навантаженнями все йде складніше. Якщо фактичну масу автомобіля через характеристики вантажу кардинально змінити немає можливості, то перевищення навантажень по осях можна скоротити, а в деяких випадках і взагалі уникнути, за допомогою грамотного розподілу навантажень по осях і збільшення кількості осей ТЗ (автопоїзда).

Водії великогабаритних і великовагових транспортних засобів зобов'язані: дотримуватися зазначеного в дозволі маршруту, вживати необхідних заходів для безперешкодного і безпечного проїзду зустрічних транспортних засобів, періодично зупинятися у зручних місцях, з метою надання можливості для обгону транспортними засобами, що рухаються за ними, не створювати перешкод для руху іншим транспортним засобам.

Водіям вищезгаданих транспортних засобів забороняється:

- здійснювати обгін транспортних засобів, що рухаються зі швидкістю 30 км/год і більшою;
- буксирувати інші транспортні засоби;
- рухатися в умовах туману, ожеледі, снігопаду та в інших умовах недостатньої видимості, рухатися узбіччями дороги, зупинятися поза спеціально визначеними стоянками.

Великогабаритні і великовагові транспортні засоби повинні бути укомплектовані: не менше ніж двома противідкатними упорами для додаткової фіксації коліс автомобіля-тягача та кожного з причепів у разі вимушеної зупинки, знаками «Об'їзд перешкоди з лівого боку», «Об'їзд перешкоди з правого боку», діаметром 600 мм кожний, виготовленими зі світлоповертального матеріалу відповідно до вимог стандартів, вісьмома конусами з горизонтальними світлоповертальними смугами білого і

червоного кольору, розташованими почергово (висота конусів – 600 мм, ширина білих і червоних смуг – 150 мм), жорстким буксиром, миготливим ліхтарем червоного кольору або знаком аварійної зупинки, комплектом ланцюгів проти ковзання (у період з 1 жовтня до 1 квітня), жилетом оранжевого кольору зі світлоповертальними елементами, не менш ніж одним проблісковим маячком оранжевого кольору з автономним живленням, використання якого погоджується з Державтоінспекцією. Кабіна великогабаритного транспортного засобу повинна бути обладнана не менш ніж двома дзеркалами заднього виду, розташованими з лівого і правого боків кабіни, на зворотному боці яких нанесені почергово під кутом 45 градусів світлоповертальні смуги білого і червоного кольору. Дзеркала повинні забезпечувати достатній огляд у горизонтальній та вертикальній площинах, з урахуванням габаритів вантажу, що перевозиться, під час руху як на прямій, так і на кривій ділянці автомобільної дороги. Дзеркала заднього виду кріпляться за допомогою пристроїв, які б забезпечували їхнє відхилення вперед або назад під зусиллям 20-25 кгс, спрямованим паралельно поздовжній осі транспортного засобу.

Кріплення і розміщення негабаритного вантажу на транспортному засобі повинні бути надійними і відповідати таким вимогам: забезпечувати стійкість вантажу на транспортному засобі і його збереження, не порушувати стійкості транспортного засобу і не ускладнювати керування ним, не обмежувати водієві оглядовість.

Порядок здійснення габаритно-вагового контролю та справляння плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні, затверджені Постановою Кабінету Міністрів України від 27.06.2007 № 879 «Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування» [10].

Порядком визначено: терміни, які вживаються; вимоги до контрольно-вимірювального обладнання та пунктів габаритно-вагового контролю;

вимоги до проведення габаритно-вагового контролю; плата за проїзд автомобільними дорогами загального користування великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів; процедура погодження маршруту та видача дозволу на рух; відповідальність учасників відносин у сфері габаритно-вагового контролю; ставки плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів.

Габаритно-ваговий контроль – контроль за проїздом великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів автомобільними дорогами загального користування, який включає перевірку відповідності габаритно-вагових параметрів таких транспортних засобів установленим законодавством параметрам і нормам, наявності дозволу на рух за визначеними маршрутами, а також дотримання визначених у дозволі умов та режиму руху транспортних засобів.

Постановою визначено декілька принципів для багатьох водіїв положень. У темну пору доби місце здійснення габаритно-вагового контролю повинне бути освітленим. Забороняється експлуатація пересувних пунктів у темну пору доби, крім випадків, коли такий пункт розташовано на освітлених ділянках автомобільних доріг, у морських, річкових портах, вантажних терміналах, місцях формування вантажопотоків.

Під час здійснення контролю не допускається використання вимірювального і зважувального обладнання, періодична повірка (метрологічна атестація) якого не проведена, а також обладнання, що перебуває у несправному стані.

Контроль за наявністю у водіїв великовагових та великогабаритних транспортних засобів дозволу на рух здійснюють відповідні підрозділи МВС, що забезпечують безпеку дорожнього руху, та територіальні органи Укртрансбезпеки, які здійснюють габаритно-ваговий контроль.

Габаритно-ваговий контроль на стаціонарних пунктах включає документальний, попередній та /або точний контроль, на пересувних – документальний, точний контроль.

У разі виявлення під час здійснення попереднього габаритно-вагового контролю на стаціонарних або автоматичних зважувальних пунктах факту перевищення установлених габаритно-вагових параметрів здійснюється точний габаритно-ваговий контроль. За результатами точного габаритно-вагового контролю на стаціонарному або пересувному пункті водієві транспортного засобу видається довідка результатів здійснення контролю, із зазначенням часу і місця його проведення, а на запит водія – міжнародний сертифікат зважування вантажних транспортних засобів, якщо пункт ГВК уповноважений видавати такі сертифікати.

У разі виявлення факту перевищення хоча б одного вагового та/або габаритного нормативного параметра більш як на 2 відсотки подальший рух транспортного засобу забороняється до внесення плати за його проїзд. Плата за проїзд великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу, що рухався без відповідного дозволу, здійснюється у подвійному розмірі за пройденою частиною маршруту по території України.

У разі здійснення руху з порушенням умов, визначених у дозволі на рух, подвійний розмір застосовується в частині перевищення фактичних показників над показниками, визначеними у дозволі, за пройденою частиною маршруту.

У разі наявності підозри щодо перевищення нормативних габаритно-вагових параметрів транспортного засобу працівники пунктів ГВК проводять його повторне зважування.

У разі виявлення на стаціонарних або пересувних чи автоматичних зважувальних пунктах порушення правил проїзду великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів такий транспортний засіб тимчасово затримується згідно із статтею 265-2 Кодексу України про адміністративні правопорушення.

Власник великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу або уповноважена ним особа має право привести габаритно-вагові параметри транспортного засобу у відповідність з установленими нормативами шляхом часткового розвантаження, перевантаження на інший транспортний засіб або у будь-який інший спосіб.

Після приведення габаритно-вагових параметрів транспортного засобу у відповідність з установленими нормативами і внесення плати за проїзд такий транспортний засіб спрямовується для здійснення повторного габаритно-вагового контролю. Якщо під час здійснення такого контролю фактів перевищення габаритно-вагових параметрів не виявлено, транспортний засіб може продовжити подальший рух.

У разі відмови водія транспортного засобу від проходження габаритно-вагового контролю посадові особи та/або працівники Укртрансбезпеки або її територіальних органів складають акт за встановленою формою.

Плата за проїзд справляється в національній валюті за офіційним курсом гривні.

Перевізник має право на відшкодування вантажовідправником чи замовником коштів, внесених у рахунок плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу.

Про випадки невиконання водієм транспортного засобу законних вимог посадових осіб та/або працівників Укртрансбезпеки та її територіальних органів щодо зупинки транспортного засобу для проведення габаритно-вагового контролю Укртрансбезпекою або її територіальний орган, що здійснює ГВК, оперативно повідомляє відповідним підрозділам Нацполіції, що забезпечує безпеку дорожнього руху.

Відповідальність за збереження великовагових та/або великогабаритних транспортних засобів, рух яких заборонено, за весь час з моменту заборони руху до його відновлення несе перевізник, а в разі перевезення вантажу – вантажовідправник.

Відповідальність за збитки, завдані власникові великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу чи вантажу, а також третім особам у зв'язку із заборонаю руху, внаслідок невідповідності фактичної ваги вантажу даним, зазначеним у товарно-транспортній документації, несе вантажовідправник.

Основним нормативним документом, який регламентує порядок взаємодії органів державної влади при проведенні габаритно-вагового контролю, є спільний Наказ Мінінфраструктури України та МВС України від 10.12.2013 № 1007/1207 «Про затвердження Порядку взаємодії Державної інспекції України з безпеки на наземному транспорті, Міністерства внутрішніх справ України, Державного агентства автомобільних доріг України під час організації та проведення робіт із зважування та здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів на автомобільних дорогах загального користування» [11].

Принциповими для водіїв є наступні положення спільного наказу.

1. Габаритно-ваговий контроль транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів під час їх проїзду автомобільними дорогами загального користування проводиться посадовими особами Укртрансбезпеки і відповідних підрозділів Нацполіції України.

2. Органом Укртрансбезпеки виконуються наступні задачі:

– самостійно визначаються місця проведення габаритно-вагового контролю, за погодженням з відповідним підрозділом Нацполіції України;

– розробляються і погоджуються графіки роботи пунктів габаритно-вагового контролю з службами автодоріг та відповідними підрозділами Нацполіції України;

– здійснюється зупинка транспортних засобів для проведення габаритно-вагового контролю, з дотриманням ПДР України та положень постанови Кабінету Міністрів України від 20.05.2013 № 422;

– про результати здійснення габаритно-вагового контролю водієві видається відповідна довідка;

– складається акт про перевищення транспортним засобом нормативних габаритних або вагових параметрів та визначають суму плати за проїзд;

– у разі невиконання водієм транспортного засобу вимог посадових осіб Укртрансбезпеки щодо зупинки транспортного засобу для проведення габаритно-вагового контролю повідомляють про це працівників відповідних підрозділів Нацполіції України;

– у разі відмови водія транспортного засобу від проходження габаритно-вагового контролю складається акт про таку відмову водія;

– у журналі обліку реєструються транспортні засоби, щодо яких здійснювався габаритно-ваговий контроль і параметри яких перевищують нормативні;

– перевіряють у водіїв великогабаритних та великовагових транспортних засобів наявність дозволів на участь у дорожньому русі;

– у разі відсутності документів, визначених ст. 48 Закону України «Про автомобільний транспорт», до автомобільних перевізників застосовують адміністративно-господарські штрафи, згідно ст. 60 вищезазначеного закону.

3. Нацполіцією виконуються наступні задачі:

– здійснюється зупинка транспортних засобів по факту невиконання водієм вимог посадових осіб Укртрансбезпеки про зупинку транспортного засобу для проведення габаритно-вагового контролю;

– здійснюється перевірка у водія великогабаритного та великовагового транспортного засобу наявності дозволу на участь у дорожньому русі, оформленого в установленому законом порядку. У разі відсутності такого дозволу вживаються заходи щодо проходження таким транспортним засобом габаритно-вагового контролю;

– у разі виявлення порушень правил проїзду водія великогабаритних та великовагових транспортних засобів, у тому числі за результатами здійснення їх габаритно-вагового контролю, вживаються заходи реагування, передбачені діючим адміністративним законодавством.

В останні часи аналізуються питання розширення прав і можливостей Укртрансбезпеки. Співробітники державного контролюючого органу отримують право самостійно виносити постанови про штраф за порушення норм перевезення вантажів.

Верховною Радою прийнятий Закон «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо окремих питань здійснення габаритно-вагового контролю» надалі Закон. Закон в першу чергу спрямований на збереження дорожнього покриття й зменшення передчасного зносу автомобільних доріг, а також підвищення рівня безпеки дорожнього руху через контроль над великоваговими та великогабаритними транспортними засобами. Нижче наведені основні зміни згідно.

1. Доповнення законодавства такими поняттями, як «габаритно-ваговий контроль», «зона габаритно-вагового контролю», «відмова від габаритно-вагового контролю», «реєстр товарно-транспортних накладних».

2. Розширення повноважень такого органу, як Укртрансбезпека, яка отримала право:

- використовувати спецавтомобілі, обладнання для контролю;
- супроводжувати транспортний засіб із ознаками порушення до місця зважування (до 50 км) і забороняти подальший рух;
- використовувати фото- і відеофіксацію, в тому числі автоматичну.

3. Підвищення відповідальності за порушення габаритно-вагових норм:

- перевищення ваги/габаритів на 5-10 % - штраф 8 500 грн;
- перевищення на 10-20 % - 17 000 грн;
- перевищення на 20-30 % - 34 000 грн;
- понад 30 % - 51 000 грн.

4. Вдосконалення документообігу та контролю передбачає наступне:

- зазначення вантажовідправником у ТТН/документі на вантаж маси та габаритів, передбачена відповідальність вантажовідправника за внесення недостовірних даних;
- запровадження електронного «реєстру товарно-транспортних накладних»;
- облаштування зон габаритно-вагового контролю з відповідними дорожніми знаками, стаціонарними чи пересувними пунктами контролю.

Під час проведення перевірки на дорозі посадові особи Укртрансбезпеки мають право на:

- застосування спеціалізованих автомобілів;
- використання спеціального обладнання, призначеного для перевірки дотримання водіями норм режиму праці та відпочинку;
- супроводження транспортного засобу, що має ознаки порушення нормативів вагових параметрів до найближчого місця зважування на відстань в межах 50 км, для здійснення габаритно-вагового контролю, а також заборони подальшого руху таких транспортних засобів.
- здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів;
- використання стаціонарних або пересувних пунктів габаритно-вагового контролю;
- використання засобів фото- і кінозйомки, відеозапису для фіксації процесу перевірки;
- копіювати, сканувати документи, які передають водії транспортних засобів під час здійснення рейдової перевірки (перевірки на дорозі) та використовувати їх, як доказ при розгляді справ про порушення законодавства;
- здійснити опитування водія чи пасажирів про обставини вчинення адміністративного правопорушення, свідками якого вони є або могли бути.

Розподіл коштів від штрафів за перевищення вагових/габаритних норм зараховується до державного бюджету України. Отримані кошти спрямовуються на: будівництво, реконструкцію та ремонт автомобільних доріг загального користування; утримання пунктів габаритно-вагового контролю; закупівлю сучасного обладнання (зокрема систем WIM — Weight-in-Motion для автоматичного зважування); фінансування діяльності Укртрансбезпеки щодо здійснення контролю та фіксації порушень.

Державна служба України з безпеки на транспорті «Укртрансбезпека» у 2023 році виписала штрафів на понад 800 млн. грн. Надходження до держбюджету склали 637 млн грн, що у 3,1 раза більше ніж у 2022 році (205,1 млн). Загальна сума стягнень становить 378 млн грн надходжень від стягнень, накладених під час перевірок на дорозі. У 2022 році суми надходжень становили 111 млн грн та 10,5 млн грн відповідно. Крім того, до бюджету надійшло 228 млн грн штрафів від автофіксації порушень габаритно-вагових параметрів, зафіксованих комплексами зважування автотранспорту в русі Weight-in-Motion [12]. У 2025 році Укртрансбезпека звітувала про 53,8 млн грн. штрафів від автоматичного зважування на дорогах [12]. Зовнішній вигляд автоматизованої системи вагового та габаритного контролю представлений на рисунку 1.10.



Рисунок 1.10 - Автоматизована система Weight in-motion (WIM) – зважування вантажного автотранспорту в русі

Система Weigh-in-Motion складається з комплексу технічних елементів, які забезпечують точне автоматичне зважування транспортних засобів у русі. Основними складовими є датчики зважування, вбудовані у дорожнє покриття, що фіксують навантаження на кожну вісь за допомогою п'єзоелектричних, кварцових або тензометричних сенсорів. Датчики швидкості та габаритів визначають кількість осей, відстань між ними, габаритні розміри та швидкість руху автомобіля. Для ідентифікації транспортного засобу використовуються камери фото- та відеофіксації, які зчитують державні номерні знаки, тип і категорію транспортного засобу, а також фіксують дату, час і місце проїзду. Усі отримані сигнали обробляються контролером (електронним блоком управління), який передає інформацію до центрального сервера Укртрансбезпеки. На цьому сервері відбувається аналітична обробка, порівняння з нормативами ДСТУ 8824:2019 та, у разі перевищення встановлених параметрів, формування електронної постанови про порушення. Така структура забезпечує безперервність контролю, точність вимірювань і повну автоматизацію процесу. Нижче наведені принципи роботи системи.

1. Транспортний засіб проїжджає через ділянку дороги, обладнану WIM.
2. Датчики в покритті фіксують тиск кожного колеса та розраховують навантаження на осі.
3. Камери зчитують державний номер і фіксують зображення автомобіля.
4. Система автоматично визначає: загальну масу автомобіля; габарити; перевищення допустимих норм.
5. Інформація в реальному часі передається до центрального сервера Укртрансбезпеки.
6. Якщо виявлено порушення — система формує електронну постанову про адміністративне правопорушення, яка надсилається власнику транспортного засобу.

У таблиці 1.3 наведені функції та переваги WIM.

Таблиця 1.3 - Функції та переваги WIM

Функція	Переваги
Контроль ваги в русі	Зважування без зупинки транспорту з точністю до $\pm 5\%$
Автоматична фіксація порушень	Виявлення перевищення вагових або габаритних параметрів
Аналітика трафіку	Збір даних про інтенсивність, типи ТЗ, навантаження на дороги
Захист дорожнього покриття	Зменшення руйнувань від перевантажених автомобілів
Безконтактний контроль	Відсутність людського фактору, мінімізація корупційних ризиків

З появою на основних автошляхах автоматизованих станцій контролю габаритно-вагових норм вантажного транспорту рух автодорогами став безпечнішим. Після завершення тестового режиму роботи WIM-станцій у вересні 2021 року, кількість порушень габаритно-вагових норм впала на 95%, а в серпні 2022 року стала у 5,5 разів менша, ніж була в січні. Таким чином, формується цивілізований ринок автоперевезень, який дотримується норм та правил. І це головна мета – зберегти дорожню інфраструктуру від передчасного руйнування перевантаженим транспортом. За оцінками експертів, до 2030 року це дозволить інвестувати в національні потужності до \$40 млрд завдяки економії на необхідності щорічного відновлення автомобільних доріг [14,15]

У 2022 році планували запуснути понад 100 станцій WIM. Після 24 лютого, 3 станції було пошкоджено в ході бойових дій, 14 перебувають в зоні бойових дій, 6 – на тимчасово окупованій території, будівництво 18 комплексів було зупинено через направлення раніше виділених коштів на проекти оборони країни. У травні перезапустили 14 станцій, у серпні їх працювало вже 35. За прогнозом, цього місяця запустять ще 5 станцій, а в жовтні має працювати 49 WIM. Планується така можливість, щоб штрафи, зафіксовані WIM-станціями, можна було сплачувати через додаток «ДІЯ».

Крім стаціонарних, існують й пересувні пункти та ваги для проведення контролю на дорозі (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Пункт контролю на пересувні ваги

Підсумовуючи інформацію слід зазначити, що перевезення ВНВ регулюється достатньою кількістю нормативних і правових актів. Посилюються та вдосконалюються системи контролю вагових параметрів автомобілів. Тому, необхідним є правильне і комплексне планування перевезень.

1.3 Аналіз літературних джерел щодо формування раціональної логістичної системи перевезень ВНВ

Формування раціональної логістичної системи перевезень великовагових вантажів є одним із ключових завдань сучасної транспортної логістики, оскільки цей сегмент перевезень безпосередньо впливає на збереження дорожньої інфраструктури, ефективність транспортних процесів та безпеку дорожнього руху. Система перевезень повинна враховувати технічні, організаційні, нормативно-правові та економічні чинники, що визначають можливість транспортування вантажів із надмірними масогабаритними параметрами [16; 17].

Науковці та практики відзначають, що раціональна логістична система великовагових перевезень має базуватися на принципах системності, адаптивності та інтегрованості. Системність полягає у взаємодії всіх

елементів логістичного ланцюга — транспортних засобів, інфраструктури, учасників перевізного процесу, інформаційних систем і нормативного забезпечення [18]. Адаптивність означає можливість системи швидко реагувати на зміни умов експлуатації доріг, погодних факторів або обмежень руху, а інтегрованість передбачає узгодженість із державними структурами, що здійснюють контроль за ваговими параметрами та видачею дозволів [19].

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №30 «Про проїзд великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами», перевезення таких вантажів допускається лише за наявності спеціального дозволу, який визначає маршрут, допустиме навантаження на вісь і додаткові умови руху. Саме цей документ формує нормативну основу для побудови логістичної системи, що має забезпечити баланс між економічними інтересами перевізників і збереженням дорожньої інфраструктури. Порушення вагових норм призводить до прискореного руйнування покриття, зростання витрат на ремонт і зниження безпеки дорожнього руху [20].

Наукові дослідження підтверджують, що вплив великовагових транспортних засобів на дорожнє покриття залежить не лише від загальної маси вантажу, а й від розподілу навантаження між осями, типу підвіски, швидкості руху та частоти проїздів по одному маршруту [21]. У [22] доводять, що навіть незначне перевищення осьового навантаження може збільшити темпи руйнування дорожнього покриття у декілька разів. Це вимагає врахування факторів довговічності інфраструктури під час розроблення логістичних схем і тарифів на перевезення.

Сучасні дослідження в галузі транспортної логістики приділяють значну увагу математичним моделям маршрутизації великовагових перевезень, які дозволяють мінімізувати сумарні витрати з урахуванням технічних обмежень інфраструктури [23]. У [24] запропонували підхід до оптимізації доставки громіздких і важких вантажів на основі комбінованих графових моделей, які враховують допустимі висоти споруд,

вантажопідйомність мостів та часові інтервали руху. Такі моделі є основою для розроблення інформаційних систем підтримки прийняття рішень у сфері важких перевезень.

Окремий напрям досліджень присвячено цифровізації процесів — створенню електронних систем погодження маршрутів, інтегрованих із базами даних вагових комплексів та геоінформаційних систем. Впровадження систем автоматичного зважування в русі WIM дозволяє здійснювати безперервний контроль дотримання вагових параметрів і водночас накопичувати статистичні дані для подальшої аналітики [25]. Використання таких технологій сприяє формуванню адаптивної логістичної системи, у якій рішення щодо маршрутування та тарифікації приймаються на основі фактичних даних [26].

Українські науковці також наголошують на необхідності гармонізації національних нормативів із європейськими стандартами, що забезпечить інтеграцію у спільний транспортний простір ЄС та сприятиме розвитку транскордонних логістичних коридорів [27]. При цьому особливої актуальності набуває питання раціонального поєднання логістичних і системних принципів — мінімізація витрат на транспортування має узгоджуватися із завданням збереження автомобільних доріг [28].

1.3 Висновки за розділом 1

В результаті виконання першого розділу були вирішені наведені нижче задачі.

1. Проаналізована діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «ТК Автотрансгарант», яка здійснює автомобільні перевезення вантажів та повний спектр супутніх логістичних послуг. Перевагою компанії є надання послуг з перевезень великої номенклатури вантажів, серед яких значну долю займають великовагові та/або негабаритні. Зазначені вантажі мають свої особливості перевезення, які регулюються

різними нормативно-правовими актами. Для перевезення великовагових вантажів компанія має власний рухомий склад, а саме: напівпричепи – трали, лафети, евакуатори тощо. Така техніка здатна переміщувати великі вантажні маси.

Транспортування ВНВ неминуче призводить до руйнування дорожнього покриття і в цілому обходяться значно дорожче в порівнянні зі звичайними перевезеннями. Відбувається це через необхідність залучення спеціалізованої техніки для здійснення вантажно-розвантажувальних робіт, застосування спеціальних кріплень, складного маршруту, який може виявитися протяжним через необхідність враховувати граничні навантаження доріг і мостів.

Виявлено, що на ефективність послуги з перевезень ВНВ впливає правильність вибору маршруту слідування та процедура оформлення замовлення, яка має багато бюрократичних етапів. У питанні оптимізації перевезення ВНВ автомобільним транспортом, підприємству необхідний комплексний підхід, який містить формування логістичної системи з урахуванням нормативно-правового регулювання, технологічні процеси і економічну складову.

2. Проаналізовані нормативно-правові акти в сфері перевезень ВНВ, які постійно змінюються. В рамках аналізу правової бази виявлено, що функціонують системи контролю та автоматизації державних послуг, що забезпечують рух великовагових і (або) великогабаритних транспортних засобів. Важливим є питання ефективності здійснення габаритно-вагового контролю у регіонах, оскільки саме на місцевому рівні зосереджується значна частина транспортних потоків, зокрема транзитних та комерційних перевезень. Ефективність контролю залежить від наявності сучасних технічних засобів зважування, координації дій між регіональними підрозділами Укртрансбезпеки, належного фінансування та інформаційної взаємодії з органами місцевого самоврядування. У багатьох областях створюються стаціонарні та пересувні пункти контролю, які дозволяють

оперативно виявляти перевищення вагових параметрів і запобігати руйнуванню дорожнього покриття. Водночас ефективність цих заходів часто обмежується недостатнім технічним оснащенням, нестачею кваліфікованого персоналу та відсутністю автоматизованих систем обробки даних. Для підвищення результативності контролю доцільним є розширення мережі систем WIM, інтеграція регіональних пунктів у єдину національну базу даних, а також використання аналітичних платформ, які дозволяють відстежувати транспортні потоки, прогнозувати навантаження на дороги та оптимізувати розподіл ресурсів. Такий підхід сприятиме більш ефективному використанню бюджетних коштів і підвищенню рівня безпеки на автомобільному транспорті.

3. Узагальнені літературні джерела дозволяють зробити висновок, що раціональна логістична система перевезень великовагових вантажів повинна базуватися на поєднанні технічних, організаційних та цифрових рішень. Її формування потребує:

- удосконалення нормативно-правового забезпечення;
- впровадження інтегрованих цифрових систем маршрутизації та контролю вагових параметрів;
- використання економічних механізмів компенсації зносу дорожньої інфраструктури;
- гармонізації з європейськими вимогами у сфері транспортної безпеки.

Необхідним є формування логістичної системи планування перевезень ВНВ автомобільним транспортом з урахуванням впливу на автомобільні дороги, яка буде сприяти налагодженню системної роботи, як з боку перевізників ВНВ, так і з боку державних структур.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ НА ОСНОВІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

2.1 Системний та логістичний принципи при плануванні перевезень великовагових вантажів

Системний та логістичний принципи при плануванні перевезень ВНВ ґрунтуються на єдиній концепції раціональної організації перевізного процесу, де системний принцип забезпечує взаємозв'язок і узгодженість усіх елементів транспортної системи, а логістичний — спрямований на оптимізацію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків для досягнення максимальної ефективності перевезень великовагових вантажів.

Логістичний та системний принципи перевезень ВНВ базуються на вимозі збереження автомобільних доріг, оскільки ця умова є ключовим чинником ефективності та сталості транспортної системи. Збереження дорожнього покриття є обов'язковим елементом системного балансу, адже перевантаження транспортних засобів порушує стабільність системи, призводить до передчасного зносу інфраструктури та економічних втрат. Логістичний принцип у цьому контексті спрямований на оптимізацію перевізного процесу з урахуванням технічних параметрів доріг, допустимих навантажень на осі та вимог безпеки руху. Таким чином, логістичний і системний принципи виступають інструментами реалізації політики збереження автомобільних доріг, забезпечуючи одночасно ефективність, безпеку та екологічну стійкість перевезень.

На сьогоднішній день існує необхідність наукового обґрунтування інноваційних технічних і технологічних рішень (кількісних і якісних) для забезпечення зниження несприятливого впливу автотранспортних засобів на автомобільні дороги. Тому, основним завданням автотранспортних підприємств є підвищення збалансованості, ефективності великогабаритних

та великовагових перевезень.

У процесі дослідження перевезень ВНВ автомобільним транспортом виявлено три рівня перевізного процесу: національний, регіональний і локальний. Розглянуто всі стадії організації перевізного процесу. На кожному рівні визначено три основні типи автомобільних доріг, в залежності від дозволеного осьового навантаження транспортних засобів, від яких залежить: розмір шкоди та величина штрафу, який стягується в рамках оформлення дозволу на перевезення великовагового вантажу (рис. 2.1).

На кожному рівні перевізний процес оптимізується за наступними критеріями:

- обсяг транспортної роботи в n -й період не повинний суперечити тенденції зростання перевезень автомобільним транспортом в подальшому $n + 1$ періоді $R_{TR(n+1)} > R_{TR(n)}$ ($R_{TR(n)} \neq 0$);



Рисунок 2.1 - Ієрархічні рівні перевізного процесу ВНВ автомобільним транспортом

- розмір шкоди автомобільним дорогам від автотранспортних потоків $R_a < R_{вд} = f(C_p)$ не повинен бути більше розміру, який можуть створювати великовагові АТЗ, які здійснюють перевезення.

Для рівнів встановлені загальні обмеження: $A_{2i} \in A_{3i}$ і $L_{1k} \in L_{2k}$.
Оптимізаційні моделі мають наступний вигляд:

Рівень 3:

$$\begin{aligned} P_3 &= \sum f(A_{31}, A_{32}, \dots, A_{3n}; W_{31}, W_{32}, \dots, W_{3n}); \\ R_3 &= \sum f(A_{31}, A_{32}, \dots, A_{3n}; \Gamma_{31}, \Gamma_{32}, \dots, \Gamma_{3n}), \end{aligned} \quad (2.1)$$

де A_{3i} - парк i -х АТЗ; W_{3i} і Γ_{3i} - відповідно, обсяг транспортної роботи і розміру шкоди однієї одиниці i -х АТЗ за календарний період.

Рівень 2:

$$\begin{aligned} P_2 &= L_{2k} \sum f(q_{21}, q_{22}, \dots, q_{2n}; A_{21}, A_{22}, \dots, A_{2n}); \\ R_2 &= L_{2k} \sum f(g_{21}, g_{22}, \dots, g_{2n}; N_{21}, N_{22}, \dots, N_{2n}), \end{aligned} \quad (2.2)$$

де q_{2i} і g_{2i} - відповідно, транспортна робота і розмір пробігової шкоди i х АТЗ ВНВ на 1 км k -ї ділянки довжиною L_k , A_{2i} і N_{2i} - число і інтенсивність i х АТЗ.

Рівень 1:

$$\begin{aligned} P_1 &= \sum f(\omega_{11}, \omega_{12}, \dots, \omega_{1n}; t_{p11}, t_{p12}, \dots, t_{p1n}), \\ R_1 &= \sum f[L_{2k} g_{1L} + g_{1t}(t_{p11}, t_{p12}, \dots, t_{p1n})], \end{aligned} \quad (2.3)$$

де g_{1L} і g_{1t} - розмір шкоди пробігів i -х АТЗ ВНВ під керуванням j -х водіїв, ω_{11} і t_{p11} - годинна продуктивність і час роботи i -х АТЗ під керуванням j -х водіїв.

Розглянемо методику підвищення ефективності автомобільного транспорту на кожному рівні за критеріями зниження несприятливого впливу автотранспортних засобів на автомобільні дороги.

На рівнях 3, 2 оптимізується чисельність і склад автопарку. Структура автопарку повинна відповідати умовам ($C < C_d$). Моделювання проводиться для автопарків перевізників, що мають дозвіл на перевезення по різних видах доріг.

На рівні 1 оптимізується режим руху індивідуального екіпажу (водій та автомобіль). Здійснюючи переміщення на конкретній ділянці автомагістралі,

автомобіль під керуванням водія, виконуючи цілі перевезення ВНВ, рухається по певному маршруту з певними навичками водіння. Підбір професійних водіїв за цими критеріями дозволяє виконувати оптимальну транспортну роботу з мінімумом режимів руху, не обумовлених перевізним процесом.

Таким чином, системний та логістичний принципи при плануванні великовагових перевезень автомобільним транспортом полягають в детальному описі перевізного процесу на всіх рівнях (стадіях) його реалізації, для виявлення «слабких місць». Даний підхід дозволить на стадії планування ефективно організувати перевізний процес. З огляду на значимість забезпечення збереження автомобільних доріг і контроль в цій галузі з боку державних органів, необхідно враховувати негативний вплив від руху великовагових транспортних засобів при плануванні перевезення.

Робота по формуванню раціональної структури рухомого складу автотранспорту, який здійснює перевезення ВНВ, повинна проводитися з урахуванням з одного боку зменшення шкоди на автомобільні дороги для регіону, а з іншого забезпечувати підвищення ефективності перевезень для підприємства. Теоретичне уявлення системи моніторингу перевезень ВНВ наведено на рисунку 2.2.

У моделі, в якості критерію, приймається зниження розміру шкоди від перевезень ВНВ автомобільним дорогам при одночасному задоволенні парком попиту на дані перевезення. У цьому випадку розмір шкоди P_j автомобільним транспортом N_i при виконанні перевезень ВНВ за період $t_2 - t_1$, може бути представлений залежністю:

$$P_j = \sum \sum \sum T N_{in} J_{in} q_{jin} \quad (2.4)$$

Оптимальна структура парку АТЗ Q (кількість однотипних АТЗ), при якій забезпечується мінімальна шкода від перевезень ВНВ автомобільним транспортом автомобільними дорогами при виконанні заданого обсягу

перевезень, задовольняє обмеженням:

$$\Sigma Q > P_j, N_j \geq Q \geq 0, \quad (2.5)$$



Рисунок 2.2. – Комплексна система моніторингу перевезень ВНВ автомобільним транспортом

Запропонований метод дозволяє визначити оптимальну структуру парку АТЗ, як по ефективності перевезення ВНВ, так і за видами контролю навантаження на автомобільні дороги (існуючі та прогнозовані). Нижче описаний кожен етап.

1. Забезпечення датчиками, які здійснюють контроль навантаження на вісь автомобільного транспорту, інформаційними табло та керованими дорожніми знаками для управління транспортними потоками за критерієм зменшення шкоди автотранспорту на АТ.

2. Розробка і створення автоматизованих систем контролю перевищення навантаження на вісь в динамічному режимі автомобільним транспортом, що здійснюються перевезення ВНВ.

3. Розробка технологій нейромережевого управління рухом за допомогою нейропрограм, в основі яких технологія зменшення шкоди АД і

оцінка ефективності перевезень ВНВ мобільними пристроями, змонтованими на АТЗ.

4. Навчально-методичне забезпечення, що включає:

- оснащення автопідприємств приладами професійного відбору та контролю якості водіїв, сучасними автотренажерами, що забезпечують навчання з вибору оптимальних маршрутів руху автомобіля з урахуванням зниження розміру шкоди АТ;

- створення і використання методик і алгоритмів профвідбору та контролю якості водіїв, інтенсивного освоєння водіями і періодичного відновлення навичок керування ТЗ з мінімальним впливом на дороги. У завдання входить складання планів по проведенню семінарів з обміну передовим досвідом ефективного перевезення ВНВ і зниження шкоди АД при експлуатації АТЗ.

- вдосконалення роботи автошкіл в напрямках підготовки водіїв і періодичного підкріплення їх професійних навичок для задоволення потреб регіону;

5. Оперативне управління, що включає:

- моніторинг несприятливого впливу автотранспортних засобів, що здійснюються перевезення ВНВ на АД, який одержується за допомогою різних методів. Ці дані перевіряються, коригуються і уніфікуються. За запитами користувачів проводиться інтерактивне уточнення параметрів моделей зниження розміру шкоди АД, а також вирішуються завдання типізації, експертної обробки, синтезу інформації;

- вибір ефективного комплексу технологій активного впливу на АТЗ, що здійснюються перевезення ВНВ з метою зниження розміру шкоди АД на базі створених інформаційних моделей по отриманих моніторингом даних. При цьому найбільш значущими тут є завдання оптимізації, компонування, синтезу рішень тощо.

Реалізація запропонованої системи дозволить вирішити важливі завдання підвищення розвитку автомобільного транспорту в умовах якісної

зміни великогабаритних та великовагових перевезень зі зменшення шкоди автомобільним дорогам.

2.2 Моделювання впливу системи факторів на ефективність перевезень

Для підвищення ефективності перевезення ВНВ необхідно розглядати всі фактори в комплексі і виявити залежність між факторами-параметрами, а також оцінити, який внесок кожен із системоутворюючих чинників вносить в собівартість перевезення. Для виконання цієї задачі нижче будуть розглянуті актуальні системоутворюючі критерії.

Для того щоб відстежити взаємозв'язок факторів і виявити залежності між ними була побудована модель впливу системоутворюючих експлуатаційно-технологічних факторів на ефективність перевезення ВНВ. Дана модель представлена на рисунку 2.3 [29].



Рисунок 2.3 - Модель впливу системоутворюючих чинників на ефективність перевезення ВНВ

Під витратами виробництва розуміються витрати на придбання факторів виробництва (транспортні витрати). Дані витрати становлять економічну основу собівартості виконання робіт.

У розглянутій моделі критерій ефективності перевезення ВНВ (Q) можна представити у вигляді математичної моделі впливу системоутворюючих чинників на ефективність перевезення ВНВ, представленої у вигляді функції, що залежить від обмеженої кількості факторів-параметрів (n), що надають вплив на кінцеву вартість перевезення ВНВ.

$$Q = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n), \quad (2.6)$$

де X_1 - фактична маса автомобіля з вантажем, т;

X_2 - фактичне осьове навантаження, т / вісь. Визначається в залежності від кількості та типу осей, відстані між ними і розміщенням вантажу на напівпричепі (причепі);

X_3 - габарити автомобіля з розміщенням на ньому вантажем: довжина, ширина, висота;

X_4 - протяжність маршруту, км;

X_5 - допустимі осьові навантаження на маршруті, які залежать від категорії доріг і розрахункової осьового навантаження на даних автомобільних дорогах, а також від наявності тимчасових обмежень;

X_6 - штучні споруди на маршрут (мости, шляхопроводи, ж / д переїзди тощо);

$X_7 \dots X_n$ - інші фактори, що впливають, на ефективність перевезення.

Аналізуючи отриману модель (див. рис. 2.3) можна зробити висновки про те, що основними чинниками, що впливають на ефективність таких перевезень є наступні:

- характеристики обраного ТЗ (автопоїзда) з вантажем, а саме: кількість осей та їх взаємне розташування, фактичні осьові навантаження і маса АТЗ з

вантажем, а також габарити даного ТЗ;

- маршрут руху автомобіля, вибір якого залежить від категорії доріг, типу дорожнього одягу, наявності тимчасових (сезонних) обмежень та штучних споруд.

Основну частину змінних витрат (C) при перевезенні ВНВ по автомобільним дорогам, без урахування амортизаційних відрахувань і витрат мастильних і обтиральних матеріалів, можна представити у вигляді суми витрат: за відшкодування шкоди автомобільним транспортом, витрат на паливо (при великовагових вантажних перевезеннях зазвичай використовується дизельне паливо), витрат на оплату стандартних машин прикриття, на відшкодування шкоди АД загального користування. При необхідності до даних змінних витрат додається додаткові витрати, такі як вартість зміцнення дороги і штучних дорожніх споруд, оплата роботи спеціальної техніки, розробка проекту ОДР і супровід машинами ДАІ. Додаткові змінні витрати визначаються індивідуально під кожен випадок

$$C = \sum_{i=1}^5 C_i \quad (2.7)$$

де C_1 - витрати, пов'язані з відшкодуванням шкоди АД за перевищення допустимої (дозволеної) повної маси ТЗ (автопоїзда), грн.;

C_2 - витрати, пов'язані з відшкодуванням шкоди АД за перевищення допустимих (дозволених) осьових навантажень, грн.;

C_3 - витрати на паливо, грн.;

C_4 - оплата стандартних машин прикриття, грн.;

C_5 - витрати на відшкодування збитку автоматизованої системи оплати проїзду, грн.

Витрати C_1 і C_2 в загальному випадку визначаються виходячи з відповідної методики розрахунку розміру шкоди, завданої ТЗ, що здійснюють перевезення великовагових вантажів, для кожної ділянки окремо.

При перевезенні ВНВ автомобільним транспортом переважно

використовуються міжнародні та національні дороги, тому що вони розраховані на більше осьове навантаження, ніж дороги регіонального і місцевого значення.

Більшість регіональних доріг розраховані на максимальне осьове навантаження 10 тон / вісь, дороги місцевого значення або з перехідним типом покриття розраховані на осьове навантаження не більше 7 тон / вісь, а міжнародні дороги, як правило, розраховані на 11 тон / вісь, а деякі з них - на 11,5 тон / вісь. Існує практика, що регіональні та місцеві дороги навесні закриваються на просушку, в зв'язку з цим знижуються дозволені максимально допустимі осьові навантаження (зазвичай в 2 рази), що призводить до значного подорожчання перевезення з перевищенням осьових навантажень.

На території України допускається рух транспортних засобів з допустимою масою до 40 т (для контейнеровозів - понад 44 т). Маса автопоїзда з вантажем і без для ВНВ вказується в спеціальному дозволі і розраховується за такими формулами:

$$m_{\text{без}} = m_{\text{ст}} + m_{\text{ван}} \quad (2.8)$$

$$m_{\text{с}} = m_{\text{ст}} + m_{\text{сп}} + m_{\text{ван}} \quad (2.9)$$

де $m_{\text{без}}$ - маса автопоїзда без вантажу, т,

$m_{\text{с}}$ - маса автопоїзда з вантажем, т,

$m_{\text{ст}}$ - маса тягача в спорядженому стані, т,

$m_{\text{сп}}$ - максимальна маса спорядженого напівпричепа, т,

$m_{\text{ван}}$ - маса неподільного вантажу, т.

Розмір збитку при перевищенні допустимої повної маси і допустимих навантажень по осях на дорогах можна розрахувати за нижче наведеними формулами. Розмір плати за відшкодування шкоди, завданої транспортними засобами, що здійснюють перевезення великовагових вантажів по АД

розраховується для кожної ділянки автомобільної дороги, по якій проходить маршрут транспортного засобу.

$$k = m_c - m_{\text{доп}}, \quad (2.10)$$

де $m_{\text{доп}}$ - допустима маса ТЗ.

Плата за проїзд великовагового та/або великогабаритного транспортного засобу справляється за встановленими ставками залежно від маси такого транспортного засобу, навантаження на вісь (осі), габаритів та протяжності маршруту за формулою

$$\Pi = (P_{\text{м}} + P_{\text{вв}} + P_{\text{г}}) \times B, \text{ грн.} \quad (2.11)$$

де $P_{\text{м}}$ - розмір плати за перевищення загальної маси транспортного засобу за 1 кілометр проїзду;

$P_{\text{вв}}$ - розмір плати за перевищення навантаження на вісь (осі) (за одиничну + за здвоєну + за строєну) транспортного засобу за 1 кілометр проїзду;

$P_{\text{г}}$ - розмір плати за перевищення габаритів (за висоту + за ширину + за довжину) транспортного засобу за 1 кілометр проїзду;

B - відстань перевезення, кілометрів.

Основну частину змінних витрат при проїзді C_{Φ} можна представити у вигляді уточненої математичної моделі впливу системоутворюючих чинників на ефективність перевезення ВНВ, що залежить від різних параметрів, пов'язаних з вибором АТЗ і маршруту

$$C_{\Phi} = f_1(m_c, m_{\text{доп}}, S_1, S_2, k_3) + f_2(n_{\text{осей}}, r_{\text{осей}}, k, S_1, S_2) + f_3(S_1, S_2, m_c, \mu_k) \quad (2.12)$$

де f_1 - функція, що дозволяє визначити збиток за перевищення

допустимої повної маси автопоїзда;

$m_{\text{доп}}$ - допустима маса для обраного ТЗ (автопоїзда), т;

$S_{1,2}$ - протяжність маршруту за різними за значенням дорогами км;

f_2 - функція, що відповідає за розмір збитку за перевищення допустимих осьових навантажень;

$n_{\text{осей}}$ - кількість осей обраного транспортного засобу із зазначенням їх типу;

$r_{\text{осей}}$ - міжосьові відстані, м;

f_3 - витрати на паливо на маршруті, грн.;

$c_{\text{л}}$ - вартість літра палива, грн.

Функцію f_1 , що відповідає за вартість відшкодування збитку за перевищення допустимої повної маси ТЗ, розпишемо через ступінчасту функцію (функцію Хевісайда). Функція Хевісайда $H(x)$ являє собою кусково-постійну функцію, яка дорівнює нулю при негативних значеннях аргументу і одиниці при позитивних значеннях аргументу або при аргументі, що дорівнює нулю. У загальному вигляді цю функцію можна представити у вигляді:

$$H(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases} \quad (2.13)$$

При перевищенні допустимих навантажень по масі ТЗ до 60% функцію f_1 можна представити в наступному вигляді:

$$f_1(m_c, m_{\text{доп}}, S_1, S_2) = \begin{cases} n * T_n * k * \left(\sum_{i=1}^7 \left[\frac{S_1}{100} \cdot K_{e1} + \frac{S_2}{100} \cdot K_{e2} \right] * H(a_{i2} - k_i) * H(k_i - a_{i1}) \right), & k_i > 0; \\ 0, & k_i \leq 0. \end{cases} \quad (2.14)$$

де n - кількість перевезень по даному маршруту, зазначених в спец. дозволі, од.

У розглянутих в даній роботі випадках $n = 1$

Перевищення допустимої маси ТЗ (автопоїзда) у %

$$k_1 = \frac{m_c - m_{\text{доп}}}{m_{\text{доп}}} * 100\% \quad (2.15)$$

З фактичною масою ТЗ, в більшості випадків перевезень великовагових вантажів нічого зробити не можна, тому що вантажі даної категорії здебільшого відносяться до категорії неподільних, тому знизити перевищення по масі і відшкодування збитку на території дороги не представляється можливим. Однак, можна значно знизити відшкодування збитку за перевищення допустимих осьових навантажень, шляхом правильно підібраних автопоїздів і маршрутів руху.

Для розрахунку витрат на стандартні машини прикриття необхідно для початку розрахувати кількість необхідних машин, яка визначається виходячи з габаритних параметрів ТЗ (автопоїзда) з вантажем і визначити тарифні ставки за одну машину прикриття.

Функцію f_2 , яка відповідає за розмір відшкодування шкоди неможливо уявити в спрощеному вигляді для оптимізації в лінійному вигляді, так як вона залежить від різних факторів і параметрів, які її визначають. Перевищення по осях для даної функції можна представити у вигляді вектора $k_{\text{осей}}$, що складається з компонент $k_{\text{осей}j}$, розрахованих за формулою

$$k_{\text{осей}j} = \frac{(x_{1j} - x_{2j})}{x_{2j}} * 100\%; \quad (2.16)$$

де значення x_{1j} залежать від кількості осей транспортного засобу $j = 1 \dots n$ осей, відстані між ними і фактичної маси, а також від розподілу навантаження по осях, в даній роботі будемо вважати, що навантаження розподіляється по осях напівпричепа рівномірно, а значення x_{2j} вибираються

з урахуванням типу осей, кількості осей, відстані між ними і категорії доріг, по яких пролягає маршрут.

У разі, якщо маршрут пролягає по території доріг з однаковим розрахунковим припустимим навантаженням на осі і перевищення навантаження по осях не більше 60%, f_2 можна визначити за наступною формулою:

$$f_2 = n * \Gamma_{\text{п}} * k * \left(\sum_{j=1}^{n_{\text{осей}}} \sum_{i=1}^7 \left[\left[\frac{S_1}{100} * k_{i1} + \frac{S_2}{100} * k_{i2} \right] * \begin{cases} H(\beta_{i2} - k_{\text{осей}}) * H(k_{\text{осей}} - \beta_{i1}), & k_{i3} > 0 \\ 0, & k_{\text{осей}} \leq 0 \end{cases} \right] \right), \quad (2.17)$$

де β - матриця, що відповідає за діапазон перевищення допустимого осьового навантаження у %;

B - матриця ставок розміру шкоди від проїзду великовагових транспортних засобів по дорозі, за перевищення по осьому навантаженню, грн. / 100 км.

Таким чином, найважливішою умовою рішенням оптимізаційної задачі підвищення ефективності автомобільних перевезень великовагових вантажів автомобільними дорогами є зниження несприятливого впливу автотранспортних засобів на автомобільні дороги. Для цього необхідно визначити основні чинники, що впливають на розмір шкоди автомобільним дорогам при перевезення великовагових вантажів.

Всі фактори, що впливають на розмір відшкодування шкоди, завданої автомобільним дорогам при перевезенні ВНВ, можна розділити на чотири групи [29, 30]:

На рисунку 2.4 показані 4 групи чинників: транспортний засіб, економіка, погодні умови, дорожнє полотно. Найбільш масштабна – група «транспортний засіб».

До групи «транспортний засіб» відносяться такі чинники:

1) величина перевищення значень допустимих осьових навантажень транспортного засобу;

- 2) величина перевищення значень допустимої загальної маси транспортного засобу;
- 3) кількість осей автотransпортного засобу;
- 4) протяжність маршруту великовагового автотransпортного засобу, км.



Рисунок 2.4 - Групи чинників, що впливають на розмір відшкодування шкоди

Група «дорожнє полотно» складається з факторів:

- 1) умови дорожньо-кліматичних зон;
- 2) відносна вартість виконання робіт з ремонту для автомобільної дороги;
- 3) нормативне (розрахункове) осьове навантаження для автомобільної дороги, тон / вісь.

Група «економіка» складається з факторів:

- 1) розмір фінансування на ремонт автомобільних доріг на черговий фінансовий рік, який враховується при формуванні бюджету на відповідний фінансовий рік і плановий період;
- 2) розмір ставки плати за перевищення повної маси транспортного засобу гранично допустимих значень;
- 3) розмір ставки плати за перевищення кожної осьової маси

транспортного засобу гранично допустимих значень.

На розмір відшкодування шкоди впливають 13 факторів. Розглянемо, як впливають фактори на розмір відшкодування шкоди дорогам.

Досліджуємо наступні фактори за допомогою регресійного аналізу:

- перевищення по масі у %;
- перевищення по осях у % від нормативного осьового

навантаження;

- кількість осей ТЗ, за якими є перевищення гранично допустимих

осьових навантажень;

- середньорічна температура, ° С (природні та кліматичні умови);
- нормативне осьове навантаження на вісь;
- середня кількість опадів в рік, мм (природні кліматичні умови);
- сума субсидій, виділена на будівництво і ремонт доріг, тис. грн.;
- протяжність доріг, км.

Регресійний аналіз - статистичний метод дослідження впливу однієї або декількох незалежних змінних X_1, X_2, \dots, X_n на залежну змінну Y .

Незалежні змінні інакше називають регресорами або предикторами, а залежні змінні називаються критеріальними. Термінологія залежних і незалежних змінних відображає лише математичну залежність змінних, а не причинно-наслідкові зв'язки.

Цілі регресійного аналізу: визначення ступеня детермінованості варіації критеріальної (залежної) змінної предикторами (незалежними змінними); передбачення значення залежної змінної за допомогою незалежної (-их); визначення вкладу окремих незалежних змінних в варіацію залежної. Дані для регресійного аналізу представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Значення факторів

Перевищення по мосту у %	Перевищення по осях в % від нормативного осьового навантаження	Кількість осей ТЗ, по яким є перевищення допустимих осьових навантажень	Середньорічна температура, °С	Нормативне осьове навантаження на вісь	Середня кількість опадів на рік, мм	Сума коштів, виділена на будівництво доріг, тис. грн./рік	Протяжність доріг, км	Розмір шкоди, грн./ 100 км
10	45	1	5,8	6	661	19400	331	10001
30	35	2	4,8	10	637	15282	976	18004
10	45	1	1,3	6	621	2900	594	4655
30	15	2	3,1	10	611	42800	675	3970
45	10	3	1,3	11,5	870,7	46000	810	7747
35	25	4	3,1	6	550	158228	1000	47066
45	10	3	0,6	6	523	290000	2035,8	6030
35	25	4	4,3	10	550	81178	8427	10155
25	40	1	7,9	10	824	14487	448	13838
15	35	2	5,9	11,5	678	75340	807	8145

Побудова регресійної моделі здійснювалася за допомогою Microsoft Office Excel, пакета аналізу. Результати аналізу наведені в таблицях 2.2 – 2.3.

Таблиця 2.2 - Регресійна статистика

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,99458213
R Square	0,98919671
Adjusted R Square	0,96054327
Standard Error	2475,381642
Observations	10

Ці результати відповідають наступним статистичними показниками:

Multiple R - множинний коефіцієнт кореляції R;

R Square - множинний коефіцієнт детермінації R^2 ;

Standart Error - залишкове стандартне відхилення

Observations - число спостережень n .

Таблиця 2.3 - Дисперсійний аналіз

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	8	144563278,4	1,81E+08	32,87954	0,138724512
Residual	1	5347289,673	5347289,673		
Total	9	149910568,1			

Коефіцієнти в таблиці 2.3 мають наступну інтерпретацію:

1. Стовець *df* - число ступенів свободи.
2. Стовець *SS* - сума квадратів відхилень.

Для рядка Регресія - це сума квадратів відхилень теоретичних даних від середнього.

Для рядка Залишок - це сума квадратів відхилень емпіричних даних від теоретично.

2. Стовець *MS* - дисперсії.
3. Стовець *F* - розрахункове значення *F* - критерію Фішера F_p .
4. Стовець значимість *F* - значення рівня значущості, відповідне обчисленому значенню F_p .

Значення коефіцієнтів регресії наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Значення коефіцієнтів регресії

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	-10120	11805,327	-0,851	0,547	-160234,512	130865,437	-160234,512	130865,437
X Variable 1	205	172,513	1,188	0,451	-1941,562	2341,661	-1941,562	2341,661
X Variable 2	312	201,284	-1,554	0,366	-2741,238	2107,214	-2741,238	2107,214
X Variable 3	1987	1795,412	1,107	0,412	-24891,128	22011,381	-24891,128	22011,381
X Variable 4	4023	602,734	1,162	0,087	-3550,384	12034,712	-3550,384	12034,712
X Variable 5	-5890	640,298	-9,199	0,071	-14213,882	2341,552	-14213,882	2341,552
X Variable 6	52	10,847	4,762	0,152	-98,735	192,513	-98,735	192,513
X Variable 7	0,08	0,017	3,918	0,029	-0,191	0,312	-0,191	0,312
X Variable 8	04,8ep	0,487	9,955	0,062	-1,491	11,372	-1,491	

Показники в таблиці 2.4 мають наступну інтерпретацію:

1. Коефіцієнти - значення коефіцієнтів a_i .
2. Стандартна помилка - стандартні помилки коефіцієнтів a_i .
3. t-статистика - розрахункові значення t – критерію.

Розраховані коефіцієнти регресії a_i , дозволяють побудувати рівняння, що виражає залежність виду:

$$Y = 205X_1 + 312X_2 + 1987X_3 + 4023X_4 - 5890X_5 + 52X_6 + 0,08X_7 + 4X_8 - 10120,$$

де X_1 - перевищення по масі в %;

X_2 - перевищення по осях у % від нормативного осьового навантаження;

X_3 - кількість осей ТЗ, за якими є перевищення гранично допустимих осьових навантажень;

X_4 - середньорічна температура, °С;

X_5 - нормативне осьове навантаження на вісь;

X_6 - середня кількість опадів на рік, мм;

X_7 - сума субсидій, тис. грн.

X_8 - протяжність доріг, км

З отриманого вище рівняння видно, що найбільший вплив на розмір шкоди має нормативне осьове навантаження на вісь і середньорічна температура. Найменший вплив надає сума субсидій, виділена на будівництво і ремонт регіональних доріг.

Для вимірювання ступеня сукупного впливу відібраних факторів на результативну ознаку розглянемо коефіцієнт детермінації R^2 і сукупний коефіцієнт множинної кореляції R - загальні показники тісноти зв'язку багатьох ознак.

Значення множинного коефіцієнта детермінації $R^2 = 0,99$ показує, що 99% загальної варіації результативної ознаки пояснюється варіацією факторних ознак $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$. Значить, вибрані фактори суттєво впливають на Y , що підтверджує правильність їх включення в побудовану модель.

Розрахований рівень значущості $p = 0,138724512 < 0,99$. Значимість F підтверджує значущість R^2 , що свідчить про істотність зв'язку між розглянутими ознаками. Дана гіпотеза про середнє значення потребує підтвердження достовірності експериментальними дослідженнями.

Таким чином, було розроблено модель впливу системоутворюючих чинників на ефективність автомобільних перевезень великовагових і (або) великогабаритних вантажів, з якої можна зробити висновки про те, що основними чинниками, що впливають на ефективність таких перевезень, є характеристики обраного ТЗ (автопоїзда) з вантажем, такі як кількість осей, їх взаємне розташування, фактичні осьові навантаження і маса АТЗ з вантажем, а також габарити транспортного засобу та маршрут руху.

При використанні методу Пірсона та методу експертних оцінок було доведено, що чинники, що впливають на розмір шкоди, мають лінійну залежність. Як видно з розробленої математичної моделі основними чинниками, що впливають на ефективність логістичної системи, є вагогабаритні параметри передбачуваного автопоїзда, тому що грошова сума, виплачується за перевищення вагових або габаритних параметрів, може істотно перевищувати вартість оренди самого рухомого складу. При правильному підході до вибору тягача і напівпричепа вже на етапі планування можна істотно скоротити витрати на перевезення.

Так автоматизувавши процес підрахунку всіх необхідних вагових параметрів можна значно спростити процес підбору варіантів рухомого складу. Програмне забезпечення діє за схемою представленої на рис. 2.5 видає всі необхідні вагові параметри, які залишається тільки зіставити з вимогами інструкції та провести розрахунки компенсації за тарифами.

Оскільки автоматизувати розрахунки габаритних параметрів в деяких випадках представляється мало можливим через необхідність врахувати безліч нюансів, які простіше вирішити вручну даний програмний продукт виробляє розрахунки основних вагових параметрів і виводить довідкові габаритні дані рухомого складу в тому числі проводить розрахунок довжини

автопоїзда від бампера до бампера. Інші габаритні параметри вимагають урахування особливостей вантажу та автомобіля, з цієї причини реалізація їх в автоматизованому вигляді не представляється доцільною. Кожне подібне перевезення є інженерним завданням, яке повинний вирішувати працівник логістичного відділу. Пропоноване програмне забезпечення покликане лише полегшити і прискорити вироблені їм розрахунки, одночасно підвищивши їх достовірність



Рисунок 2.5 - Алгоритм розрахунку розподілу вагових параметрів автопоїзда по осях

Також з'явилася можливість домогтися найбільш вигідного, заздалегідь прорахованого варіанту розподілу навантажень по осях рухомого складу, шляхом правильного розміщення вантажу на вантажній платформі причепа, знаючи його цент тяжкості.

Додаток Microsoft Excel, в який вбудований математичний апарат, який і дозволив проводити всі необхідні розрахунки в автоматичному режимі. Для

підвищення зручності користування і досягнення високої наочності кінцевого продукту був використаний вбудований редактор Visual Basic. Математичний апарат був прив'язаний до електронних таблиць, що містить довідкові дані по рухомому складу. Базу можна поповнювати шляхом заповнення спеціального шаблону, раз введені дані стають постійно доступними для застосування, що істотно знижує тимчасові витрати в майбутньому при використанні цього ж рухомого складу. Схематично принцип дії програми зображений на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 - Принцип дії математичної моделі

При підборі рухомого складу, найбільш доцільного для конкретних умов перевезення потрібно врахувати і проаналізувати велику кількість умов і обмежень, деякі з яких несуть небажаний, а деякі і заборонний характер. Необхідно зробити підрахунки габаритних і вагових параметрів передбачуваного автопоїзда, а в ідеалі і розглянути різні його варіанти, для підбору найбільш технологічного рішення, яке буде економічно вигідним. Автоматизація процесів розрахунку, дозволить оптимізувати роботу, яка раніше виконувалася вручну. У програмному забезпеченні вирішена проблема автоматичного підрахунку всіх необхідних вагових і деяких габаритних параметрів для отримання дозволу. Так програма являє собою

базу даних по рухомому складу з системою автоматизованого розрахунку основних параметрів автопоїзда. Таким чином, по виданих нею параметрах, можна зробити порівняльний аналіз можливих варіантів прорахувавши їх економічну ефективність і прийняти необхідне рішення в значно більш стислі терміни. Таким чином досягається оптимізація даного процесу в діяльності перевізників в процесі розробки перевезення і значно знижується його трудовитрати, підвищується надійність результатів. Скорочуються витрати часу і вимоги до знання номенклатури вантажів і параметрів рухомого складу.

На підставі математичного моделювання встановлено, що найважливішою умовою рішенням оптимізаційної задачі підвищення ефективності логістичної системи перевезень великовагових вантажів автомобільними дорогами є зниження несприятливого впливу автотранспортних засобів на автомобільні дороги. В результаті цього був розроблений алгоритм оцінки розміру шкоди ТЗ автомобільним дорогам, представлений на рисунку 2.7.

Алгоритм дозволяє виявити розмір шкоди автомобільним дорогам з метою підвищення ефективності перевезень ВНВ автомобільним транспортом при одночасному зниженні несприятливого впливу на АД.

Встановлено, що розмір шкоди, завданої транспортними засобами, які здійснюють перевезення великовагових вантажів залежить від:

- ступеня перевищення значень допустимих осьових навантажень та маси транспортного засобу;
- інтенсивності руху транспортних засобів;
- розташування автомобільної дороги на території України.

Кожній категорії дороги відповідає свій коефіцієнт відносної міцності дорожнього одягу (K_M), який залежить від типу дорожнього покриття.

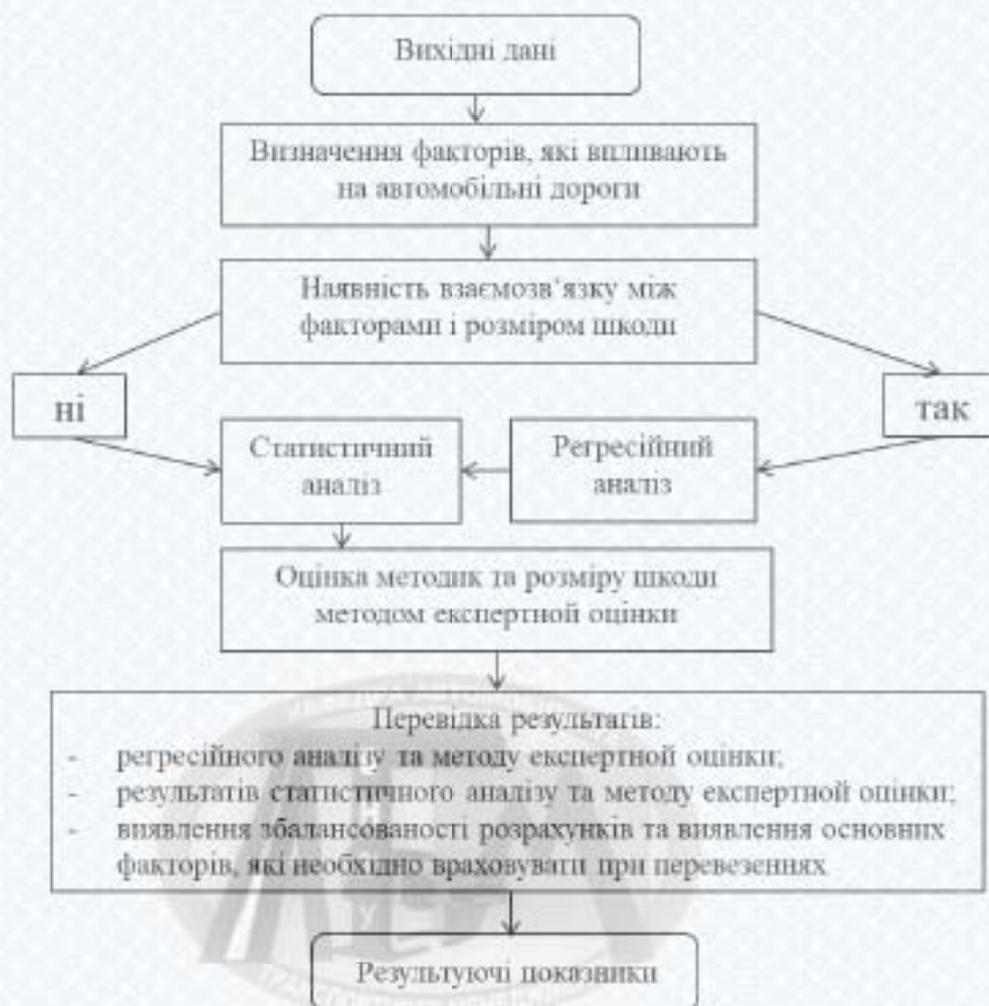


Рисунок 2.7 - Алгоритм оцінки розміру шкоди ТЗ автомобільним дорогам

Запропоновано використовувати експлуатаційний коефіцієнт (K_e), що враховує критерій міцності дорожнього одягу (K_m) в залежності від потрібної при здійсненні перевезень ВНВ:

$$K_e = K_m / K_m^{TP}, \quad (2.19)$$

де K_m - коефіцієнт міцності дорожнього одягу;

K_m^{TP} - необхідний коефіцієнт міцності за критерієм пружного прогину.

Коефіцієнт пружного прогину залежить від категорії доріг: для I-а, I-б – 1,5; для II – 1,43; для III – 1,28 та IV – 1,2. Коефіцієнт міцності для автомобільних доріг I та II категорії становить – 1,0, а для III та IV – 0,94.

Враховуючи зазначені вище дані, експлуатаційний коефіцієнт має

наступні значення: для доріг I та II категорії – 0,69, а для III та IV – 0,76.

Розмір шкоди ($P_{\text{шкд}}$), що наноситься автомобільними дорогами, при перевищенні значень допустимих осьових навантажень визначають:

для доріг з одягом капітального і полегшеного типів за формулою:

$$P_{\text{шкд}} = (0,81 \cdot K_{\text{кап,рем}} \cdot K_{\text{сез}} \cdot P_{\text{осв}} \cdot (1 + 0,2 \cdot P_{\text{ось}}^{1,92} \cdot (a / H - b))) / K_{\text{с}} \quad (2.20)$$

для доріг з одягом перехідного типу за формулою:

$$P_{\text{шкд}} = (K_{\text{кап,рем}} \cdot K_{\text{сез}} \cdot P_{\text{осв}} \cdot (1 + 0,14 \cdot P_{\text{ось}}^{1,24} \cdot (a / H + b))) / K_{\text{с}} \quad (2.21)$$

де H - допустиме осьова навантаження, тонн / вісь;

P - перевищення фактичного осьового навантаження над допустимим, тон / вісь;

a і b - постійні коефіцієнти;

$K_{\text{кап,рем}}$ - коефіцієнт, що враховує відносну вартість виконання робіт з капітального ремонту (приймається 1,07);

$K_{\text{сез}}$ - коефіцієнт, що характеризує і інтегрально враховує повну масу транспортних засобів, що перевозять великовагові вантажі (для доріг державного значення -1,24, для доріг регіонального та місцевого значення, а також та приватних доріг - 1,06).

Дійсний стан автомобільної дороги визначається фактичним коефіцієнтом міцності дорожнього одягу, який визначається за формулою:

$$K_{\text{М}}^{\Phi} = \frac{E_{\Phi}}{E_{\text{тр}}}, \quad (2.22)$$

де E_{Φ} - фактичний модуль пружності дорожнього полотна (визначається експериментально);

$E_{\text{тр}}$ - необхідний модуль пружності дорожнього полотна:

$$E_{\text{тр}} = E_{\text{мін}} \cdot K_{\text{пр}} \cdot K_{\text{рв}} \cdot K_z \cdot K_{\text{сн}} \cdot l / X_j \quad (2.23)$$

де E_{\min} - мінімально допустимий модуль пружності дорожнього одягу;

$K_{\text{гр}}$ - коефіцієнт відносної міцності дорожнього одягу

$K_{\text{рег}}$ - регіональний коефіцієнт (приймається $K_{\text{рег}} = 1$);

K_z - розрахунковий коефіцієнт, що залежить від фактичної інтенсивності дорожнього руху (приймається згідно [31,32]);

$K_{\text{сн}}$ - коефіцієнт, що враховує опір конструктивних шарів дорожніх одягів зрушення і вигину).

Була розроблена класифікація, що враховує 15 ступенів стану доріг в залежності від міцності дорожнього полотна. Визначені фактичні модулі пружності дорожнього одягу $E_{\text{ф}}$, МПа та розраховані експлуатаційні коефіцієнти, що враховують критерій міцності дорожнього одягу та її несучу здатність при перевезеннях ВНВ. За розробленим критерієм, а саме експлуатаційним коефіцієнтом, були визначені ступені стану доріг. Категорії дороги визначені згідно ДБН В.2.3. – 4:2015.

Таблиця 2.5 – Значення експлуатаційного коефіцієнту та допустиме навантаження на вісь автомобіля

Коефіцієнт міцності, $K_{\text{ж}}$	Експлуатаційний коефіцієнт, $K_{\text{е}}$	Допустиме навантаження на кожен вісь транспортного засобу $Q_{\text{доп}}$, тс		
		одна вісь	дві вісі	три вісі
1,12-1,09	0,76-0,7	12	10	9
1,08-1,05	0,72-0,7	11	9	8
1,04-1,00	0,69-0,67	10	8	7
0,99-0,94	0,66-0,63	9	7	6
0,93-0,88	0,62-0,59	8	6	6
0,87-0,81	0,58-0,54	7	6	5
0,8-0,71	0,53-0,47	6	5	4
0,7-0,6	0,47-0,4	5	4	3
0,59-0,5	0,39-0,33	4	3	3

Нижче наведені графіки залежності величина шкоди автомобільним дорогам від ступеня перевищення осьового навантаження для різних категорій доріг (рисунок 2.8 та рисунок 2.9).

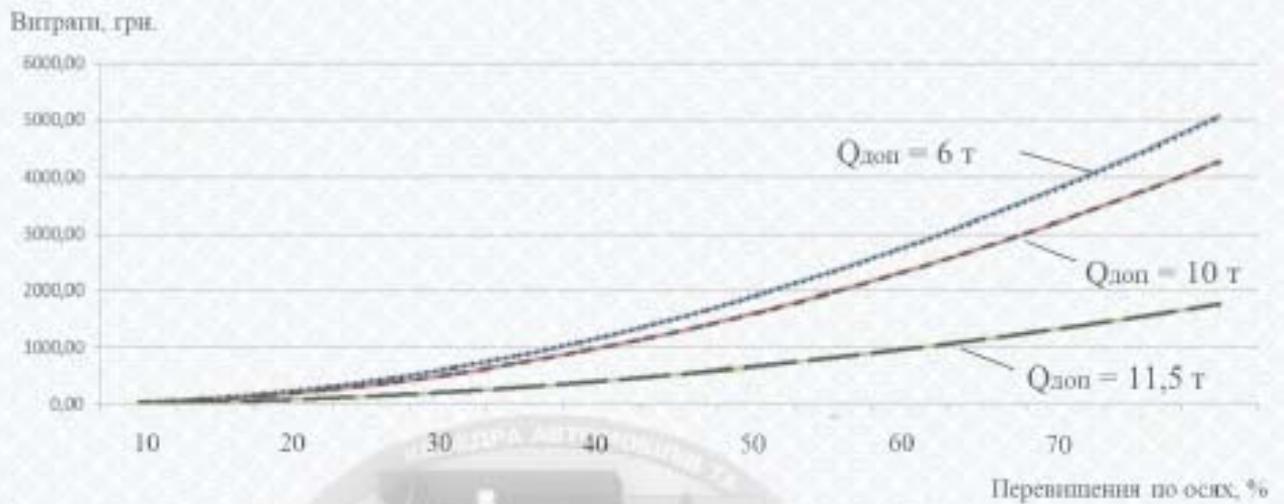


Рисунок 2.8 - Графік залежності величини збитку від ступеня перевищення розрахункового навантаження у відсотках для доріг 1 і 2 категорій

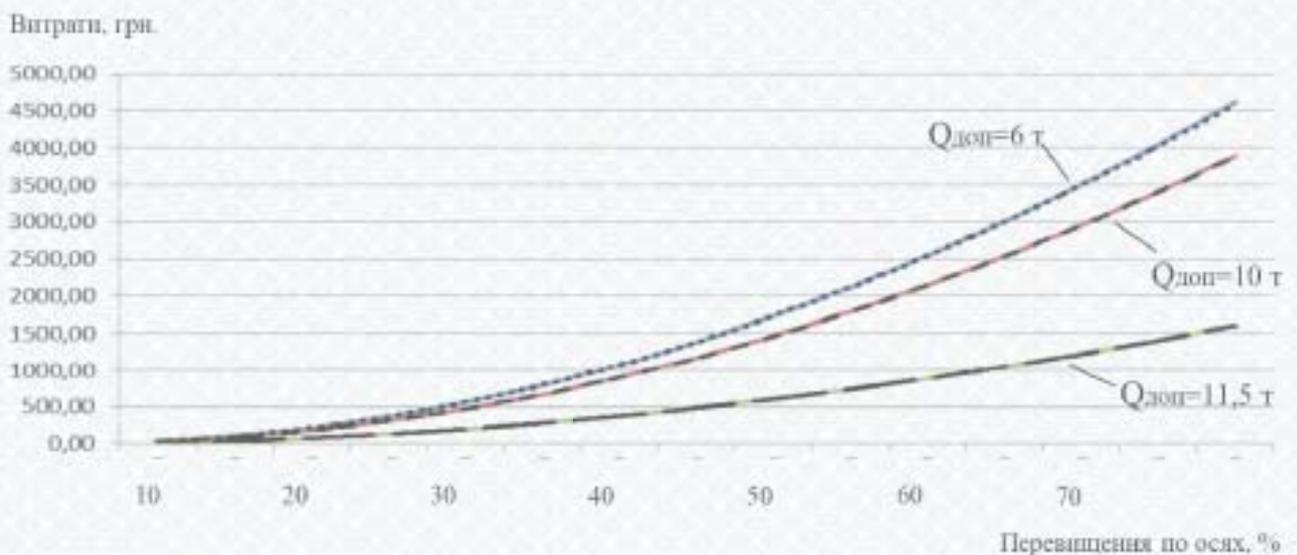


Рисунок 2.9 - Графік залежності величини збитку від ступеня перевищення розрахункового навантаження у відсотках для доріг 3 і 4 категорій

На наведених графіках встановлено, що при більш низькому

розрахунковому навантаженні графіки зростають більш стрімко. Тому, вигідніше перевозити вантажі по дорогах з більш високим дозволеним навантаженням. Це підтверджує цю гіпотезу

Існують, також, залежності розміру шкоди від експлуатаційного коефіцієнта, що враховує критерій міцності дорожнього одягу. Слід зазначити, що вартість перевезень ВНВ набагато менше там, де дозволене осьове навантаження вище. Отже, можна зробити висновок, що вигідніше перевозити вантажі по тих дорогах, які розраховані на більш високе розрахункове навантаження. Таким чином, для розрахунку плати за шкоду, яку завдають ТЗ, що перевозять великогабаритний вантаж розроблена послідовність розрахунку (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 - Послідовність розрахунку плати за шкоду, яку завдають ТЗ, перевозять великогабаритний вантаж

Загальний модуль пружності в залежності від категорії дороги представлений в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Загальний модуль пружності, МПа

Позначення	Загальне по Україні	Розподіл за адміністративно-територіальним значенням			Розподіл за категоріями			
		Міжнародні	Національні	Регіональні	I	II	III	IV
Мінімальне значення	109	144	131	109	144	131	142	109
Максимальне значення	632	632	486	600	488	600	632	334
Середнє значення	242	265	228	220	269	232	241	211
Розмах значень	523	488	355	491	344	469	490	225
Середньоквадратичне відхилення	74,34	89,36	40,79	59,57	65,41	52,19	106,40	47,13
Коефіцієнт варіації	0,31	0,34	0,18	0,27	0,24	0,22	0,44	0,22

Примітка: 01.01.2013 внесені зміни до переліку автомобільних доріг загального користування державного значення [11].

Значення коефіцієнту запасу міцності в залежності від категорії дороги представлено таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Коефіцієнт запасу міцності в залежності від категорії дороги

Позначення	Загальне по Україні	Розподіл за адміністративно-територіальним значенням			Розподіл за категоріями			
		Міжнародні	Національні	Регіональні	I	II	III	IV
Мінімальне значення	0,41	0,41	0,44	0,42	0,41	0,44	0,48	0,42
Максимальне значення	3,01	3,01	1,69	2,59	1,76	2,33	3,01	1,09
Середнє значення	0,86	0,89	0,82	0,85	0,88	0,82	0,94	0,77
Розмах значень	2,60	2,60	1,25	2,17	1,35	1,90	2,52	0,68
Середньоквадратичне відхилення	0,30	0,36	0,17	0,27	0,22	0,21	0,45	0,17
Коефіцієнт варіації	0,34	0,41	0,20	0,31	0,25	0,25	0,48	0,22

Примітка: 01.01.2013 внесені зміни до переліку автомобільних доріг загального користування державного значення [11].

2.3 Характеристика логістичної технології планування перевізного процесу великовагових вантажів автомобільним транспортом

Запропонована логістична технологія перевезень ВНВ, яка базується на застосуванні системотехнічного підходу (рисунок 2.11). В свою чергу, системотехнічний підхід спирається на принцип ієрархічності, що передбачає опис перевізних процесів на різних рівнях з різним ступенем спрощення. Таким чином, для забезпечення процесу оптимізації планування перевезень ВНВ необхідна побудова комплексу математичних моделей, що відрізняються різним рівнем спрощення в описі процесу функціонування. Рівень спрощень в описі перевізних процесів ВНВ пов'язаний з вимогою збереження в математичній моделі впровадження нових технологічних процесів і явищ, які вибираються за визначальні при оптимізації. Для цих процесів повинні бути забезпечені істотність подібності з оригіналом і неістотність відмінності моделі за іншими показниками перевізних процесів, які не є визначальними. Обмежувочими умовами при розробці виступають: вартісні і тимчасові чинники.

Моделювання починається з технічних рішень і рекомендацій оптимізації. Основна мета цього етапу полягає у вивченні відповідності між несучою здатністю дорожнього покриття АД і конструктивними параметрами АТЗ.

Крім вимог ідентифікації на цьому етапі оптимізації можуть бути обрані критерії, що характеризують взаємозв'язок «Автомобіль - Дорога».

У міру надходження інформації про несучу здатність дороги, особливості конструкції АТЗ модель уточнюється і наближається за своїми властивостями до оригіналу. У зв'язку з цим математична модель повинна володіти «гнучкістю», тобто властивістю швидкої перебудови своєї структури і параметрів математичних залежностей.

Схема послідовності методики планування перевізного процесу ВНВ з урахуванням зниження впливу на АД наведена на рисунку 2.12.



Рисунок 2.11 – Схема щодо формування логістичної системи перевезення ВНВ



Рисунок 2.12 - Методика планування перевізного процесу ВНВ з урахуванням зниження впливу на АТ

Вибір маршруту з урахуванням експлуатаційного коефіцієнта представлений на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Вибір маршруту з урахуванням експлуатаційного коефіцієнта

Методика планування перевезень ВНВ з урахуванням критерію експлуатаційного коефіцієнта автомобільної дороги представлена в таблиці 2.8 у вигляді послідовності дій.

Таблиця 2.8 - Методика планування логістичної системи перевезень з урахуванням зниження впливу на автомобільну дорогу

№ п/п	Найменування процесу	Послідовність планування перевезень
1	Об'єкт - перевізний процес ВНВ. Фактори: - автомобіль; - осьове навантаження, - тип автомобільної дороги, - несуча здатність дорожнього полотна	Визначення експлуатаційних факторів, які впливають на перевізний процес автомобільного транспорту ВНВ.

Продовження таблиці 2.8

№ п/п	Найменування процесу	Послідовність планування перевезень
2	Кореляційно-регресійний аналіз, визначення поля кореляції, результати математичного аналізу	Математичне моделювання впливу системоутворюючих чинників на ефективність перевізного процесу ВНВ. Визначення узагальненого критерію ефективності перевезення ВНВ.
3	Вибір АТЗ. Оптимізація маршрутної мережі для перевезення великовагових вантажів за допомогою графів	Вибір АТЗ з урахуванням оптимального розподілу навантаження по осях і загальній масі. Вибір оптимального маршруту з урахуванням зниження негативного впливу на автомобільні дороги.
4	Експлуатаційні фактори, їх моделювання, перевізний процес; показники ефективності.	Розробка практичних рекомендацій щодо комплексної оптимізації перевізного процесу великовагових вантажів автомобільним транспортом.
5	Витрати на перевезення вантажу до і після методики планування перевізного процесу великовагових вантажів автомобільним транспортом; - одноразові витрати; - вартісна оцінка втрат від одного рейсу до і після впровадження методик	Техніко-економічне обґрунтування розробленої методик

Ефект від запропонованої логістичної системи перевезень великовагових вантажів автомобільним транспортом, з урахуванням специфіки парку і характеру перевезених вантажів, виражається в наступних показниках:

- мінімізація витрат на відшкодування шкоди, завданої автомобільним дорогам, за рахунок оптимізації маршрутів і зниження непродуктивного пробігу автотранспорту;
- зниження витрат на технічне обслуговування, паливно-мастильних матеріалів і часу доставки ВНВ за рахунок вибору маршрутів з більш якісним дорожнім полотном;
- оптимізація планування роботи автотранспорту і зниження втрат, пов'язаних з його ремонтом і простоєм.

2.4 Висновки за розділом

1. Запропоновані системний та логістичний принципи для планування перевезень ВНВ. Системність забезпечує взаємозв'язок і узгодженість усіх елементів транспортної системи, а логістичний принцип спрямований на оптимізацію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків для досягнення максимальної ефективності перевезень великовагових вантажів. В основі закладена ієрархічних рівнів транспортного процесу на всіх стадіях його реалізації для виявлення «слабких місць». З огляду на значимість забезпечення збереження автомобільних доріг і контроль в цій галузі з боку державних органів, необхідно враховувати негативний вплив від руху великовагових транспортних засобів при плануванні перевезення.

2. Тенденції розвитку вантажних автомобільних перевезень великовагових вантажів вказують на глобальну автоматизацію, що дозволить надавати транспортним компаніям високо ефективні послуги з урахуванням збереження автомобільних доріг. Для цього запропонована комплексна система моніторингу транспорту, яка включає три різні етапи.

3. Розроблено модель впливу системоутворюючих чинників на ефективність автомобільних перевезень великовагових вантажів, яка показує, що основними чинниками, що впливають на ефективність таких перевезень,

є характеристики обраного автомобіля з вантажем, такі як кількість осей, їх взаємне розташування, фактичні осьові навантаження і маса АТЗ з вантажем, а також габарити даного автомобіля і маршрут руху.

При використанні методу Пірсона та методу експертних оцінок було доведено, що чинники, що впливають на розмір шкоди, мають лінійну залежність.

4. Запропонована методика планування автомобільних перевезень ВНВ з урахуванням зниження впливу на автомобільні дороги. Обґрунтований експлуатаційний коефіцієнт, з використанням якого слід виконувати моделювання маршруту руху великовагового транспортного засобу по автомобільним дорогам. Найбільше значення експлуатаційного коефіцієнту свідчить про найкращий технічний стан дороги.

Методика передбачає розгляд можливості дорожньої мережі між пунктом відправлення та пунктом призначення за розробленим критерієм, підбір варіанту ТЗ для заданого спеціалізованого вантажу (з мінімальним перевищенням осьового навантаження), після чого на основі аналізу існуючої дорожньої мережі та обраного ТЗ, будується оптимальний маршрут з точки зору змінних витрат.

Застосування розробленого критерію стану автомобільної дороги дозволить транспортній компанії ефективно прокладати маршрути руху великовагових автомобілів, скоротити негативний вплив на автомобільні дороги і підвищити рівень безпеки дорожнього руху за рахунок поліпшення стану автомобільних доріг.

3 ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ

3.1 Обґрунтування етапів технологічного процесу перевезень великовагових вантажів на основі багатофакторного аналізу

Для впорядкування всіх операцій, що входять до процесу планування перевезень вантажів у транспортній компанії, слід дотримуватися визначеної послідовності технологічних етапів. Перевезення ВНВ складається з наступних етапів:

- підготовка вихідних даних: збір та систематизація відомостей про вантаж та умови перевезення;
- вибір виду сполучення і рухомого складу на підставі вихідних даних;
- вибір способів навантаження розвантаження вантажу;
- складання маршруту;
- оформлення документів і отримання дозволу на перевезення;
- здійснення перевезення.

Сторони, які беруть участь в транспортному процесі та його основні етапи наведені на рисунку 3.1.



Рисунк 3.1 – Основні етапи технологічного процесу перевезень ВНВ

Практично для кожного етапу повинні бути застосовані інформаційні технології, які дозволяють істотно заощадити час на розробки проекту і узгодження необхідних документів, а також спрощують обмін інформацією про виконання етапів перевезення ВНВ між усіма учасниками транспортного процесу. Більш того, застосування телематики в даному алгоритмі дозволяє управляти оперативною інформацією з метою забезпечення безпеки під час перевезення ВНВ.

В умовах ринку звичайний принцип формування маршрутів перевезення вантажів, крім небезпечних і ВНВ, полягає в пошуку найкоротшого по відстані маршруту. Але при перевезенні наднормативних вантажів найважливіше - витримати умови безпеки для збереження дорожньо-транспортної мережі та її інженерних споруд. Взаємодії бінарної системи («транспортний засіб - вантаж») з дорогою та її спорудами дуже складні і не завжди адекватні. Маршрут повинен бути складений таким чином, щоб мінімізувати збиток від проїзду великовагового автомобіля.

Перевезення ВНВ здійснюється в ускладнених умовах дорожнього руху, що характеризуються відставанням зростання дорожньої мережі, меншими в порівнянні з прийнятими в світовій практиці обмеженнями осьових навантажень на транспортних мережах, зміною структури транспортних потоків, збільшенням інтенсивності і допустимої швидкості руху.

Важливою умовою для формування ефективної логістичної системи перевезень ВНВ автомобільним транспортом є добре пристосований до поставленого завдання технологічний процес доставки. Технологія являє собою сукупність послідовних взаємопов'язаних етапів (операцій), які мають своєю кінцевою метою підвищити ефективність перевезень. Основне завдання впровадження технологій - скоротити кількість операцій і зробити сам процес більш цілеспрямованим. Удосконалення технологічного процесу є основною умовою підвищення ефективності перевезення. Оцінка ефективності обраної технології доставки може бути проведена за

наступними критеріями: собівартість перевезень; питомі витрати; продуктивність рухомого складу; якість перевезень.

При формуванні логістичної системи перевезення ВНВ необхідно враховувати найбільшу кількість факторів, що впливають на заданий тип перевезень, тому що не врахування якогось одного з чинників може спричинити різке збільшення вартості перевезення або призвести до зниження безпеки транспортування вантажів. На рисунку 3.2 схематично наведені всі фактори, що впливають на перевезення ВНВ автомобільним транспортом, які необхідно враховувати на стадії планування.

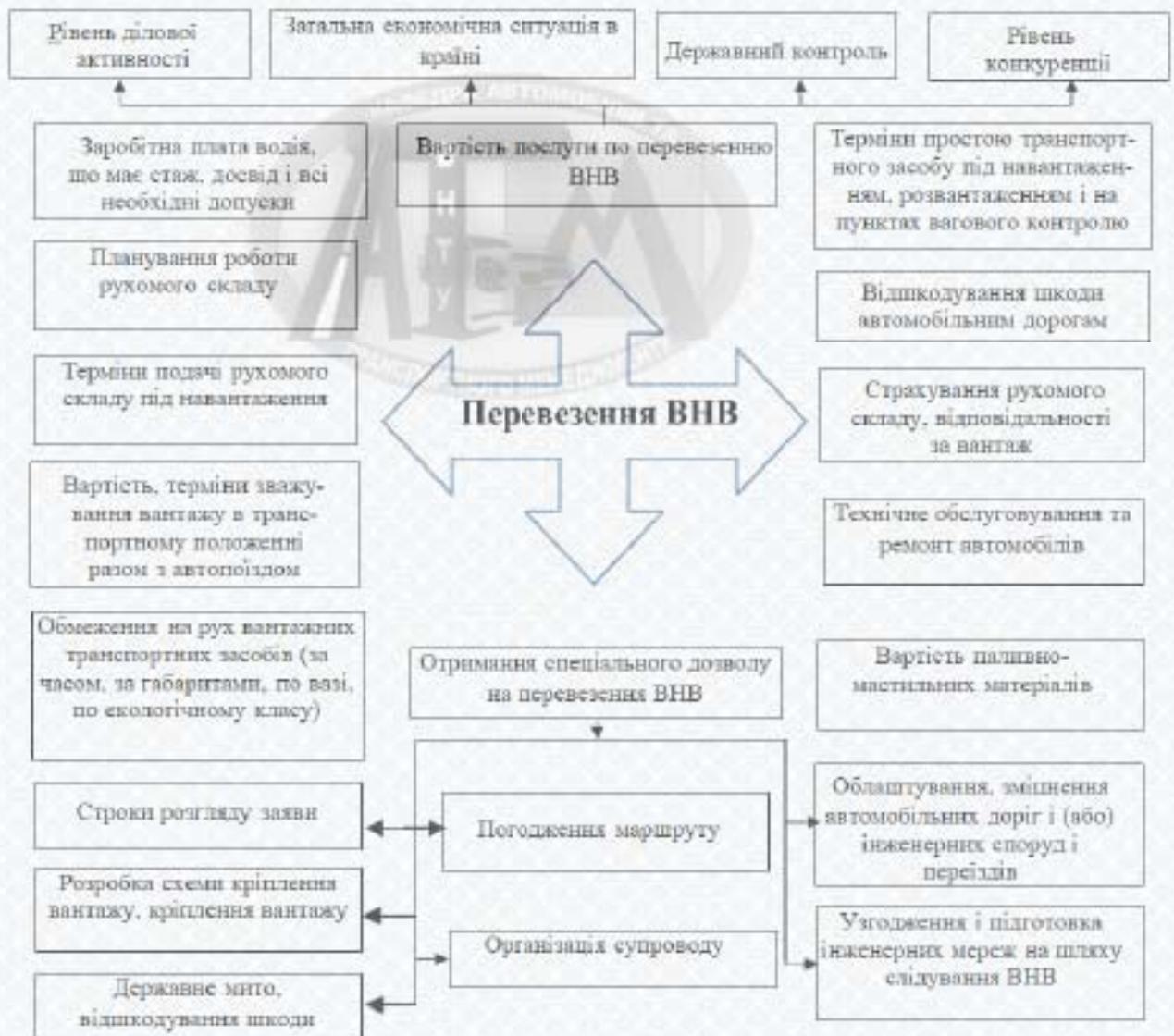


Рисунок 3.2 – Фактори, що впливають на перевезення ВНВ автомобільним транспортом

3.2 Організація раціональної системи перевезень великовагових вантажів в умовах ТОВ «ТК Автотрансгарант»

До переліку великовагових вантажів, які перевозить транспортна компанія, належать наступні:

- будівельні залізобетонні конструкції (мостові ферми, опори);
- дорожня техніка (асфальтоукладальники, грейдери);
- сільськогосподарські машини;
- металоконструкції заводського виготовлення (хімічні ємності, опори ліній електропередач);
- великовагове промислове обладнання (турбіни, трансформатори, технологічні установки);
- військова техніка;
- будівельна і вантажопідйомна техніка (екскаватори, крани, стаціонарні транспортери, бетонозмішувальні вузли).

При формуванні логістичної системи перевезень великовагових вантажів необхідно своєчасно і якісно спланувати перевезення. Тому були розроблені практичні рекомендації щодо покращення планування перевізних процесів великовагових вантажів з урахуванням зниження впливу на автомобільні дороги з точки зору зниження змінних витрат, пов'язаних з необхідністю відшкодування збитку автомобільним дорогам від проїзду великовагових АТЗ.

Для вирішення даного завдання необхідно вибирати оптимальну комбінацію ТЗ і автомобільної дороги, що буде вказуватися в заяві на отримання спеціального дозволу. Алгоритм вибору включає в себе три основних етапи:

- 1 етап - Аналіз можливостей вулично-дорожньої мережі;
- 2 етап - Вибір ТЗ (автопоїзда), що забезпечує мінімальні перевищення допустимого навантаження по осях, з існуючого автопарку;

3 етап - Розрахунок оптимального маршруту з точки зору зниження основної частини змінних витрат на основі характеристик обраного ТЗ і вулично дорожньої мережі.

Мета даного алгоритму - рішення оптимізаційної задачі перевезення великовагових вантажів із заданими обмеженнями. У роботі під цільовою функцією будемо розуміти суму основних змінних витрат C_{ϕ} , яку необхідно мінімізувати, з наступними обмеженнями, що накладаються на параметри цільової функції: перевищення повної маси ТЗ і осьових навантажень над допустимими повинні бути не більше 60 %, габарити ТЗ не перевищують по довжині 25 м, по ширині - 3,5 м, а по висоті 4,5 м. На розглянутій вулично-дорожній мережі немає штучних дорожніх споруд, чиї допустимі осьові навантаження або повна маса менше, ніж на дорогах, що ведуть до даних споруд. Формула зі зниження основних змінних витрат, має наведений нижче вигляд:

$$\begin{cases} C_{\phi} \rightarrow \min; \\ 0 \leq k_1 < 60; \\ 0 \leq k_{2,j} < 60, \quad j = 1 \dots n_{\text{осей}}; \\ g_1 < 25; \\ g_2 < 3,5; \\ g_3 < 4,5; \end{cases} \quad (3.1)$$

Перейдемо до більш докладного опису алгоритму «ТЗ - АД». Першим етапом «Аналіз можливостей вулично-дорожньої мережі» є розгляд всіх можливих шляхів проїзду від пункту вантажовідправника до пункту вантажоодержувача за допомогою електронних карт автомобільних доріг, з метою визначення штучних дорожніх споруд на маршрутах, їх нормативних параметрів (допустимих габаритів, осьових навантажень, повної маси тощо), можливостей обїзду таких споруд і виключення ділянок маршруту, з нормативним (розрахунковим) осьовим навантаженням 6 т / вісь. Результатом даного аналізу є побудова мережі у вигляді мережевого

орієнтованого графа, де в якості вершин виступають перетин доріг і з'їзди, в яких можливе розгалуження маршруту. При вивченні вулично-дорожньої мережі необхідно орієнтуватися на наявність тимчасових обмежень (сезонні, ремонт доріг) і на розрахункові навантаження доріг, по яких існують можливості проїзду. Дороги міжнародного значення є більш універсальними, ніж національні та регіональні, вони не мають сезонних обмежень і існуючі штучні дорожні споруди на них розраховані на великі допустимі навантаження, ніж на регіональних. Тому, в якості об'єктів для побудови вулично-дорожньої мережі будемо розглядати переважно міжнародні внутрішні дороги загального користування, регіональні дороги в розглянутому алгоритмі використовуються тільки для заїзду / виїзду в міста відправника і одержувача.

При аналізі можливостей проїзду між вантажовідправником та вантажоодержувачем виникає необхідність вивчення всіх автомобільних доріг з допустимими осьовими навантаженнями, що займає значну кількість часу. На даний час в Україні не завжди публікуються повні «розрахункові» карти з детальними значеннями допустимих осьових навантажень по всіх ділянках траси в одному інтерактивному шарі і часто потребують звернення до дорожніх адміністраторів. Інформація стосовно розрахункових (допустимих) навантажень і тимчасових обмежень для доріг державного значення публікуються на офіційному сайті Укравтодору. Для спрощення побудови маршрутів можливим є створення додаткового шару на вже існуючих інтерактивних картах, де буде відображена інформація про розрахункові (допустимі) осьові навантаження, яка буде коригуватися відповідно до нормативних актів, що змінюють значення осьового навантаження. Значення осьового навантаження для автомобільних доріг на карті можна представити у вигляді кольорових ліній, де кожному кольору поставлені у відповідність ті чи інші допустимі осьові навантаження для даної дороги. Крім осьових навантажень на пропонованому шарі карти може бути розміщена коротка інформацію про наявність штучних дорожніх споруд

та порядку проїзду по ним (обмеження по масі, по осях, за габаритами тощо). Штучні дорожні споруди (мости, шляхопроводи тощо) позначаються на карті точками, при натисканні на які з'являється інформація про данні спорудження, корисна перевізникам великовагових та / або негабаритних вантажів.

Підхід до планування перевезень на основі подібних карт дозволить виключити з розгляду ребра мережі з однаково допустимим осьовим навантаженням, в місцях де відбувається розгалуження (існує альтернатива проїзду за аналогічною дорозі), шляхом вибору з даних ділянок, ділянки з найменшою відстанню, за умови відсутності на порівнюваних ділянках штучних дорожніх споруд або при наявності аналогічних штучних споруд на даних ділянках.

Перший етап оптимізації перевезень ВНВ по автомобільним дорогам на основі алгоритму можна представити у вигляді послідовності наступних дій:

- виділення ділянки автодорожньої мережі, що з'єднує пункти вантажовідправника і вантажоодержувача для подальшого аналізу;
- виключення з даної мережі всіх доріг регіонального та місцевого значення, що не відносяться до міст, в яких розташовані пункти вантажовідправника і вантажоодержувача, якщо це можливо. У разі, відсутності міжнародних або національних доріг державного значення, які з'єднують пункти перевезень, даний алгоритм не застосовується;
- аналіз наявності штучних дорожніх споруд на маршруті і їх нормативних навантажень, а також можливостей проїзду за даними штучним спорудами.

Виняток альтернативних шляхів проїзду при однакових умовах нормативного осьового навантаження на даних ділянках, за умови відсутності штучних дорожніх споруд на даних ділянках, або однакових умов проїзду по штучним спорудам на альтернативних ділянках.

Складання мережевого орієнтованого графа, де початковою вершиною графа є пункт вантажовідправника, а кінцевою вершиною - пункт вантажоодержувача. В якості проміжних вершин використовуються перетини доріг з різними обліковими номерами і з'їзди, в яких можливо розгалуження маршруту.

Другий етап «Вибір ТЗ (автопоїзда), що забезпечує мінімальні перевищення допустимого навантаження по осях передбачає вибір найбільш ефективного ТЗ (автопоїзда). При виборі ТЗ для перевезення великовагових вантажів необхідно спиратися на:

- можливості тягача;
- вантажопідйомність напівпричепи / причепа;
- форму і габаритні розміри вантажної платформи;
- конструктивні особливості підвіски ТЗ тощо.

У разі перевезень ВНВ особлива увага при виборі ТЗ приділяється вагогабаритним параметрам, тому що саме перевищення дозволених значень маси ТЗ (автопоїзда), осьових навантажень, передбачених для даного автомобіля в залежності від категорії доріг і типу дорожнього покриття, і габаритів ТЗ з вантажем значно впливає на собівартість і рентабельність перевезення. Неправильно підібраний ТЗ (автопоїзд) може призвести до серйозного зростання собівартості перевезень великовагових вантажів через додаткові витрати, пов'язані з відшкодуванням шкоди. Основним фактором при виборі рухомого складу, крім вантажопідйомності напівпричепи та можливостей тягача, є розподіл навантаження по осях транспортного засобу, тому що основна стаття витрат за відшкодування шкоди автомобільним дорогам пов'язана з перевищенням допустимих осьових навантажень та повної маси ТЗ.

На даному етапі алгоритму відбувається відбір тягачів і напівпричепів. Для розрахунку осьових навантажень більшість перевізників використовують спеціалізовані програмні засоби. Прикладом можуть бути наступні:

- SolidWorks / CATIA / Siemens NX — застосовуються у конструкторських підрозділах транспортних підприємств для 3D-модельовання автомобілів і розрахунку статичного навантаження на осі при різному розташуванні вантажу.

- TruckScience Axle Weight Calculator — спеціалізована програма для логістичних і транспортних компаній, яка дає змогу точно визначати навантаження на кожну вісь транспортного засобу, враховуючи розташування вантажу, відстань між осями, тип кузова та технічні характеристики автомобіля тощо.

Для оцінки перевищення по осях ТЗ на даному етапі і вибору підсумкового ТЗ можна скористатися програмою ВНВ-Калькулятор, яка на підставі внесеної інформації, з огляду на відстані між вершинами графа, навантаження на вісь, відстані між осями і типу моніторингу, автоматично розраховує вартість відшкодування збитку на даній ділянці. Це дозволяє скоротити час видачі спецдозволу на транспортування великовагових вантажів і порівняти відшкодування збитку на заданій ділянці для розглянутих варіантів ТЗ. Інтерфейс програми ВНВ - Калькулятор представлений на рисунках 3.3-3.4.

Транспортний засіб:	<input type="text" value="Марка, модель, держ. номер АТЗ"/>					
Тип АТЗ:	<input type="text" value="Автомобіль"/>					
Кількість поїздок:	<input type="text" value="1"/>					
К-ть осей: <input type="text" value="6"/>	1	2	3	4	5	6
Відстань між осями, м	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Факт. осьові навант., т	<input type="text" value="5.508"/>	<input type="text" value="8.573"/>	<input type="text" value="8.573"/>	<input type="text" value="8.749"/>	<input type="text" value="8.749"/>	<input type="text" value="8.749"/>
Кількість коліс на вісі:	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="2"/>
Пневмо підвіска	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рисунок 3.3 – Параметри автомобіля у ВНВ – Калькуляторі

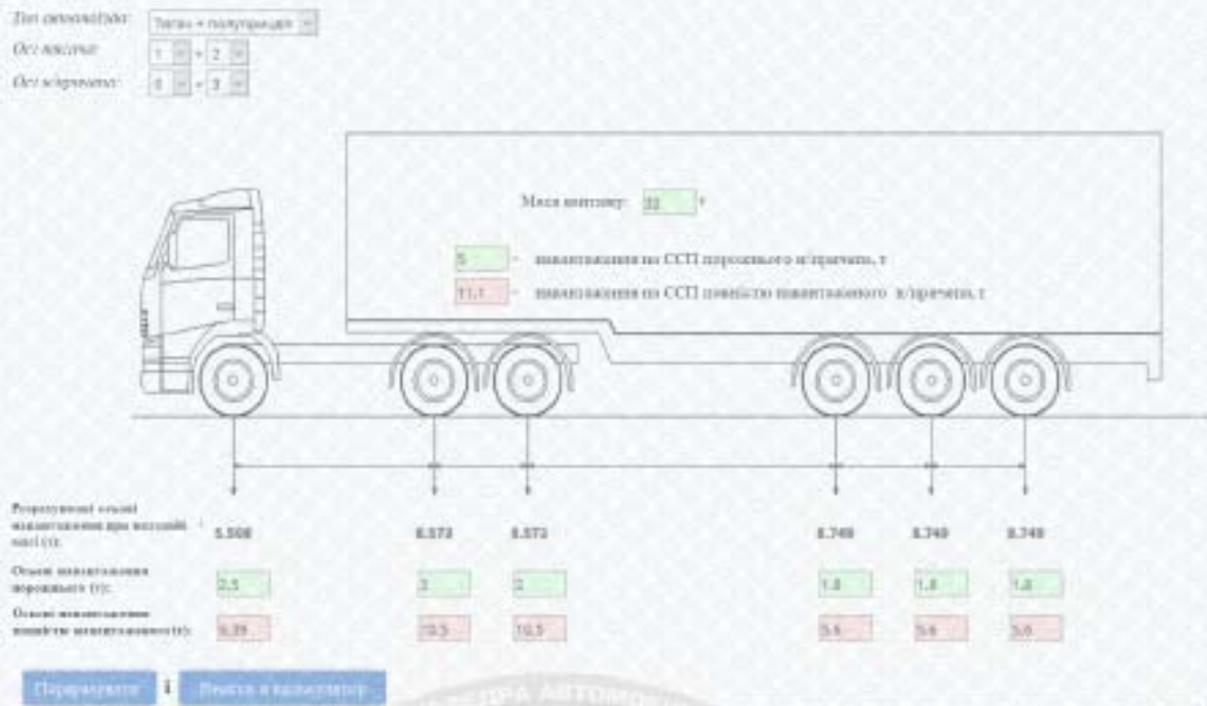


Рисунок 3.4 – Інтерфейс програми для розрахунку осьових навантажень в програмі ВНВ калькулятор, в разі якщо невідомі дані про фактичне осьове навантаження

Другий етап дозволяє підібрати ТЗ (автопоїзд) з даної бази варіантів без перевищення по осях. На основі результатів програми для обраного ТЗ на даному етапі можна зробити попереднє складання вагової матриці для третього етапу алгоритму, використовуючи функцію розрахунку по ділянках маршруту для заданого ТЗ. Слід відзначити наступні головні вимоги, які пред'являються до спеціалізованого транспорту, який перевозить ВНВ:

- зниження центру ваги закріпленого вантажу;
- забезпечення стійкості і керованості автотранспорту;
- збереження кругового огляду для водія;
- рівномірний розподіл ваги вантажу по осях;
- система кріплень, що забезпечує нерухоме положення вантажу під час транспортування.

По конструкції платформи, що перевозять великоваговий вантаж, поділяють на лафети (платформи без дна), високорамні і низькорамні трали.

Масивна платформа з малим кліренсом по власним габаритам може перевищувати стандартні дозволені розміри, використовувати розширювачі, подовжувачі бази. Українські автоперевізники використовують сучасну імпортовану техніку. Для транспортування вантажів з високим центром тяжіння на платформі встановлюються спеціальні додаткові конструкції, розробляються інженерні схеми кріплення.

Проаналізовані особливості конструкцій тралів для негабариту. Для зниження навантаження на дорожнє полотно спеціальні платформи конструюються із збільшеною кількістю осей (до 8 колісних пар). Характерна мала вантажна висота (800 - 950 міліметрів). Для сучасних конструкцій платформ передбачені такі важливі характеристики, як поворот осей напівпричепа, їх вивішування. Для важкої техніки, яка пересувається самостійно (кар'єрних самоскидів, гусеничних екскаваторів, сільськогосподарських комбайнів) передбачені в'їзні апарелі, що полегшують завантаження машини на трал або відстібаються гуси. В процесі перевезень негабаритних вантажів на транспортний засіб можуть встановлюватися додаткової осі. Важливим є раціональне розподілення вантажів по осях.

Порівняно два автопоїзда для перевезення 38 т вантажу, які відрізняються кількістю осей: MAN TGX XXL + Faymonville STN-3UB (Low-Bed) - типовий 3-осьовий трал, MAN TGX XXL + Faymonville 5-axle low-bed - 5-осьовий трал. Зовнішній вигляд автопоїздів наведений на рисунках 3.5 та 3.6 відповідно.



Рисунок 3.5 – Автопоїзд MAN TGX XXL + Faymonville STN-3UB



Рисунок 3.6 – Автопоїзд MAN TGX XXL + Faumonville 5

Порівняльна характеристика автомобілів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика автомобілів

Найменування показника	MAN TGX XXL + Faumonville STN- 3UB	MAN TGX XXL + Faumonville 5
Конструктивні параметри		
Власна маса тягача, т	10	10
Кількість осей причепа	3	5
Власна маса причепа, т	11	13
Повна маса автопоїзда, т	59	61
Розподіл навантаження по осях		
Загальна маса на причепі, т	49	51
Навантаження на вісь	16,33	10,2
Витрати палива, л/100 км	48	50

Для 3-х вісного автопоїзда спостерігається перевищення осьового навантаження, яке повинно бути не більше 11,5 т. Через перевищення осьових навантажень слід сплачувати компенсацію. Перевищення складе: $16,5 - 11,5 = 5,0$ т, що становить 43,5 %. Для 5-вісного автомобіля навантаження на вісь в межах припустимого значення. Нижче наведена формула для розрахунку мінімальних витрат за перевищення навантаження на одну вісь:

$$ПВ=L \cdot C \cdot КП = L \cdot C \cdot КП=L \cdot C \cdot K \quad (3.2)$$

де L — довжина маршруту (100 км);

C — базова ставка (0,02 євро за 1 т перевищення на 1 км);

K — коефіцієнт за відсоток перевищення навантаження.

Для перевищення 40–50 % коефіцієнт $K = 3$.

$$ПВ=100 \cdot 0,02 \cdot 5,0 \cdot 3 = 30 \text{ євро}$$

Отже, мінімальна орієнтовна плата за перевищення осьового навантаження з 11,5 т до 16,5 т на відстані 100 км становить близько 30 євро на вісь або 1 300 грн.

Проведений аналіз автомобілів з точки зору перевищення маси. Дозволена маса без дозволу становить 44 т. MAN TGX XXL + Faumonville STN-3UB (повна маса 59 т) перевищення складає 15 т або 34 %, а для MAN TGX XXL + Faumonville STN-3UB (повна маса 61 т) — 17 т або 39%. Плата обчислюється за кожен тону перевищення на 1 км маршруту, ставка залежить від % перевищення (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Ставки за перевищення загальної маси автомобіля

Перевищення від норми	Ставка, €/т-км
до 10 %	0,02 €
10–20 %	0,06 €
20–30 %	0,12 €
30–40 %	0,24 €
40–50 %	0,36 €
понад 50 %	0,54 €

Витрати за перевищення загальної маси автопоїзда знайдені за формулою:

$$ПМ=L \cdot (W_{\text{факт}} - W_{\text{норма}}) \cdot C_{\text{т}}, \text{ грн.}, \quad (3.3)$$

де L — довжина маршруту, км;

$W_{\text{факт}}$ — фактична повна маса автопоїзда, т;

$W_{\text{норма}}$ — нормативна дозволена маса автопоїзда, т;

C_m — ставка плати за тону перевищення на 1 км маршруту, €/т·км.

Для першого автомобіля плата за перевищення маси складе:

$$ПМ_1 = 0,24 \text{ €} \cdot 15 \text{ т} \cdot 100 \text{ км} = 360 \text{ €} \approx 16\,200 \text{ грн.}$$

Для другого автомобіля плата за перевищення маси складе:

$$ПМ_2 = 0,24 \text{ €} \cdot 17 \text{ т} \cdot 100 \text{ км} = 408 \text{ €} \approx 18\,360 \text{ грн}$$

Нижче наведений порівняльний аналіз витрат для двох тралів (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 - Порівняльний аналіз витрат для двох тралів

Критерій	MAN TGX XXL + Faymonville STN-3UB	MAN TGX XXL + Faymonville 5
Загальна маса, т	59	61
Відхилення від норми (44 т)	+34 %	+39 %
Ставка за перевищення по масі €/т·км	0,24 €	0,24 €
Витрати за перевищення маси на відстань 100 км	16200	18400
Середня плата за осьове перевищення	10000	0
Витрати на паливо	2900	3000
Витрати на ТО грн./100 км	1000	1200
Витрати на супровід	2000	500
Разом	32100	23100

Таким чином, для двох варіантів автомобілів є плата за перевищення загальної маси. Для першого автопоїзду треба ще додатково платити за перевищення осьових навантажень, тому його загальні витрати вищі. Другий автопоїзд має трохи більшу загальну масу, але правильний розподіл по осях робить його значно економічнішим. Якщо робота планується регулярно або

потрібні маршрути з мостовими/осьовими обмеженнями — 5-осьовий трал (або модульний варіант з додатковими осями) — оптимальний вибір: трохи вища паливна й амортизаційна стаття, але значно нижчі ризики, відсутність плат за перевищення і гнучкість у виборі маршруту. Таким чином, для перевезення 38 т краще орієнтуватися на 4–5 осей причепа, щоб утримувати осьове навантаження $\leq 11,5$ т.

Заключний етап алгоритму «Розрахунок оптимального маршруту з точки зору зниження основної частини змінних витрат на основі характеристик обраного ТЗ і АД представляє собою побудову маршруту на основі алгоритму графів з найменшою основною частиною змінних витрат, пов'язаних з відшкодуванням шкоди АД і витратою палива. Для реалізації заключного етапу використовується програмний продукт на основі алгоритму Дейкстри. В якості значення вагової матриці застосовуються змінні витрати між вершинами.

Алгоритм дозволяє оптимізувати планування перевезення великовагових вантажів автомобільним транспортом по дорогах державного значення на основі скорочення часу на розробку проекту перевезення, підбору оптимального ТЗ (автопоїзда) і мінімізації основної частини змінних витрат.

При перевезенні стандартних вантажів для побудови маршрутів використовуються методи оптимізації, засновані на знаходженні мінімальної відстані між пунктами на маршруті. Але в разі перевезення спеціалізованих великовагових вантажів загальна дорожня мережа не завжди придатна і найкоротший відстань, як було доведено, не завжди є оптимальним критерієм. При побудові маршрутів для перевезення великовагових вантажів необхідно враховувати експлуатаційний коефіцієнт стану автомобільної дороги, по яким може бути прокладений маршрут, допустимі (розрахункові) значення осьових навантажень, на які розраховані дані дороги, і наявність на дорогах штучних дорожніх споруд, тому що зазначені параметри впливають на собівартість перевезення, а, отже, і на ефективність перевезення.

У випадку перевезень спеціалізованих великовагових вантажів існує один пункт вантажовідправника, в якому відбувається навантаження вантажу, і один пункт вантажоодержувача, в якому відбувається розвантаження вантажу. У зв'язку з цим відпадає необхідність вирішувати завдання з закріпленням ВВ і ВО. Одними з найпопулярніших способів вирішення транспортної задачі, пов'язаної з знаходженням оптимального маршруту, є методи і алгоритми, засновані на теорії графів.

Дорожня мережа добре подана у вигляді орієнтованого графа (у якого ребра мають напрямки), де в якості вершин, в залежності від масштабу розглянутої ділянки, можуть застосовуватися перехрестя, контрольні точки, перетини доріг різних категорій, а в якості параметрів для вагових матриць - відстані між пунктами (вершинами) або вартість проїзду по виділеній ділянці.

Одним з найбільш простих алгоритмів знаходження оптимального маршруту за допомогою графів, з точки зору реалізації на комп'ютері, є алгоритм Дейкстри, який дозволяє знайти найкоротшу відстань між пунктами відправника і одержувача або ж побудувати маршрут з мінімальними змінними витратами. Алгоритм Дейкстри (алгоритм міток) покроково перебирає всі вершини графа і призначає їм мітки, які є відомими мінімальними відстанями (вартістю) від вершини джерела до конкретної вершини, тобто дозволяє знайти найкоротшу відстань або мінімальну вартість від вершини пункту відправлення (s) до вершини пункту призначення (t). Варто зауважити, що даний алгоритм застосовуємо тільки з графами, які не мають негативних ваг.

Алгоритм графів включає в себе два основних етапи:

- I етап - знаходження найкоротшого шляху / мінімальної вартості / максимального значення експлуатаційного коефіцієнта;
- II етап - побудова найкоротшого шляху / шляху з мінімальною вартістю від вершини s до вершини t .

Як вже було сказано раніше, для перевезень великовагових вантажів мінімальний шлях не завжди є оптимальним варіантом з-за необхідності відшкодування різної шкоди на ділянках маршруту. Тому розглянемо алгоритм Дейкстри з точки зору побудови мінімального маршруту з точки зору змінних витрат (вартості). В ході виконання даного алгоритму вершинам мережі x_i будуть приписані мітки, які позначаються $d(x_i)$, можуть бути тимчасовими і постійними, і служать для знаходження шляху з мінімальною вартістю від вершини s до вершини x_i .

В орієнтованому графі Sw існує шлях з s до x_i , що має вартість $d(x_i)$, в разі, якщо вершина x_i отримала на якомусь етапі мітку $d(x_i)$.

За умови, що $d(x_i)^*$ - постійна мітка, через $u = x_i$ позначається постійна вершина, що відповідає даній мітці. Перетворення мітки з змінної в постійну означає, що мінімальна вартість проїзду від вершини s до відповідної мітки вершини знайдена. Розглянемо тепер даний алгоритм більш детально.

Перший етап складається з ініціалізації міток. Мітка вершини s приймається раною нулю, а мітки інших вершин - нескінченностям (або дуже великим числам). Усі вершини графа відзначаються як не відвідані.

$$d(s)^* = 0, \quad u = s, \quad d(x_i) = \infty \quad (3.4)$$

для інших $x_i \neq s$.

Для кожної вершини x_i , крім u , обчислюємо суму мітки u і вартості проїзду до вершини x_i і перераховуємо мітки за правилом:

$$d_{\text{новий}}(x_i) = \min \{ d_{\text{старий}}(x_i), d(u) + w(u, x_i) \} \quad (3.5)$$

Серед тимчасових міток за наступним правилом вибирається мітка для переходу в постійну:

$$d(x_i)^* = \min\{d(x_i) \mid x_i \in X, d(x_i)\} \quad (3.6)$$

Вершина, яка відповідає постійній мітці $d(x_i)^*$, перетворюється в постійну $u = x_i$ і більше не розглядається в алгоритмі. Далі виконується перевірка. Якщо $u = t$, то перший етап алгоритму закінчується і відбувається перехід до другого етапу, в іншому випадку повертаємося до пункту 2) першого етапу.

Другий етап «Побудова маршруту з мінімальною вартістю» складається з: пошуку дуг. Серед вершин, які безпосередньо передують вершині $u = t$ знаходимо x_i , що задовольняє умові:

$$d(u) = d(x_i)^* + w(x_i, u) \quad (3.7)$$

Дуга (x_i, u) включається в шлях з найменшою вартістю, а u присвоюється значення x_i . Якщо умова виконана для декількох вершин, то в якості поточної вершини можна розглянути будь-яку з них.

Якщо $u = s$, то це означає, що знайдений шлях з мінімальною собівартістю перевезення (в зворотному порядку), якщо немає, то повертаємося до пункту 1) другого етапу.

Розглянемо застосування даного алгоритму для побудови оптимального з точки зору собівартості маршруту по дорогах державного значення на прикладі ділянки мережі доріг в центральній-східній частині країни. Перевезення здійснюється у Харківській області, а саме між смт. Пісочин та м. Берестин. Слід зазначити, що смт. Пісочин розташоване в передмісті Харкова, де організовані складські приміщення для будівельних конструкцій та матеріалів. У м. Берестин розташовані організації, які мають потребу в будівельних матеріалах, в тому числі великовагових. Пункти вантажовідправника (сmt Пісочин) і вантажоодержувача (м. Берестин) зазначені на карті та представлені на рисунку 3.7.

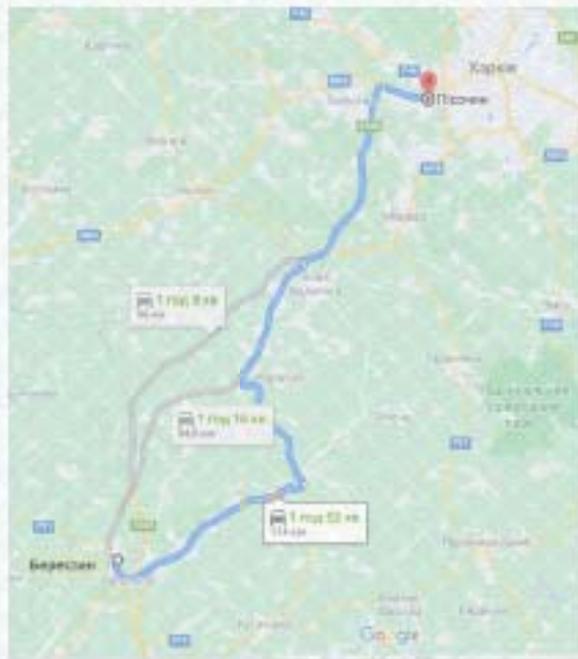


Рисунок 3.7 – Розташування вантажовідправника та вантажоодержувача на карті

В якості АТЗ для здійснення перевезення великовагового вантажу обраний п'ятивісний автопоїзд MAN TGX XXL + Faymonville 5. Вихідні дані для дорожньої мережі на даній ділянці представлені у вигляді таблиць 3.4 і 3.5.

Таблиця 3.4 - Опис вузлових точок (вершин графа) на ділянці маршруту, що проходить по центральній частині країни

№ вершини графа	Назва
1	Пересічення дороги Р 11 та М 18
2	Пересічення дороги М 18 та Е 105
3	Пересічення дороги М18 та О212112
4	Пересічення дороги М29 та О212112
5	Пересічення дороги М29 та М18
6	Пересічення дороги М18 та М03
7	Пересічення дороги М29 та М03
8	Пересічення дороги М18 та Р11

Таблиця 3.5 - Дані про можливості проїзду по даній ділянці дорожньої мережі (графу)

Початок ділянки	Кінець ділянки	Назва дороги, по якій проходить маршрут	Припустиме навантаження на вісь для даної дороги	Відстань, км
1	2	P11	10	58
1	4	M18	10	39
2	3	M29	11,5	26
3	4	M-29	11,5	26
3	5	M03	11,5	28
5	6	M18	10	10
4	7	M03	11,5	30
6	8	M18	10	1
7	8	M03	10	4

Слід зазначити, що на сьогоднішній день за міцністю дорожнього одягу лише автомобільні дороги I категорії (1,67 % від загальної довжини доріг), побудовані, капітально відремонтовані або реконструйовані після 2000 року здатні витримувати навантаження 11,5 т на вісь; 24,42 % автомобільних доріг (II категорії та III категорії, побудовані, капітально відремонтовані або реконструйовані після 1985 року) здатні витримувати навантаження на вісь 10 т, решта 73,91 % розраховані на навантаження 6 т на вісь [32]. В результаті спостерігається значний обсяг руйнувань, переважно спричинених великовантажними транспортними засобами (в т. ч. і транспортними засобами навантаженими понад встановлену норму). Таким чином, відомості про нормативні (розрахункові) навантаження ділянок автомобільних доріг загального користування вибрані в залежності від категорії дороги з урахуванням доповнень і змін, внесених службою автомобільних доріг України.

Дані про фактичну масу автопоїзда, кількості осей і розподілу осьового навантаження представлені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Параметри автопоїзда

Маса ТЗ без вантажу / з вантажем (т)	23/61				
Відстань між осями	3,825	1,4	9,680	1,31	1,31
Навантаження на осі, т	6,33 9,7625 (2-х ск.) 9,7625 (2-х ск.) 11,00и(2-х ск.) 11,00(2-х ск.) 11,00(2-х ск.)				
Габарити автопоїзда					
Довжина, м	21				
Ширина, м	2,5				
Висота, м	4				
Швидкість руху, яка планується, V, км/год.	60				

В якості даних для заповнення вагової матриці при перевезеннях великовагових вантажів будемо використовувати суму витрат, пов'язаних з відшкодуванням шкоди автомобільним дорогам від проїзду великовагового транспорту та витратами палива для ділянок доріг між з'єднаними між собою вершинами. Витрата палива для обраного автопоїзда з вантажем становить 50 л / 100 км, ціну дизельного палива приймемо рівної 55 грн. / л.

Для знаходження маршруту з найкоротшим відстанню і / або маршруту з мінімальною вартістю на заданому графі скористаємося алгоритмом Дейкстри, реалізованому у вигляді програми в математичному пакеті MatLAB. Для цього поставимо дві вагові матриці ww (2.30) і wv (2.31), де в матриці ww в якості ваг будемо використовувати відстані між вершинами, а в матриці wv - вартість проїзду з однієї вершини в іншу.

$$ww = \begin{pmatrix} \text{inf} & 58 & \text{inf} & 39 & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & 26 & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & 26 & 28 & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & 30 & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & 10 & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & 1 \\ \text{inf} & 4 \\ \text{inf} & \text{inf} \end{pmatrix}$$

$$ww = \begin{pmatrix} \text{inf} & 32426,59 & \text{inf} & 31877,32 & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & 8268,27 & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & 8268,27 & 8904,29 & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & 24521,01 & \text{inf} \\ \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & \text{inf} & 8173,67 & \text{inf} & \text{inf} \\ \text{inf} & 817,37 \\ \text{inf} & 2734,05 \\ \text{inf} & \text{inf} \end{pmatrix}$$

(3.8)

Дана програма дозволяє також побудувати граф заданої дорожньої мережі із зазначенням оптимального з точки зору відстані шляху (рисунок 3.8) або оптимального за вартістю шляху (рисунок 3.9), в залежності від заданої вагової матриці. Оптимальний шлях на графі позначений червоними стрілками.

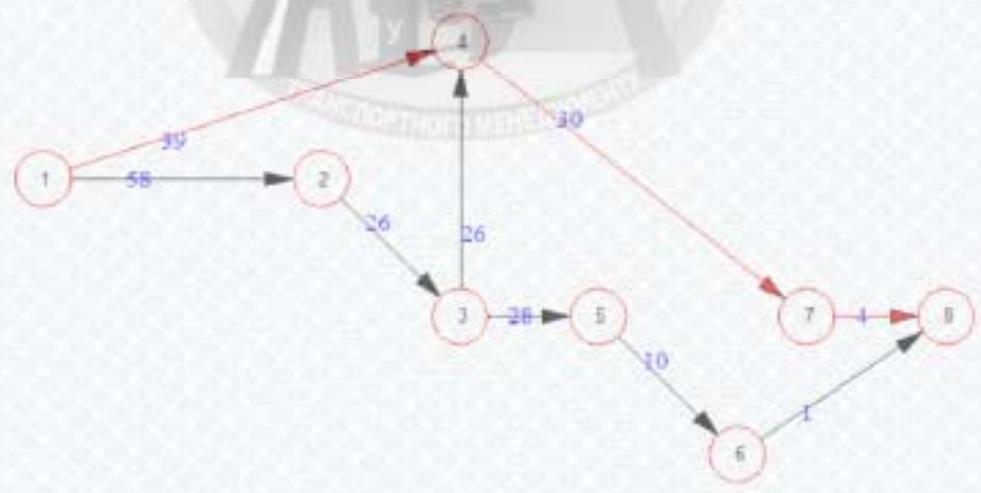


Рисунок 3.8 –Граф із зазначенням найкоротшого шляху

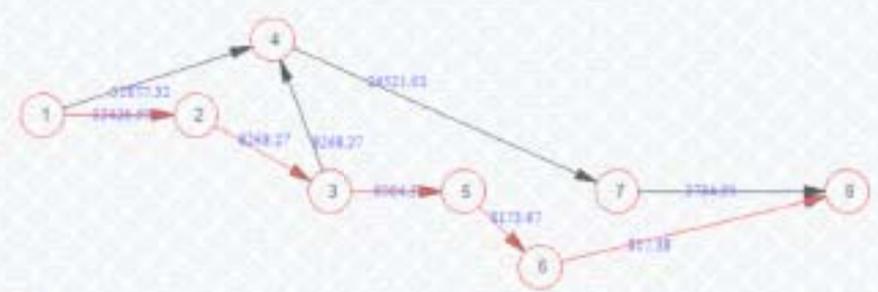


Рисунок 3.9 - Граф із зазначенням маршруту з мінімальною вартістю на заданій дорожній мережі

Проведемо порівняльний аналіз оптимальних з точки зору найкоротшого відстані і вартості маршрутів. Оптимальні шляхи на рисунках 3.7 і 3.8 відрізняються один від одного, що ще раз підтверджує, що використання найкоротших відстаней для оптимізації маршруту навіть без наявності на маршрутах штучних споруд не може бути застосовано при перевезенні великовагових неподільних вантажів автомобільним транспортом, тому для перевезень вантажів подібної номенклатури для знаходження найкращого (оптимального) маршруту за допомогою алгоритму Дейкстри в якості параметрів у ваговій матриці потрібно розглядати змінні витрати на ділянках, а не відстані між вершинами. Нижче представлені значення припустимої маси та осьових навантажень для автопоїзда.

Таблиця 3.7 – Значення припустимої маси та осьових навантажень для автопоїзда

Найменування параметру	Для АД державного значення, що розраховані на осьове навантаження 10 т/вісь	Для АД державного значення, що розраховані на осьове навантаження 11,5 т/вісь
Максимально допустимі осьові навантаження, т/вісь	9 – 8,5 – 8,5 – 9 – 9 – 8,5	11,5 – 10 – 10 – 10 – 11,5 – 11,5
Фактичні осьові навантаження, т/вісь	10,2 – 10,2 – 11 – 9,5 – 9,5 – 11	
Перевищення по осях, %	13,3 – 20 – 29,4 – 5,6 – 5,6 – 29,4	0 – 2 – 10 – 0 – 0 – 0
Перевищення по повній масі автомобіля, %	39	

З урахуванням вище зазначених даних нижче розраховані витрати за перевищення маси на осьових навантажень. Головним завданням розрахунку

перевезення ВНВ є порівняння різниці витрат та розміру шкоди на різних маршрутах руху після планування перевезень.

Розрахунок витрат для різних маршрутів перевезень представлений в таблиці 3.8. Витрати за перевищення осьових навантажень та маси розраховані згідно формул 3.2 та 3.3 відповідно. Для маршруту №1 ($L_1 = 96$ км) вони становлять.

$$\Delta PO1 = 96 \cdot (1,2 \cdot 0,06 + 1,7 \cdot 0,12 + 2,5 \cdot 0,12 + 0,5 \cdot 0,02 + 0,5 \cdot 0,02 + 2,5 \cdot 0,12) = 89,6 \text{ євро} = 3853 \text{ грн.};$$

$$\Delta PM1 = 0,24 \cdot 17 \cdot 96 = 391 \text{ євро} = 17595 \text{ грн.}$$

Витрати за перевищення маси та осьових навантажень на маршруті №2 ($L_1 = 114$ км)

$$\Delta PO2 = 100 \cdot (0,2 \cdot 0,02 + 1 \cdot 0,02) = 2,4 \text{ євро} = 103 \text{ грн.};$$

$$\Delta PM2 = 0,24 \cdot 17 \cdot 114 = 465 \text{ євро} = 20930 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.8 – Розрахунок витрат за рейс на маршрутах

Найменування показника	Маршрут 1 ($L_1 = 96$ км)	Маршрут 2 ($L_2 = 114$ км)
Витрати палива, грн.	2650	2750
Швидкість руху, км/год.	40	55
Розмір витрат за перевищення маси, грн.	17596	20930
Розмір витрат за перевищення осьових навантажень, грн.	3853	103
Експлуатаційний коефіцієнт, K_e	0,65	0,72

Таким чином сумарні витрати на маршруті №1 становлять 24099 грн., а на маршруті №2 – 23783 грн. Вигідним є маршрут №2, що дозволить скоротити витрати та знизити негативний вплив на дорогу.

3.3 Рекомендації раціонального планування перевезень вантажів

В підрозділі розроблені практичні рекомендації щодо оптимізації перевезень великовагових вантажів автомобільним транспортом, які представлені на рисунку 3.10.

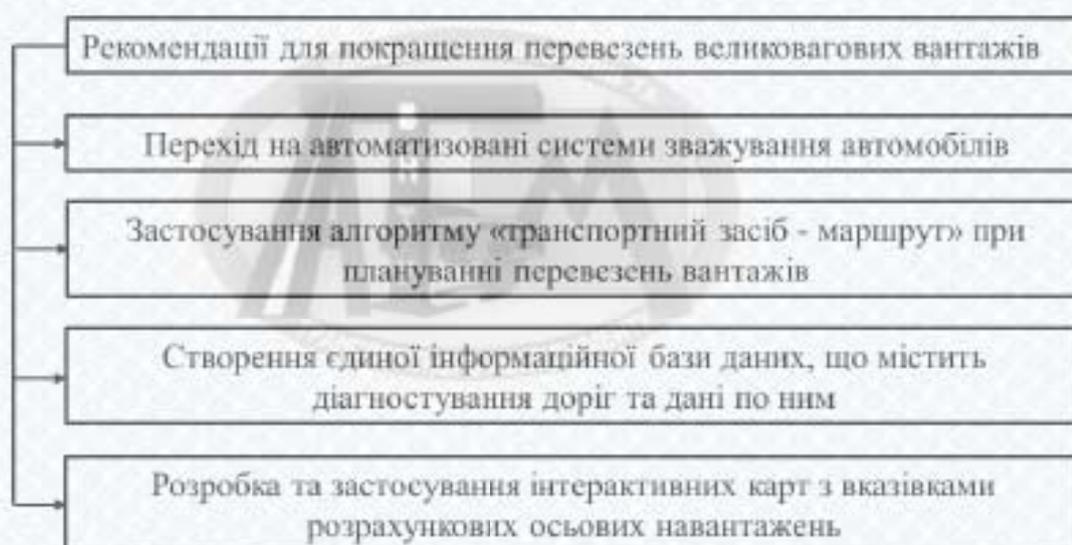


Рисунок 3.10 – Практичні рекомендації щодо оптимізації перевезень великовагових вантажів автомобільним транспортом

Для покращення перевезень великовагових вантажів водій транспортного засобу повинен дотримуватися наступних правил:

- не змінювати маршрут руху;
- суворе збереження швидкісних режимів;
- не здійснювати обгонів;
- виконувати комплектацію автопоїзда попереджувальними знаками,

аварійними пристроями (противідкотними упорами, ланцюгами проти ковзання);

- здійснювати рух тільки в хороших погодних умовах;
- не здійснювати буксирування.

Для управління тягачем з низкорамними тралами автотранспортні компанії відбирають найбільш досвідчених, кваліфікованих водіїв. Водій автопоїзда повинен відмінно оцінювати дорожню обстановку, інтуїтивно відчувати габарити і крен вантажу. При русі автопоїзда основними складнощами стають проїзди поворотів у вузьких міських вулицях, підйомів і спусків, похилих до горизонталі ділянок дорожнього полотна.

3.4 Висновки за розділом 3

Виконане моделювання параметрів раціональної системи перевезень великовагових вантажів. Врахована взаємодія бінарної системи («транспортний засіб – вантаж») з дорогою та її спорудами, які є дуже складними та не завжди адекватними.

Перевезення ВНВ здійснюється в ускладнених умовах дорожнього руху. Це обумовлено відставанням зростання дорожньої мережі, зміною структури транспортних потоків, збільшенням інтенсивності і швидкості руху. Для ефективного перевезення ВНВ автомобільним транспортом пропонується добре пристосований до поставленого завдання технологічний процес доставки, який застосований на побудові раціональної системи «транспортний засіб – автомобільна дорога».

Обраний раціональний рухомий склад шляхом порівняння двох автопоїздів з різною кількістю осей: MAN TGX XXL + Faumonville STN-3UB та MAN TGX XXL + Faumonville 5. Витрати на перевезення для першої марки автопоїзда склали 32100 грн., а для другої – 23100 грн. Визначено, що для першого автопоїзду треба ще додатково платити за перевищення осьових навантажень. Другий автопоїзд має трохи більшу загальну масу, але правильний розподіл по осях робить його найбільш раціональним.

Побудований раціональний маршрут для великовагових будівельних матеріалів, який проходить в Харківській області між смт. Пісочин та м. Берестин на основі характеристик обраного ТЗ і АД за допомогою алгоритму графів. Одним з критеріїв вибору маршруту є значення експлуатаційного коефіцієнту, який впливає на якість та економічність транспортного процесу. Побудовані 2 різнокритеріальні графи між відправником і одержувачем продукції. Обраний раціональний маршрут за критерієм мінімальних витрат та з урахуванням впливу на автомобільну дорогу.



4 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Аналіз системи «автомобіль – дорога - середовище»

На сьогоднішній день, серед основних джерел забруднення на територіях різних населених пунктів є транспорт, який займає друге місце після промисловості. Саме транспорт поставляє в природне середовище величезні маси сажі, пилу, відпрацьованих газів, мастил, важких металів і сотень інших речовин. Значний вплив на екосистеми роблять такі фактори, як шум, вібрація, електромагнітні поля, які не завжди доступні прямому сприйняттю та тому дуже часто ігноруються в практичних екологічних дослідженнях. Проблема екології автомобільних транспортних засобів і шляхів сполучення в Україні пов'язана з підвищенням їхньої екологічної безпеки, з якістю і довжиною транспортних комунікацій, необхідністю створення мережі доріг, що відповідають міжнародним стандартам якості і вимогам безпеки.

Необхідність здійснення природоохоронних заходів на транспорті вимагає врахування характеристик системи «автомобільна дорога – автомобільний транспорт – навколишнє середовище». Важливим є пошук шляхів розвитку автотранспортних систем з урахуванням збереження екологічної безпеки й водночас економічної здатності.

При перевезеннях вантажів великоваговими транспортними засобами збільшується знос викидів в атмосферне повітря зносу продуктів шин за рахунок більшого впливу на дорожнє покриття. Наприклад, у США близько 20% всіх пошкоджень доріг викликано саме перевищенням допустимих вагових норм транспорту. У Данії перевантажені великогабаритні транспортні засоби складають 10-15% від усіх вантажних автомобілів. Передчасне погіршення транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг впливає на ефективність перевезень, безпеку руху та екобезпеку

комплексу «автомобіль-дорога-середовище» в цілому. Остання система більш детально розглянута нижче.

Комплекс «автомобіль – дорога» – це система, яка включає автомобільний транспортний засіб, автомобільну дорогу, що використовується для здійснення зовнішніх і внутрішніх перевезень, а також навколишнє середовище, на яке вони прямо або побічно впливають.

Специфічні особливості проблеми дорожнього руху обумовлені, насамперед, наявністю системи автомобіль-дорога-середовище. Конструктивні параметри транспортних засобів впливають на характеристики дорожнього руху. Важливе значення мають вагові параметри автомобілів, їх тягові і гальмівні якості, зручність робочого місця водія і легкість керування. Дорога обумовлює характер функціонування системи АДС своїми геометричними розмірами, профілем, рівністю, умовами видимості для водія. Комплекс АДС – це система, якій для досягнення ефективного дорожнього руху, необхідно удосконалення характеристик транспортних засобів, дорожніх умов і забезпечення їхньої взаємної відповідності.

В системі АДС автомобільний транспорт окрім безпосереднього впливу на довкілля відпрацьованими газами, також здійснює вплив на дорогу, а автомобільна дорога впливає на навколишнє середовище на всіх етапах її «життєвого циклу». Етапи життєвого циклу дороги наведені нижче.

1. Будівництво.

В процесі будівництва здійснюється постачання матеріалів з асфальтного заводу. Негативним явищем для екосистеми, безпеки та здоров'я людей є поява пилу, диму, випаровування бітуму. При транспортуванні вантажу необхідно його накривати у кузові автомобіля.

2. Експлуатація.

В процесі утримання і поточного ремонту доріг виникає шум, можливе забруднення повітря, води і ґрунту пилом та вихлопними газами.

В процесі експлуатації, в результаті збільшення інтенсивності та швидкості дорожнього руху, в тому числі за рахунок частки великовагових транспортних засобів, виникають шум, пил, вихлопні гази, виливи пального та мастильних матеріалів. Покращити ситуацію можна за рахунок впровадження шумових бар'єрів, зелених насаджень уздовж узбіч тощо, обмеження швидкості руху транспорту.

В процесі експлуатації важливим є підвищення безпеки дорожнього руху за рахунок ефективного планування транспортними компаніями перевезень великовагових вантажів, встановлення відповідних дорожніх знаків обмеження швидкості руху тощо.

Стан українських автомобільних доріг на тепер не відповідає європейському рівню. Певний вплив на транспортно-експлуатаційний стан доріг здійснюють автомобілі, маса яких перевищує нормативне значення по масі та осьовим навантаженням на дорогу. За рахунок незадовільного стану доріг не забезпечуються необхідні швидкісні режими, які є безпечні для навколишнього середовища. Автомобілям доводиться рухатися у режимі розгін-гальмування, при якому спостерігається найбільший викид шкідливих речовин у навколишнє середовище. Середнє значення категорійності доріг по Україні складає 3,71. Це є дуже низьким показником, особливо якщо мова йде про прагнення України набути статус крупної транзитної держави. Дорожні фактори впливають на формування режимів роботи сучасних автотранспортних засобів, що визначають екологічну і паливно-економічну ефективність транспортного процесу.

Для вирішення проблеми раціоналізації руху в системі АДС створюються спеціальні центри для дослідження режимів роботи АТЗ, які обладнані необхідною контрольно-вимірювальною апаратурою і приладами для реєстрації витрат палива, режимів роботи двигуна, швидкості руху автомобіля і викидів шкідливих речовин, а також ряду інших параметрів роботи автомобіля на лінії. Витрата палива і викид шкідливих речовин на конкретному маршруті руху транспортного засобу визначалися набором

значної кількості факторів, що характеризують маршрут руху. Врахування одночасно діючих факторів дозволило встановити дійсну величину витрати палива і викиду шкідливих речовин на маршруті. В умовах ресурсних, матеріальних і фінансових обмежень рішення подібної задачі практично неможливо або є нерациональним.

Нижче представлена структура системи з управління якістю атмосферного повітря в умовах інтенсивних транспортних потоків з певною долею великовагових транспортних засобів (рисуюнок 4.1).



Рисуюнок 4.1 – Структура системи управління захистом атмосферного повітря

В процесі аналізу вибрані фактори, які роблять найбільший вплив на витрату палива і викид шкідливих речовин:

- конструкція рухомого складу;
- технічний стан автомобіля;
- якість палива;
- дорожні і транспортні умови;
- кваліфікація водія.

Підвищення інтенсивності руху автомобілів, особливо великовагових, впливає на збільшення забруднення атмосфери. Основні заходи щодо зниження забруднення повітряного середовища пов'язані як з удосконаленням автотранспортного процесу, так і з розробкою прогресивних індустріальних систем підтримки технічного стану автотранспортних засобів.

4.2 Розрахунок ефекту від зниження негативного впливу на автомобільні дороги великовагових автопоїздів

При перевезеннях великовагових вантажів невелике збільшення осьового навантаження дає великий приріст пошкодження автомобільній дорозі. Формула, яка характеризує пошкодження автомобільної дороги наведена нижче:

$$D = \left(\frac{L}{L_{ref}} \right)^4 \quad (4.1)$$

де L — осьове навантаження, т;

L_{ref} — референтне навантаження.

Референтне осьове навантаження $L_{ref}=8,2$ т. Вихідний (поточний) тип навантаження на вісь $L_{init}=12,0$ т (важка вісь при великоваговому автомобілі). Після заходів (зниження впливу) маємо $L_{reduced}=10,0$ т (за рахунок перерозподілу навантаження, зниження маси, додаткових осей або кращого планування).

$$D_{init} = \left(\frac{12}{8.2}\right)^4 \approx 4.586$$

$$D_{reduced} = \left(\frac{10}{8.2}\right)^4 \approx 2.212$$

Унітарна вартість ушкодження — це ключова величина для фінансових підрахунків. На практиці вона залежить від якості покриття, проєктної товщини, вартості робіт у регіоні тощо. Нижче наведені три сценарії економії витрат:

- низький: $C_{ESAL1} = 42,08$ грн.
- середній: $C_{ESAL2} = 420,84$ грн.
- високий: $C_{ESAL3} = 2\,104,18$ грн.

Сценарії показують, як змінюється ефект заходів при різній дорожній інфраструктурі. Це три рівні вартості ушкодження дороги (C_{ESAL}). Паливна економія та зниження CO_2 однакові для всіх сценаріїв, бо вони залежать від оптимальної швидкості та технічних заходів, а не від стану дороги.

Обчислена економія вартості ушкодження дороги від зниження навантаження з 12 т до 10 т. Різниця факторів пошкодження дорівнює:

$$D_{init} - D_{reduced} = 4,586 - 2,212 = 2,374.$$

Тепер наведене вище значення збільшено на C_{ESAL} . Тоді економія складе: $C_{ESAL1} = 100$ грн.; $C_{ESAL2} = 1000$ грн.; $C_{ESAL3} = 4997$ грн. Це економія для осі при одному проході через контрольну ділянку. Якщо у заходах задіяно кілька осей (і/або зменшення відбувається по всіх осях авто), треба сумувати по осях. Для повного вантажного автопоїзда з 3–5 осями загальна економія буде більшою.

Далі додаємо інші компоненти соціально-економічного ефекту на маршруті протяжністю 100 км.

1. Зниження шумового навантаження, яке позитивно впливає на мешканців (менше захворювань, підвищення якості життя).

2. Зменшення пошкоджень мостів. Якщо менше перевантажень, падає частота позапланових ремонтів мостів.

3. Зниження впливу відпрацьованих газів (NO_x, CO₂).

Результати розрахунків економії витрат за один рейс (L=114 км) в результаті використання автопоїзда трала з 5 осями та вибору раціонального швидкості руху наведені в таблиці 4.1. Автопоїзд з 5 осями менше руйнує дорожнє покриття, а оптимальна швидкість руху зменшує витрати палива та вплив на екологію.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку економії витрат для різних сценаріїв впливу на дорогу

Сценарій	Витрати, грн.			Разом	
	Дорога	Паливо	CO ₂	1 рейс	50 рейсів
Низький	150	180	31	361	18050
Середній	1 499	180	31	1 710	85500
Високий	7 495	180	31	7 706	385300

Низький сценарій характеризує дороги з невисокою чутливістю до навантаження або низькою вартістю ремонту (C_{ESAL1}). Економія від зниження осьового навантаження на дорогу складає 150 грн./ рейс. Середній сценарій розглядає дороги середньої чутливості та вартості ремонту (C_{ESAL2}). Дорожня економія складає 1 499 грн. / рейс. Високий сценарій показує дуже чутливі дороги або дороге для ремонту дорожнє покриття (C_{ESAL3}). Дорожня економія = 7 495 грн. / рейс.

Ефективність від запропонованих заходів знайдена за формулою:

$$E = \frac{P}{B} \cdot 100\%, \quad (4.2)$$

де P – результати від впровадження заходів, грн.;

B – витрати на заходи, грн.

Прийняті наступні витрати на заходи: низький сценарій – 50 тис. грн.; середній сценарій – 150 тис. грн.; високий сценарій – 900 тис. грн. Найбільша вартість для високого сценарію передбачає витрати на наступні заходи: повна модернізація автопарку (система моніторингу, телеметрія, підвіски), високі адміністративні та страхові витрати, обов'язковий контроль нормативів. Вартість заходів зростає пропорційно до дорожньої чутливості та обсягу модернізації автопоїздів. Результати розрахунку ефективності від формування раціональної логістичної системи перевезень за 1 місяць (50 рейсів) наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Результати розрахунку ефективності від формування раціональної логістичної системи перевезень

Сценарій	Економія за місяць, грн.	Витрати, грн.	E, %
Низький	18050	50000	36%
Середній	85500	150000	57%
Високий	385300	900000	43%

Таким чином, низький сценарій забезпечує часткову окупність заходів ($E = 36\%$); при середньому сценарії економія складає більше половини витрат ($E = 57\%$); високий сценарій через великі витрати на ремонт менш ефективний, ніж середній ($E = 43\%$), але загальна економія велика (385 тис. грн.).

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи вирішені наведені нижче задачі.

1. Охарактеризована логістична діяльність ТОВ «ТК Автотрансгарант» місто Київ з виділенням особливостей планування перевезень ВНВ рухомим складом підприємства. Перевагою компанії є надання послуг з перевезень великої номенклатури вантажів, серед яких значну долю займають великовагові та/або негабаритні. Для перевезення великовагових вантажів компанія має власний рухомий склад, а саме: напівпричепи – трали, лафети, евакуатори тощо. Така техніка здатна переміщувати великі вантажні маси. Транспортування ВНВ є дорожчим за звичайне перевезення через необхідність залучення спеціалізованої техніки для здійснення вантажно-розвантажувальних робіт, застосування спеціальних кріплень, складного маршруту, який може виявитися протяжним через необхідність враховувати граничні навантаження доріг і мостів. Виявлено, що на ефективність послуги з перевезень ВНВ впливає правильність вибору маршруту слідування та транспортного засобу. Визначено, що для формування раціональної системи перевезень підприємству необхідний комплексний підхід, який враховує нормативно-правове регулювання, містить оптимальні технологічні процеси і враховує економічну складову.

2. Проаналізовані нормативно-правові акти в сфері перевезень ВНВ, які постійно змінюються. В рамках аналізу правової бази виявлено, що функціонують системи контролю та автоматизації державних послуг, що забезпечують рух великовагових і (або) великогабаритних транспортних засобів. Важливим є питання ефективності здійснення габаритно-вагового контролю у регіонах, оскільки саме на місцевому рівні зосереджується значна частина транспортних потоків, зокрема транзитних та комерційних перевезень. Ефективність контролю залежить від наявності сучасних

технічних засобів зважування, координації дій між регіональними підрозділами Укртрансбезпеки, належного фінансування та інформаційної взаємодії з органами місцевого самоврядування. У багатьох областях створюються стаціонарні та пересувні пункти контролю, які дозволяють оперативно виявляти перевищення вагових параметрів і запобігати руйнуванню дорожнього покриття. Водночас ефективність цих заходів часто обмежується недостатнім технічним оснащенням, нестачею кваліфікованого персоналу та відсутністю автоматизованих систем обробки даних. Для підвищення результативності контролю доцільним є розширення мережі систем WIM, інтеграція регіональних пунктів у єдину національну базу даних, а також використання аналітичних платформ, які дозволяють відстежувати транспортні потоки, прогнозувати навантаження на дороги та оптимізувати розподіл ресурсів. Такий підхід сприятиме більш ефективному використанню бюджетних коштів і підвищенню рівня безпеки на автомобільному транспорті.

3. Узагальнені літературні джерела дозволяють зробити висновок, що раціональна логістична система перевезень великовагових вантажів повинна базуватися на поєднанні технічних, організаційних та цифрових рішень. Її формування потребує:

- удосконалення нормативно-правового забезпечення;
- впровадження інтегрованих цифрових систем маршрутизації та контролю вагових параметрів;
- використання економічних механізмів компенсації зносу дорожньої інфраструктури;
- гармонізації з європейськими вимогами у сфері транспортної безпеки.

Необхідним є формування логістичної системи планування перевезень ВНВ автомобільним транспортом з урахуванням впливу на автомобільні дороги, яка буде сприяти налагодженню системної роботи, як з боку перевізників ВНВ, так і з боку державних структур.

4. Запропоновані системний та логістичний принципи для планування перевезень ВНВ. Системність забезпечує взаємозв'язок і узгодженість усіх елементів транспортної системи, а логістичний принцип спрямований на оптимізацію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків для досягнення максимальної ефективності перевезень великовагових вантажів. В основі закладена ієрархічних рівнів транспортного процесу на всіх стадіях його реалізації для виявлення «слабких місць». З огляду на значимість забезпечення збереження автомобільних доріг і контроль в цій галузі з боку державних органів, необхідно враховувати негативний вплив від руху великовагових транспортних засобів при плануванні перевезення.

5. Розроблено модель впливу системоутворюючих чинників на ефективність автомобільних перевезень великовагових вантажів, яка показує, що основними чинниками, що впливають на ефективність таких перевезень, є характеристики обраного автомобіля з вантажем, такі як кількість осей, їх взаємне розташування, фактичні осьові навантаження і маса АТЗ з вантажем, а також габарити даного автомобіля і маршрут руху. При використанні методу Пірсона та методу експертних оцінок було доведено, що чинники, що впливають на розмір шкоди, мають лінійну залежність.

6. Запропонований логістичний метод планування автомобільних перевезень ВНВ з урахуванням зниження впливу на автомобільні дороги. Обґрунтований експлуатаційний коефіцієнт, з використанням якого слід виконувати моделювання маршруту руху великовагового транспортного засобу по автомобільним дорогам. Найбільше значення експлуатаційного коефіцієнту свідчить про найкращий технічний стан дороги. Методика передбачає розгляд можливості дорожньої мережі між пунктом відправлення та пунктом призначення за розробленим критерієм, підбір варіанту ТЗ для заданого спеціалізованого вантажу (з мінімальним перевищенням осьового навантаження), після чого на основі аналізу існуючої дорожньої мережі та обраного ТЗ, будується оптимальний маршрут з точки зору змінних витрат.

7. Розраховані основні параметри логістичної системи перевезень великовагових вантажів. Обраний раціональний рухомий склад шляхом порівняння двох автопоїздів з різною кількістю осей: MAN TGX XXL + Faymonville STN-3UB та MAN TGX XXL + Faymonville 5. Витрати на перевезення для першої марки автопоїзда склали 32100 грн., а для другої – 23100 грн. Визначено, що для першого автопоїзду треба ще додатково платити за перевищення осьових навантажень. Другий автопоїзд має трохи більшу загальну масу, але правильний розподіл по осях робить його найбільш раціональним.

Побудований раціональний маршрут для великовагових будівельних матеріалів, який проходить в Харківській області між смт. Пісочин та м. Берестин на основі характеристик обраного ТЗ і АД за допомогою алгоритму графів. Одним з критеріїв вибору маршруту є значення експлуатаційного коефіцієнту, який впливає на якість та економічність транспортного процесу. Побудовані 2 різнокритеріальні графи між відправником і одержувачем продукції. Обраний раціональний маршрут за критерієм мінімальних витрат та з урахуванням впливу на автомобільну дорогу.

Проведені розрахунки економії витрат за один рейс ($L=114$ км) в результаті використання автопоїзда трала з 5 осями та вибору раціонального швидкості руху на маршруті для різних сценаріїв впливу на автомобільну дорогу. Низький сценарій забезпечує часткову окупність заходів ($E=36\%$); при середньому сценарії економія складає більше половини витрат ($E=57\%$); високий сценарій через великі витрати на ремонт менш ефективний, ніж середній ($E=43\%$), але загальна економія велика (385 тис. грн.).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Котенко А.М., Лаврухін О.В., Шилаєв П. С. Перевезення негабаритних і великовагових вантажів у транспортних системах: збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2014, вип. 145.
3. Макарова Т.В., Слінченко В.В., Осовський Н.О. До питання планування автомобільних перевезень вантажів з урахуванням логістичних принципів. Матеріали LV Всеукраїнської науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів підрозділів університету з участю працівників підприємств, ВНТУ, 17.11.2025 р. – 27.03.2026. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2026/schedConf/presentations>.
4. АвтоТрансГарант: веб сайт. URL: <https://www.autotransgarant.com> (дата звернення: 15.09.2025).
5. Про автомобільний транспорт: Закон України від 05.04.2001 р. - №2344-14 (із внесеними змінами). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2344-14> (дата звернення: 15.09.2025).
6. Про дорожній рух: Закон України від 30.06.1993 № 3353-ХІІ (із внесеними змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12#Text> (дата звернення: 15.09.2025).
7. Про автомобільні дороги: Закон України від 08.09.2005 № 2862-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2862-15> (дата звернення: 15.09.2025).
8. Правила дорожнього руху: Постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 р. № 1306 (із внесеними змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1306-2001-п#Text> (дата звернення: 15.09.2025).

9. Про проїзд великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами : Постанова Кабінету Міністрів України від 18 січня 2001 р. № 30. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/30-2001-p#Text> (дата звернення: 15.09.2025).

10. Порядок здійснення габаритно-вагового контролю та справляння плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні : постанова Кабінету Міністрів України від 27 червня 2007 р. № 879. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/879-2007-p#n22> (дата звернення: 15.09.2025).

11. Порядок взаємодії Державної інспекції України з безпеки на наземному транспорті, Міністерства внутрішніх справ України, Державного агентства автомобільних доріг України під час організації та проведення робіт із зважування та здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів на автомобільних дорогах загального користування : Наказ Мінінфраструктури/МВС України від 10.12.2013 № 1007/1207. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0215-14#Text> (дата звернення: 15.09.2025).

12. Пункти габаритно-вагового контролю працюють цілодобово вже в 7 областях: веб сайт. URL: <https://allkharkov.ua/news/biz/pynkti-gabaritno-vagovogo-kontrolyu-pracuut-clodobovo-vje-v-7-oblastiah.html> (дата звернення: 15.09.2025).

13. Закон України № 1534-IX від 03 червня 2021 року «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо окремих питань здійснення габаритно-вагового контролю».

14. Укртрансбезпека" у 2023 році виписала штрафів на понад 800 млн грн. Центр транспортних стратегій. https://cfts.org.ua/news/2024/03/06/ukrtransbezpeka_u_2023_rotsi_vipisala_shtraf_iv_na_ponad_800 mln грн 78441?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.09.2025).
15. Укртрансбезпека відзвітувала про 53,8 млн грн штрафів від автоматичного зважування на дорогах. https://bizagro.com.ua/ukrtransbezpeka-vidzvituvava-pro-53-8-mln-grn-shtrafiv-vid-avtomatichnogo-zvazhuvannya-na-dorogah/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 15.09.2025).
16. Барановський О. В. Логістичні принципи організації транспортних перевезень. К.: НТУ, 2021.
17. Мельник А. О. Системний підхід у транспортній логістиці. Львів: ЛНУ, 2020.
18. Christopher, M. Logistics & Supply Chain Management. Pearson Education, 2016.
19. Чуба В. Г. Інтегровані транспортно-логістичні системи. Харків: ХНАДУ, 2019.
20. Литвиненко І. С. Вплив великовагових транспортних засобів на стан автомобільних доріг. Вісник ДНТУ. 2022. №3. С. 45–52.
21. Petraška, A., Vaitkus, A. Impact of axle load and configuration on road pavement performance. Journal of Civil Engineering and Management, 2021.
22. Gomes, S. V., Vieira, T., The Effect of Overweight Vehicles on Road Pavements and Structures. ScienceDirect, 2023.
23. Meng, Q., Lee, D.-H. Optimization models for heavy load transportation planning. // Transportation Research Part E, 2015.
24. Alidaee, B. et al. The Last-Mile Delivery of Heavy, Bulky, Oversized Products – Literature Review and Research Agenda. // Logistics (MDPI), 2023.
25. European Commission. Weigh-in-Motion Systems for Freight Control. – Brussels, 2022.

26. TU Dresden GmbH (VUFO). Heavy Transport Logistics and Safety Analysis. – Dresden, 2023.
27. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Звіт про гармонізацію вагових норм з ЄС. Київ, 2024.
28. Кузьменко Т. В. Логістичні та системні принципи організації перевезень великовагових вантажів. Збірник наукових праць ХНАДУ. 2023. №2. С. 112–118.
29. Лазаренко Ю. М., Бржезовській А. М. Удосконалення транспортних схем перевезення негабаритних вантажів. Залізничний транспорт. 2016. № 8.
30. Крикавський Є.В. Логістичне управління: підручник / Є.В Крикавський. Львів: Львівська політехніка, 2005. 684 с.
31. ГБН В.2.3-37641918-559:2019. Автомобільні дороги Дорожній одяг нежорсткий Проектування. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут М. П. Шульгіна», 2019. 58 с.
32. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування Частина ІІ. Будівництво. Вид. офіц. Київ: Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут М. П. Шульгіна», 2015. 104 с.

Додаток А
«Ілюстративна частина»



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

**ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ
ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЯМИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТК АВТОТРАНСПАРАНТ» МІСТО КИЇВ**

Ілюстративна частина до
магістерської кваліфікаційної роботи

Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Форма навчання денна

Розробив: студент гр. 1ТТ-24м

Слнченко В.В.

Керівник: Макарова Т. В.

Вінниця ВНТУ 2025

МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

2

Метою роботи є розробка раціональної системи транспортування великовагових вантажів автомобільним транспортом на основі логістичного та системного принципів.

Відповідно до мети у роботі поставлені наступні задачі:

- охарактеризувати логістичну діяльність ТОВ «ТК Автотрансгарант» місто Київ з виділенням особливостей планування перевезень ВНВ рухомим складом підприємства;
- проаналізувати нормативно-правове регулювання перевезень ВНВ та автоматизовані системи зважування вантажного автотранспорту в русі Weight in-motion;
- виконати моніторинг літературних джерел щодо формування раціональної логістичної системи перевезень ВНВ;
- запропонувати системний та логістичний підхід до планування перевезень ВНВ з урахуванням зниження негативного впливу на автомобільну дорогу;
- провести моделювання впливу факторів на ефективність перевезень ВНВ;
- дослідити чинники, що впливають на розмір шкоди автомобільним дорогам в результаті перевезень великовагових вантажів;
- розробити методику ефективного планування перевізного процесу великовагових вантажів з урахуванням зниження негативного впливу на автомобільні дороги;
- розрахувати основні параметри логістичної системи перевезень великовагових вантажів.

Об'єкт дослідження – це процес перевезень великовагового вантажу автомобільним транспортним засобом.

Предметом дослідження – методи та засоби, що забезпечують раціональне формування перевезень великовагових вантажів з урахуванням зниження впливу на автомобільні дороги.

Новизна одержаних результатів полягає у розробці логістичного методу здійснення великовагових перевезень у системі «автомобіль – дорога» з урахуванням зниження осьових навантажень шляхом раціонального вибору транспортного засобу.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСЛУГ ТОВ «ТК АВТОТРАНСТРАНТ»

Перелік логістичних послуг:

- підготовка і супровід вантажів в дорозі;
- оформлення документів;
- розробка оптимального маршруту згідно з бюджетом замовника;
- митно-брокерські послуги;
- страхування вантажів;
- навантажувально-розвантажувальні роботи.

Основні переваги

Індивідуальний підхід до кожного клієнта

Гнучка цінова політика

Великі обсяги перевезень



Виконання Вашого замовлення точно в строк

Штат більше 20 співробітників



РУХОМИЙ СКЛАД ТА ВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

Автомобіль контейнеровіз



Трал для перевезень вантажів великої маси



Згідно з інформацією служби автомобільних доріг України основними причинами швидкого руйнування дорожнього покриття є:

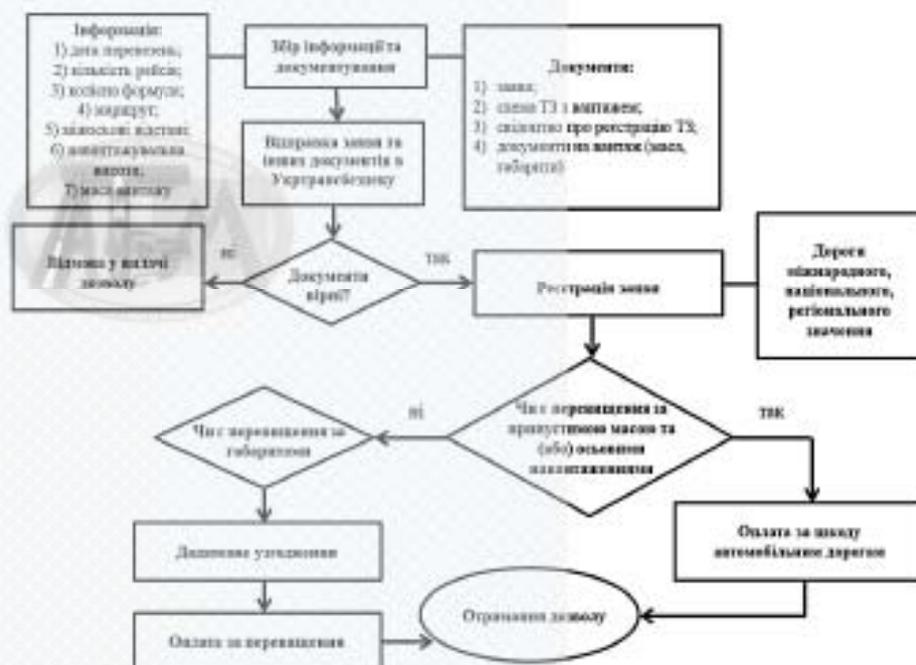
- проїзд великовантажних автотранспортних засобів по дорогах міжнародного значення;
- проїзд шипованого автотранспорту.

НОРМАТИВНО – ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Нормативно-правові акти

- Закон України: «Про автомобільний транспорт»
- Закон України «Про дорожній рух»
- Правила дорожнього руху
- Правила проїзду великогабаритних та великовагових транспортних засобів автомобільними дорогами, вулицями та залізничними переїздами
- Порядок здійснення габаритно-вагового контролю та справляння плати за проїзд автомобільними дорогами загального користування транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів, вагові та/або габаритні параметри яких перевищують нормативні;
- Порядок взаємодії Державної інспекції України з безпеки на наземному транспорті, Міністерства внутрішніх справ України, Державного агентства автомобільних доріг України під час організації та проведення робіт із зважування та здійснення габаритно-вагового контролю транспортних засобів та інших самохідних машин і механізмів на автомобільних дорогах загального користування.

Алгоритм оформлення спеціального дозволу



ГАБАРИТНО – ВАГОВИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Автоматизована система Weight in-motion (WIM)



Функції та переваги WIM

Функція	Переваги
Контроль ваги в русі	Зважування без зупинки транспорту з точністю до $\pm 5\%$
Автоматична фіксація порушень	Виконання перевірок вагових або габаритних параметрів
Аналітика трафіку	Збір даних про інтенсивність, типі ТЗ, навантаження на дороги
Захист дорожнього покриття	Зменшення руйнувань від перевантажених автомобілів
Безконтактний контроль	Відсутність людського фактору, мінімізація корупційних ризиків

Пересувний пункт контролю



Електронні ваги



ФОРМУВАННЯ ІЄРАРХІЧНИХ РІВНІВ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ



Оптимізаційні моделі для різних рівнів системи перевезень

№ 1 Локальний

$$P_1 = \sum f(\omega_{11}, \omega_{12}, \dots, \omega_{1n}; t_{p11}, t_{p12}, \dots, t_{p1n}),$$

$$R_1 = \sum f[L_{2k} g_{1k} + g_{11}(t_{p11}, t_{p12}, \dots, t_{p1n})],$$

№ 2 Регіональний

$$P_2 = L_{2k} \sum f(q_{21}, q_{22}, \dots, q_{2n}; A_{21}, A_{22}, \dots, A_{2n});$$

$$R_2 = L_{2k} \sum f(g_{21}, g_{22}, \dots, g_{2n}; N_{21}, N_{22}, \dots, N_{2n}),$$

№ 3 Національний

$$P_3 = \sum f(A_{31}, A_{32}, \dots, A_{3n}; W_{31}, W_{32}, \dots, W_{3n});$$

$$R_3 = \sum f(A_{31}, A_{32}, \dots, A_{3n}; r_{31}, r_{32}, \dots, r_{3n}),$$

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ



МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ



МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Критерій ефективності перевезення
великовагових вантажів (Q)

$$Q = f(X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n),$$

де X_1 - фактична маса автомобіля з вантажем, т;
 X_2 - фактичне осьове навантаження, т / вісь;
 X_3 - габарити автомобіля з розміщенням на ньому вантажем: довжина, ширина, висота;
 X_4 - протяжність маршруту, км;
 X_5 - допустимі осьові навантаження на маршруті;
 X_6 - штучні споруди на маршрут (мости, шляхопроводи, залізничні переїзди тощо);
 $X_7 \dots X_n$ - інші фактори, що впливають, на ефективність перевезення.

Додаткові змінні витрати

$$C = \sum_{i=1}^5 C_i$$

де C_1 - витрати, пов'язані з відшкодуванням шкоди АД за перевищення допустимої (дозволеної) повної маси ТЗ (автопоїзда), грн.;
 C_2 - витрати, пов'язані з відшкодуванням шкоди АД за перевищення допустимих (дозволених) осьових навантажень, грн.;
 C_3 - витрати на паливо, грн.;
 C_4 - оплата стандартних машин прикриття, грн.;
 C_5 - витрати на відшкодування збитку автоматизованої системи оплати проїзду, грн.

Уточненої математичної моделі впливу системоутворюючих чинників на ефективність перевезення

$$C_{\phi} = f_1(m_c, m_{\text{доп}}, S_1, S_2, k_e) + f_2(n_{\text{осей}}, r_{\text{осей}}, k, S_1, S_2) + f_3(S_1, S_2, m_c, \text{це})$$

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ

Значення факторів



Переміщення по масі у %	Переміщення по осях в % від вантажного автомобільного транспорту	Кількість осіб ТЗ, в яких є переважне допустиме основне використання	Середньорічна температура, °С	Найвище осьове навантаження на вісь	Середня кількість осей на вісь	Сума копій, виданих на будівництво доріг, тис. грн./рік	Протяжність доріг, км
10	45	1	5,8	6	661	19400	331
30	35	4	4,3	10	637	15282	976
10	48	1	1,3	6	621	2900	894
30	15	4	3,1	10	611	42800	675
45	10	3	1,3	11,5	870,7	46000	810
35	25	4	3,1	6	550	158228	1000
45	30	3	0,6	6	523	290000	2035,8
35	25	4	4,3	10	550	81178	8427
25	40	1	7,9	10	824	14487	448
15	35	2	5,9	11,5	678	75840	807

Рівняння регресії

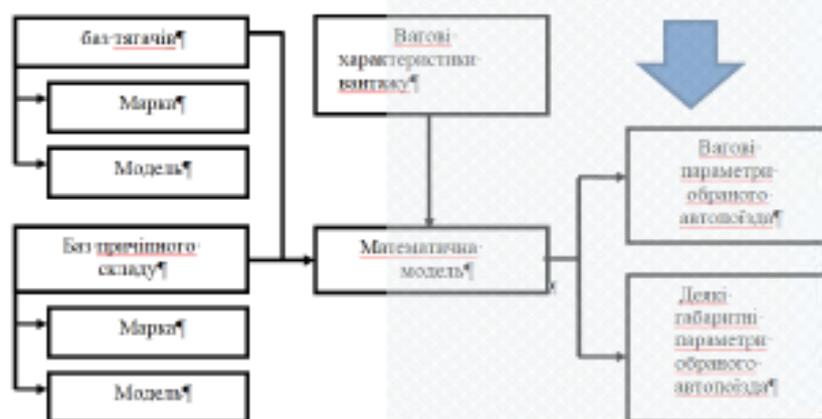
$$Y = 205X_1 + 312X_2 + 1987X_3 + 4023X_4 - 5890X_5 + 52X_6 + 0,08X_7 + 4X_8 - 10120,$$

ПОСЛІДОВНІСТЬ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ

Схема розподілу вагових параметрів



Принцип дії математичної моделі



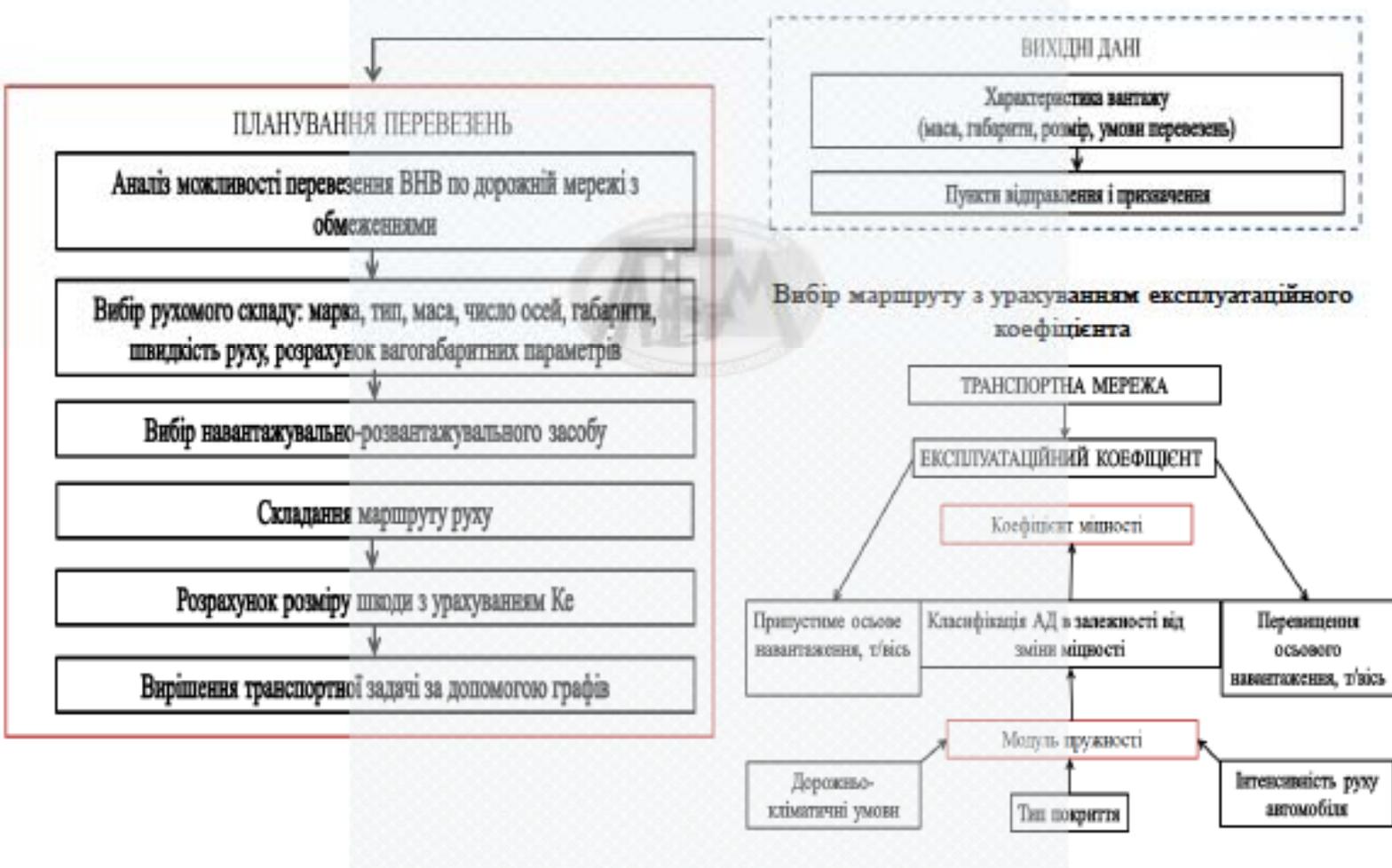
Алгоритм оцінки розміру шкоди автомобільним дорогам



УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ



ЛОГІСТИЧНІ МЕТОДИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВЕЛИКОВАГОВИХ ВАНТАЖІВ



ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ

Автопоїзд MAN TGX XXL +
Faymonville STN-3UB



Автопоїзд MAN TGX XXL + Faymonville 5



Характеристика автомобілів

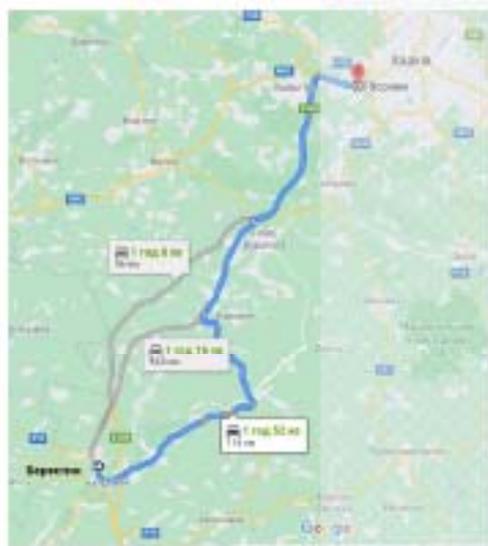
Найменування позавника	MAN TGX XXL + Faymonville STN- 3UB	MAN TGX XXL + Faymonville 5
Конструктивні параметри		
Власна маса тягача, т	10	10
Кількість осей причепа	3	5
Власна маса причепа, т	11	13
Повна маса автопоїзда, т	59	61
Розподіл навантаження по осях		
Загальна маса на причепі, т	49	51
Навантаження на вісь	16,33	10,2
Витрати палива, л/100 км	48	50

Порівняльний аналіз витрат

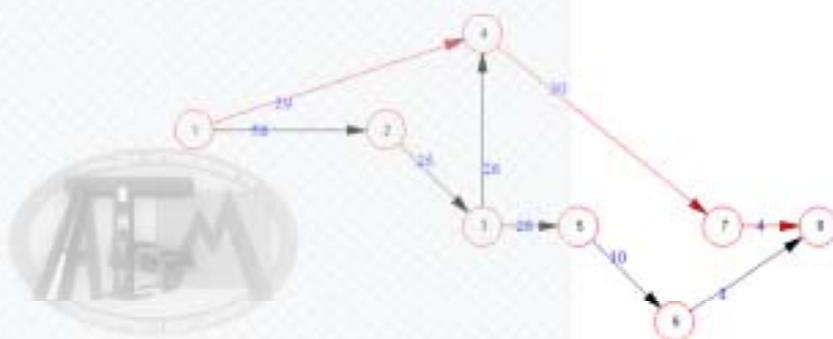
Критерій	MAN TGX XXL + Faymonville STN-3UB	MAN TGX XXL + Faymonville 5
Загальна маса, т	59	61
Відхилення від норми (44 т)	+34 %	+39 %
Ставка за перевищення по масі €/т·км	0,24 €	0,24 €
Витрати за перевищення маси на відстань 100 км	16200	18400
Середня плата за осьове перевищення	10000	0
Витрати на паливо	2900	3000
Витрати на ТО грн./100 км	1000	1200
Витрати на супровід	2000	500
Разом	32100	23100

ОРГАНІЗАЦІЯ МАРШРУТУ РУХУ

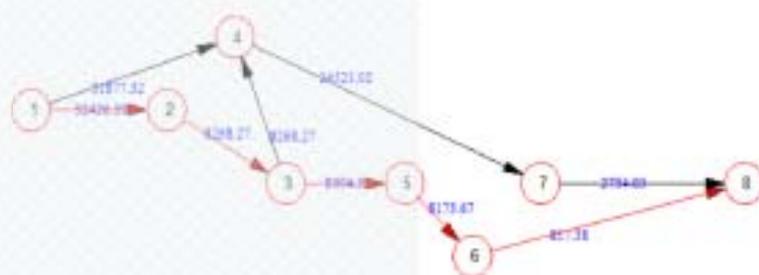
Маршрут на карті



Граф із зазначенням найкоротшого шляху



Граф із зазначенням маршруту з мінімальною вартістю



Розрахунок витрат за рейс на маршрутах

Найменування показника	Маршрут 1 ($L_1 = 96$ км)	Маршрут 2 ($L_2 = 114$ км)
Витрати палива, грн.	2650	2750
Швидкість руху, км/год.	40	55
Розмір витрат за перевезення маси, грн.	17596	20930
Розмір витрат за перевезення основних навантажень, грн.	3853	103
Експлуатаційний коефіцієнт, К.	0,65	0,72

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

Формула, яка характеризує пошкодження автомобільної дороги

$$D = \left(\frac{L}{L_{ref}} \right)^4$$

де L — осьове навантаження, т;

L_{ref} — референтне навантаження.

$$D_{init} = \left(\frac{12}{8.2} \right)^4 \approx 4.586$$

$$D_{reduced} = \left(\frac{10}{8.2} \right)^4 \approx 2.212$$

Економія вартості ушкодження дороги від зниження навантаження з 12 т до 10 т.

Різниця факторів пошкодження дорівнює:

$$D_{init} - D_{reduced} = 4,586 - 2,212 = 2,374.$$

Результати розрахунку економії витрат для різних сценаріїв впливу на дорогу

Сценарій	Витрати, грн.			Разом	
	Дорога	Паливо	CO ₂	1 рейс	50 рейсів
Низький	150	180	31	361	18050
Середній	1 499	180	31	1 710	85500
Високий	7 495	180	31	7 706	385300

Ефективність від запропонованих заходів

$$E = \frac{P}{B} \cdot 100\%.$$

де P — результати від впровадження заходів, грн.;

B — витрати на заходи, грн.

Результати розрахунку ефективності

Сценарій	Економія за місяць, грн.	Витрати, грн.	E, %
Низький	18050	50000	36%
Середній	85500	150000	57%
Високий	385300	900000	43%

ВИСНОВКИ

1. Охарактеризована логістична діяльність ТОВ «ТК Автотрансгарант». Перевагою компанії є надання послуг з перевезень великої номенклатури вантажів, серед яких значну долю займають великовагони та/або негабаритні. Визначено, що для формування раціональної системи перевезень підприємству необхідний комплексний підхід, який враховує нормативно-правове регулювання, містить оптимальні технологічні процеси і враховує економічну складову.
2. Проаналізовані нормативно-правові акти в сфері перевезень ВНВ. Важливим є питання ефективності здійснення габаритно-вагового контролю у регіонах. Ефективність контролю залежить від наявності сучасних технічних засобів зважування, координації дій між регіональними підрозділами Укртрансбезпеки, належного фінансування та інформаційної взаємодії з органами місцевого самоврядування. Для підвищення результативності контролю доцільним є розширення мережі систем автоматизованого контролю.
3. Узагальнені літературні джерела дозволяють зробити висновок, що раціональна логістична система перевезень великовагових вантажів повинна базуватися на поєднанні технічних та організаційних рішень.
4. Запропоновані системний та логістичний принципи для планування перевезень ВНВ. Системність забезпечує взаємозв'язок і узгодженість усіх елементів транспортної системи, а логістичний принцип спрямований на оптимізацію матеріальних, інформаційних і фінансових потоків для досягнення максимальної ефективності перевезень великовагових вантажів.
5. Розроблено модель впливу системоутворюючих чинників на ефективність автомобільних перевезень, яка показує, що основними чинниками, що впливають на ефективність є характеристики обраного автомобіля з вантажем, такі як кількість осей, їх взаємне розташування, фактичні осьові навантаження і маса АТЗ з вантажем, а також габарити даного автомобіля і маршрут руху. При використанні методу Пірсона та методу експертних оцінок було доведено, що чинники, що впливають на розмір швидкості, мають лінійну залежність.
6. Запропонований логістичний метод планування автомобільних перевезень ВНВ з урахуванням зниження впливу на автомобільні дороги.
7. Обраний раціональний рухомий склад шляхом порівняння двох автопоїздів з різною кількістю осей: MAN TGX XXL + Faupomville STN-3UB та MAN TGX XXL + Faupomville 5. Витрати на перевезення для першої марки автопоїзда склали 32100 грн., а для другої – 23100 грн. Обраний раціональний маршрут за критерієм мінімальних витрат та з урахуванням впливу на автомобільну дорогу. Проведені розрахунки економії витрат за один рейс в результаті використання автопоїзда трала з 5 осями та вибору раціонального швидкості руху на маршруті. Низький сценарій забезпечує часткову окупність заходів ($E=36\%$); при середньому сценарії економія складає більше половини витрат ($E=57\%$); високий сценарій через великі витрати на ремонт менш ефективний, ніж середній ($E=43\%$).

Додаток Б

«Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень»



ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: Формування логістичної системи перевезень великогазових автозв'язків автомобілями товариства з обмеженою відповідальністю «ТК «Его ТрансГарант» місто Київ

Тип роботи: магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ: кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Коефіцієнт подібності текстових запозичень, виявлених у роботі системою StrikePlagiarism (КП) 11,6 %

Висновок щодо перевірки кваліфікаційної роботи (визначити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Роботу прийняти до захисту
- У роботі не виявлено ознак плагіату, фабрикації, фальсифікації, але надмірна кількість текстових запозичень та/або наявність типових розрахунків не дозволяють прийняти рішення про оригінальність та самостійність її виконання. Роботу направити на доопрацювання.
- У роботі виявлено ознаки академічного плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень. Робота до захисту не приймається.

експертна комісія:

Цимбал С.В., завідувач кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

(підпис)

Кужель В.П., доцент кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

(підпис)

особа, відповідальна за перевірку

(підпис)

Цимбал С.В.

(прізвище, ініціали)

висновком експертної комісії ознайомлений(-на)

Керівник

(підпис)

Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ

(прізвище, ініціали, посада)

Здобувач

(підпис)

Сліпченко В.В.

(прізвище, ініціали)