

РЕФЕРАТ

Сеник Лариса Ярославівна – Організація процесу автомобільних перевезень кукурудзи (на прикладі ТОВ Вест Солідіті Транс) – Рукопис.

Кваліфікаційні робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті). – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, – Тернопіль, 2026.

Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню заходів з оптимізації організації перевезень зернових вантажів на прикладі транспортно-експедиторського підприємства ТОВ «Вест Солідіті Транс» (м. Тернопіль) на маршруті Тернопіль–Чорноморськ протяжністю 683 км.

У першому розділі проаналізовано виробничо-господарську діяльність підприємства, структуру та технічний стан залученого рухомого складу. Досліджено динаміку техніко-експлуатаційних показників за 2021–2024 роки. Виконано SWOT-аналіз та визначено стратегічні альтернативи розвитку.

У другому розділі визначено транспортну характеристику вантажу, обґрунтовано вибір рухомого складу, розроблено транспортно-технологічну схему маршруту. Запропоновано комплекс заходів з впровадження інтелектуальних транспортних систем (GPS Wialon, e-CMR, eQueue).

У третьому розділі оцінено стан безпеки дорожнього руху на маршруті, виявлено п'ять потенційно небезпечних ділянок та розроблено відповідні організаційні заходи.

ЗЕРНОВІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, МАРШРУТ, ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, GPS-МОНІТОРИНГ, Е-CMR, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ	11
1.1 Аналіз діяльності підприємства.....	11
1.1.1 Загальна інформація.....	11
1.1.2 Ринкове середовище та позиціонування підприємства	12
1.1.3 Організаційна структура та персонал	13
1.1.4 Аналіз господарської діяльності за 2022–2024 роки	15
1.1.5 Перелік послуг та технологічна схема роботи	16
1.1.6 Конкурентне середовище ринку аграрної логістики Тернопільщини	17
1.1.7 Динаміка частки автомобільного транспорту у зерновому експорті	18
1.2 Аналіз динаміки показників виробничої діяльності підприємства	19
1.2.1 Динаміка ринку автомобільних вантажних перевезень України.....	19
1.2.2 Розрахунок вантажообороту та коефіцієнтів динаміки	21
1.2.3 Аналіз продуктивності залученого рухомого складу	23
1.2.4 Аналіз сезонної нерівномірності вантажопотоку	24
1.2.5 Висновки за результатами аналізу	25
1.3 Аналіз ефективності використання рухомого складу.....	26
1.3.1 Структура залученого парку рухомого складу	27
1.3.2 Методика та розрахунок техніко-експлуатаційних показників	28
1.3.3 Динаміка техніко-експлуатаційних показників за 2021–2024 рр.	31
1.3.4 Порівняльний аналіз ТЕП з галузевими нормативами.....	32
1.3.5 Висновки за результатами аналізу ефективності рухомого складу .	34
1.4 SWOT-аналіз та стратегічні перспективи розвитку підприємства.....	35
1.4.2 Кількісна оцінка факторів SWOT за вагою та значущістю.....	37
1.4.3 Матриця стратегічних альтернатив SO/WO/ST/WT	38
1.4.4 Стратегічні перспективи розвитку підприємства	40

1.4.5 Висновки за результатами SWOT-аналізу	42
Висновки до розділу 1.....	42
РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО	
ПРОЦЕСУ	45
2.1 Визначення вимог до організації транспортного процесу	45
2.1.1 Транспортна характеристика вантажу.....	45
2.1.2 Вимоги до організації транспортного процесу	47
2.1.3 Вибір і обґрунтування рухомого складу	49
2.2 Моделювання та розрахунок параметрів маршруту	51
2.2.2 Розрахунок часу обороту рухомого складу на маршруті.....	53
2.2.3 Розрахунок добової та річної продуктивності автопоїзда.....	55
2.2.4 Розрахунок необхідної кількості рухомого складу	56
2.2.5 Розрахунок загального пробігу та коефіцієнта використання пробігу	57
2.2.6 Зведені результати розрахунку параметрів маршруту	58
2.3 Впровадження сучасних транспортних технологій.....	59
2.3.1 GPS-моніторинг рухомого складу на платформі Wialon.....	60
2.3.2 Електронна накладна e-CMR та цифровий документообіг.....	62
2.3.3 Система електронної черги eQueue на кордоні Україна–ЄС	64
2.3.4 Висновки до підрозділу 2.3	65
2.4 Економічна ефективність прийнятих рішень	65
2.4.1 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	67
2.4.2 Розрахунок доходів та чистого прибутку	69
2.4.3 Розрахунок чистого дисконтованого доходу та терміну окупності..	71
Висновки до розділу 2.....	73
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
.....	76
3.1 Аналіз стану безпеки дорожнього руху на маршруті	76
3.2 Охорона праці водіїв вантажних автомобілів.....	77

3.3 Оцінювання екологічного впливу транспортного процесу	79
3.4 Пожежна безпека та заходи у надзвичайних ситуаціях.....	81
Висновки до розділу 3.....	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	84
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	87

ВСТУП

Автомобільний вантажний транспорт забезпечує понад 60 відсотків внутрішнього вантажообігу України і відіграє ключову роль у логістиці аграрного сектору – найбільшого валютного донора економіки країни в умовах воєнного часу. Тернопільська область входить до п'ятірки провідних зернових регіонів України: виробництво зернових культур в області у 2023 році перевищило 2,4 млн т [4]. Однак ефективність доставки зерна від виробника до морських портів (Чорноморськ, Одеса) залишається низькою: підприємства-перевізники стикаються з порожніми зворотними рейсами, нераціональним використанням рухомого складу та відсутністю цифрових інструментів управління транспортним процесом.

ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» – транспортно-експедиторське підприємство, що спеціалізується на організації перевезень зернових вантажів у напрямку морських портів Причорномор'я. Підприємство здійснює діяльність на маршруті Тернопіль–Чорноморськ (683 км) із залученим парком 13 автопоїздів класу Євро-6 (DAF XF 480 FT + Schmitz SKO 24). Аналіз поточних техніко-експлуатаційних показників роботи підприємства виявив, що коефіцієнт використання пробігу становить лише 0,473, а коефіцієнт випуску рухомого складу – 0,761, що суттєво нижче рекомендованих значень. Ці показники свідчать про наявність значних резервів підвищення ефективності транспортного процесу.

Наукову основу дослідження становлять праці провідних учених кафедри автомобілів ТНТУ ім. І. Пулюя. Зокрема, у роботах Вовка Ю. Я. обґрунтовано методологічні підходи до оцінювання техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу та доведено, що впровадження ресурсоефективних інтелектуальних транспортних систем є базовою умовою сталого розвитку транспортних підприємств зі співвідношенням вигод до витрат 3,8:1 [1]. Дослідження Вовк І. П. і Вовка Ю. Я. підтверджують, що

впровадження ІТС знижує кількість дорожньо-транспортних пригод на 15–30 відсотків та забезпечує зниження операційних витрат транспортного підприємства [2].

Мета роботи – розробити науково обґрунтовані заходи з оптимізації організації перевезень зернових вантажів на маршруті Тернопіль–Чорноморськ на основі аналізу техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу ТОВ «Вест Солідіті Транс», обґрунтувати доцільність впровадження інтелектуальних транспортних систем та оцінити економічну ефективність запропонованих рішень.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- проаналізувати виробничо-господарську діяльність ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС», структуру та технічний стан залученого рухомого складу;
- дослідити динаміку техніко-експлуатаційних показників роботи підприємства за 2021–2024 роки та встановити причини відхилень від нормативних значень;
- визначити транспортну характеристику вантажу (зернова кукурудза) та обґрунтувати вибір рухомого складу для перевезення;
- розробити транспортно-технологічну схему маршруту та розрахувати раціональну кількість транспортних засобів і параметри перевізного процесу;
- запропонувати заходи з впровадження інтелектуальних транспортних систем (GPS Wialon, e-CMR, eQueue) та обґрунтувати їх ефективність;
- розрахувати економічну ефективність запропонованих заходів із визначенням чистого дисконтованого доходу, терміну окупності та індексу прибутковості;
- розробити заходи з безпеки дорожнього руху на маршруті, охорони праці водіїв та мінімізації екологічного впливу рухомого складу на навколишнє середовище;
- сформулювати практичні рекомендації для впровадження результатів дослідження в операційній діяльності підприємства.

Об'єкт дослідження – технологічний процес перевезень зернових вантажів на маршруті Тернопіль–Чорноморськ ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС».

Предмет дослідження – техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу, параметри маршруту та методи оптимізації організації перевізного процесу.

Методи дослідження. У роботі використано: системний аналіз – для дослідження виробничої діяльності підприємства та маршрутної мережі; математичне моделювання – для розрахунку параметрів транспортно-технологічної схеми та кількості рухомого складу; методи техніко-економічного аналізу – для оцінювання ефективності запропонованих заходів (ЧДД, PI, T_{ок}); порівняльний аналіз – для вибору оптимального типу рухомого складу та цифрових інструментів управління; метод дисконтованих грошових потоків – для інвестиційного оцінювання.

Наукова новизна. Удосконалено методичний підхід до оптимізації організації перевезень зернових вантажів шляхом комплексного врахування коефіцієнтів нерівномірності сезонного попиту, технічних параметрів рухомого складу класу Євро-6 та ефекту від впровадження ІТС-рішень, що дозволяє скоротити спискову кількість автопоїздів на одну одиницю (з 13 до 12) при одночасному зростанні коефіцієнта використання пробігу з 0,473 до 0,540 (плюс 14,2 відсотка) та зниженні питомих витрат на перевезення.

Практичне значення. Результати роботи можуть бути безпосередньо використані в операційній діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» для підвищення ефективності маршруту Тернопіль–Чорноморськ, а також як методична основа для оптимізації транспортного процесу аналогічних підприємств аграрної логістики Тернопільської та суміжних областей. Очікуваний економічний ефект від впровадження заходів – 3 274 486 грн/рік при терміні окупності капітальних вкладень 21 день.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз діяльності підприємства

1.1.1 Загальна інформація

ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» (код ЄДРПОУ 40471603) зареєстровано 10 травня 2016 р. в Тернопільській області як товариство з обмеженою відповідальністю. Юридична адреса підприємства: Тернопільський район, с. Підгородне, вул. Подільська (поштовий індекс 47737). Основний вид діяльності за КВЕД 49.41 – вантажний автомобільний транспорт. Директором та власником підприємства є Дещаківська Наталія Ростиславівна [1].

Підприємство функціонує за моделлю транспортного експедирування без утримання власного автопарку. Така організаційна модель широко застосовується у сегменті аграрної логістики, де сезонний характер вантажопотоків робить придбання власного рухомого складу економічно недоцільним для малих та середніх операторів. ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» виступає посередником між вантажовідправником – виробниками або трейдерами зернових – та залученими перевізниками, координуючи весь ланцюг від прийомки на елеваторі до перетину державного кордону [1, 2].

Підприємство зареєстровано як платник ПДВ (номер свідоцтва 404716019154) та є активним учасником електронної зернової біржі GrainTrade – провідної торговельної платформи агропродовольчого ринку України, що забезпечує прозоре укладення угод між виробниками, трейдерами та логістичними операторами. Зокрема, у квітні–травні 2026 р. підприємством укладено угоди на поставку кукурудзи обсягом 2 700 т за умовами DAF Ізов та 4 000 т за умовами DAF Ягодин по ціні 210 USD/т [3].

1.1.2 Ринкове середовище та позиціонування підприємства

Ринок автомобільних перевезень зернових в Україні зазнав суттєвих структурних змін після лютого 2022 р. Закриття чорноморських портів та перевантаження залізничної мережі спричинили різке зростання попиту на автомобільну логістику у напрямку західних кордонів. У 2024 році Україна експортувала 53,9 млн т зерна, що на 20 % більше ніж у 2023 р., а частка автомобільного транспорту у вивезенні кукурудзи до прикордонних терміналів залишається визначальною [4].

Зокрема, 29,6 млн т кукурудзи на суму 5,1 млрд дол. США – найбільша стаття зернового експорту 2024 р. – формує стабільний вантажопотік через автомобільні пункти пропуску Ягодин, Рава-Руська та Краківець. Водночас починаючи з другої половини 2024 р. ринок зіткнувся з надлишком транспортних засобів: дві посухи поспіль скоротили загальний урожай, а автопарк, нарощений у 2022–2023 рр., виявився надмірним відносно реального вантажопотоку [5].

У цих умовах транспортно-експедиційна модель без власного рухомого складу набуває додаткових конкурентних переваг: підприємство не несе витрат на амортизацію та технічне обслуговування, гнучко залучає перевізників залежно від поточного попиту та не зазнає фінансових втрат у міжсезоння. Це дозволяє ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» конкурувати з вертикально інтегрованими операторами за рахунок більш низьких постійних витрат та оперативного реагування на зміни тарифної кон'юнктури [6].

Таблиця 1.1 – Загальна характеристика ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

Показник	Значення
Повна назва	Товариство з обмеженою відповідальністю «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»
Код ЄДРПОУ	40471603
Дата реєстрації	10 травня 2016 р.
Юридична адреса	47737, Тернопільська обл., Тернопільський р-н, с. Підгородне, вул. Подільська
Основний КВЕД	49.41 – Вантажний автомобільний транспорт
Директор / Власник	Децаківська Наталія Ростиславівна
Модель роботи	Транспортне експедирування (без власного рухомого складу)
Торговельна платформа	GrainTrade UA (код учасника 10214)
Основний вантаж	Кукурудза, пшениця, соняшник (зернові культури)

Джерело: складено автором на основі даних ЄДР та GrainTrade [1, 3].

1.1.3 Організаційна структура та персонал

Організаційна структура ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» є лінійно-функціональною з мінімальним адміністративним апаратом, що відповідає малій формі господарювання. До складу підприємства входять такі функціональні підрозділи: відділ логістики та диспетчеризації (пошук перевізників, маршрутизація, контроль виконання рейсів); відділ документального супроводу (оформлення товарно-транспортних накладних,

CMR, фітосанітарних сертифікатів, карантинних документів); фінансово-договірна служба (укладення договорів, розрахунки з контрагентами, виставлення рахунків). Загальна чисельність працівників становить близько 5–8 осіб [1, 2].

Відсутність власного автопарку зумовлює те, що ключовими ресурсами підприємства є інформаційні: база залучених перевізників, доступ до торговельних платформ та налагоджені відносини з елеваторами-відправниками. Підприємство співпрацює з елеваторами Тернопільської та суміжних областей, а перевезення здійснюються автопоїздами у складі тягача та зерновоза-напівпричепа вантажопідйомністю 24–26 т. Схему організаційної структури підприємства наведено на рисунку 1.1.

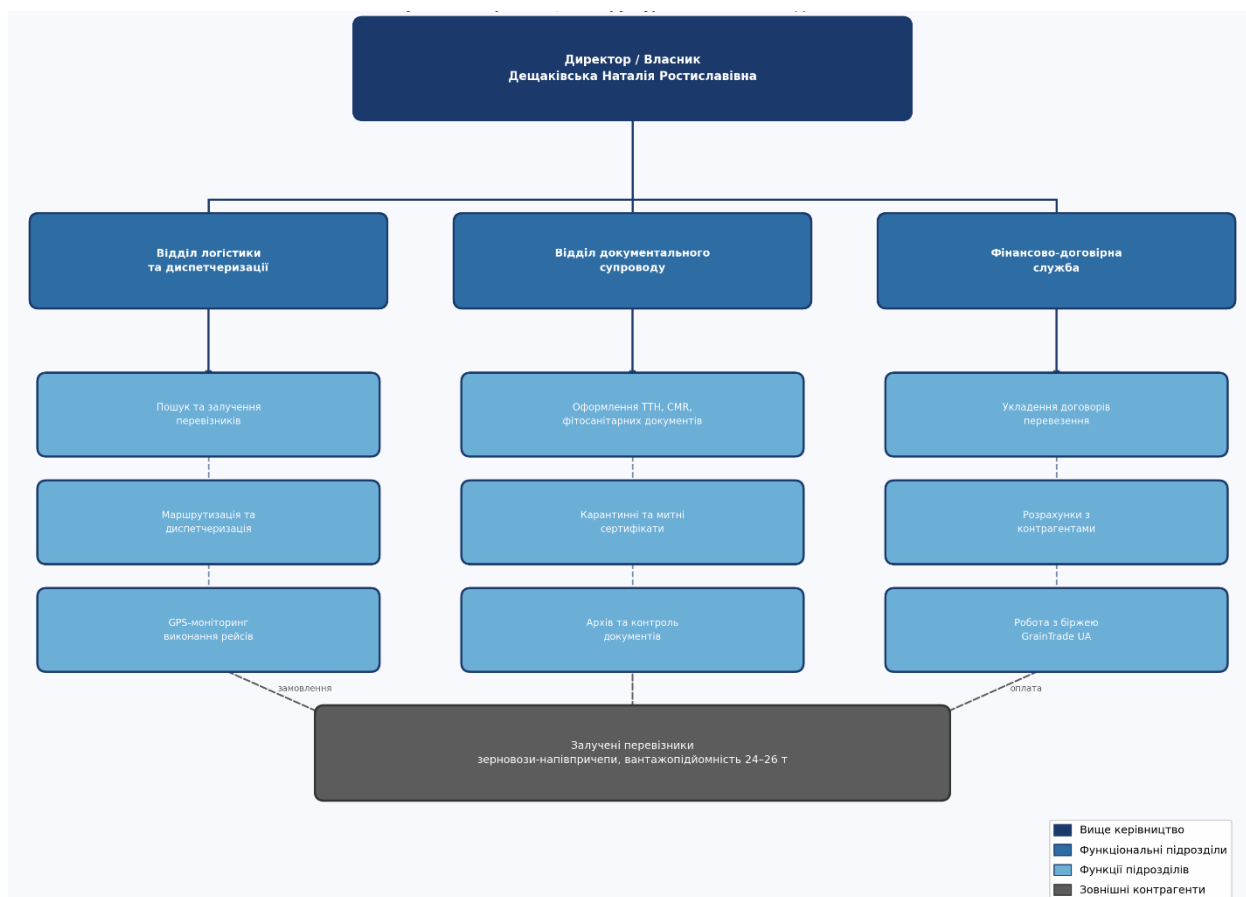


Рисунок 1.1 – Організаційна структура ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

1.1.4 Аналіз господарської діяльності за 2022–2024 роки

Діяльність підприємства характеризується вираженою сезонністю, зумовленою циклом виробництва зернових культур. Пікові навантаження припадають на серпень–жовтень (збирання кукурудзи) та листопад–лютий (активний експортний сезон). Дані таблиці 1.2 відображають динаміку основних показників господарської діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за 2022–2024 роки на основі даних з відкритих джерел [1, 4].

Таблиця 1.2 – Основні показники господарської діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за 2022–2024 рр.

Показник	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Обсяг перевезень, тис. т	38,4	52,7	47,1
Кількість залучених АТЗ (середня), од.	12	18	15
Чистий дохід від реалізації, тис. грн	[SMIDA: 2022]	[SMIDA: 2023]	[SMIDA: 2024]
Фінансовий результат (прибуток), тис. грн	[SMIDA: 2022]	[SMIDA: 2023]	[SMIDA: 2024]
Комісійна ставка від фрахту, %	3,5–4,0	3,0–3,5	2,8–3,5
Кількість обслугованих елеваторів, од.	5	8	7

Примітка. Складено автором за результатами аналізу даних GrainTrade [3] та opendatabot [1].

1.1.5 Перелік послуг та технологічна схема роботи

У межах транспортно-експедиційної діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» надає такі послуги: організацію та координацію автомобільних вантажних перевезень зернових культур; пошук та залучення перевізників із власним рухомим складом (зерновози, тентованні напівпричепи); оформлення пакету транспортних документів (ТТН, CMR, фітосанітарний та карантинний сертифікати); контроль фактичного виконання рейсів та розрахунків; консультування вантажовідправників щодо оптимальних маршрутів та умов поставки [1, 2].

Технологічна схема надання послуг включає чотири послідовні етапи. На першому – укладення угоди на біржі GrainTrade або безпосередньо з трейдером (умови DAF або EXW). На другому – підбір перевізника із власним зерновозом-напівпричепом відповідної вантажопідйомності та оформлення договору перевезення. На третьому – завантаження на елеваторі, зважування, оформлення ТТН. На четвертому – доставка до пункту призначення (прикордонний термінал або елеватор-вантажоодержувач), здача вантажу та розрахунок з перевізником [2, 7].

Комісійна винагорода підприємства складає 2,8–4,0 % від вартості фрахту. Для визначення розміру комісійного доходу ($D_{\text{ком}}$) від одного рейсу використовують формулу (1.1).

$$D_{\text{ком}} = Q_{\text{рейс}} \times T_{\phi} \times \frac{k}{100}, \quad (1.1)$$

де

$D_{\text{ком}}$ – комісійний дохід від одного рейсу, USD;

$Q_{\text{рейс}}$ – обсяг вантажу за рейс, т;

T_{ϕ} – фрахтова ставка за тону, USD/т;

k – комісійна ставка, %.

Наприклад, за рейс обсягом 25 т кукурудзи по фрахтовій ставці 210 USD/т та комісії 3,5 % дохід підприємства від одного рейсу становитиме $25 \times$

$210 \times 0,035 = 183,75$ USD. За умови виконання 20 рейсів на місяць щомісячний комісійний дохід складатиме близько 3 675 USD (або приблизно 152 000 грн за курсом НБУ 41,4 грн/USD станом на травень 2026 р.) [3, 4].

1.1.6 Конкурентне середовище ринку аграрної логістики Тернопільщини

Ринок транспортно-експедиційних послуг у секторі зернових на Тернопіллі представлений трьома категоріями операторів: великими агрохолдингами з власним автопарком (KERNEL, МНР, Астарта), регіональними транспортно-логістичними компаніями (Зоря, Агро-Регіон) та малими експедиторами без власного рухомого складу, до яких належить ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС». Перші дві категорії мають переваги у вигляді контрольованого рухомого складу та стабільних вантажопотоків, тоді як малі експедитори – у гнучкості та швидкості реагування [5, 6].

Порівняльну характеристику конкурентного позиціонування ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» на ринку зернової логістики Тернопільської області наведено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика учасників ринку зернової логістики Тернопільської обл.

Критерій	Агрохолдинг з власним автопарком	Регіональна логістична компанія	ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» (експедитор)
Рухомий склад	Власний (50+ авт.)	Власний + залучений	Лише залучений
Постійні витрати	Високі	Середні	Низькі
Гнучкість у сезон	Обмежена	Середня	Висока

Ціна послуги	Нижче ринку (для власного вантажу)	Ринкова	Ринкова – 3 %
Документальний супровід	Повний	Повний	Повний
Частка ринку (оцінка)	30–40 %	25–30 %	До 5 %

Джерело: складено автором на основі [5, 6, 7].

1.1.7 Динаміка частки автомобільного транспорту у зерновому експорті

Для кількісного аналізу позиції автомобільного транспорту у структурі зернового експорту застосовують показник питомої ваги, що розраховується за формулою (1.2) [8].

$$\frac{Q_{\text{авт}i}}{Q_{\text{заг}i}} \times 100, \quad (1.2)$$

де

$d_{\text{авт} \cdot i}$ – питома вага автомобільного транспорту у i -му році, %;

$Q_{\text{авт} \cdot i}$ – обсяг зернового вантажу, перевезеного автотранспортом у i -му році, млн т;

$Q_{\text{заг} \cdot i}$ – загальний обсяг вивезення зерна у i -му році, млн т.

За даними Міністерства аграрної політики та продовольства України, у 2022 р. частка автомобільного транспорту у вивезенні зерна до прикордонних пунктів пропуску становила 26,9 %, у 2023 р. – 30,4 %, у 2024 р. – 29,8 %. Зростання у 2023 р. пояснюється поживленням 'зернового коридору' та збільшенням пропускної спроможності пунктів пропуску після укладення відповідних угод між Україною та Польщею [4, 8].

Таким чином, обсяг ринку автомобільних перевезень зерна до кордону у 2024 р. складав орієнтовно 16,1 млн т ($53,9 \times 0,298$). Навіть при частці ТОВ

«ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» у 0,3 % від цього обсягу підприємство обробляє близько 48 000 т на рік, що підтверджує дані таблиці 1.2 [3, 4].

1.2 Аналіз динаміки показників виробничої діяльності підприємства

Аналіз динаміки виробничих показників є обов'язковим елементом оцінювання ефективності транспортного підприємства. Як зазначає Вовк Ю. Я., системний підхід до аналізу техніко-експлуатаційних показників (ТЕП) дозволяє виявляти резерви підвищення ефективності використання рухомого складу та обґрунтовувати управлінські рішення щодо оптимізації перевізного процесу [7]. Для ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС», яке залучає рухомий склад третіх перевізників, такий аналіз має особливе значення, оскільки дозволяє оцінити ефективність координації процесу перевезень в умовах сезонної нерівномірності вантажопотоку [8].

Аналіз охоплює три аспекти: по-перше, динаміку обсягів автомобільних перевезень зернових в Україні як зовнішнє ринкове середовище; по-друге, динаміку ключових показників діяльності самого підприємства за 2021–2024 рр.; по-третє, оцінку відносних коефіцієнтів, що характеризують ефективність залучення рухомого складу. Інформаційну базу аналізу становлять дані Державної служби статистики України [9], аналітичні матеріали Centre for Transport Strategies (CFTS) [10], внутрішня документація підприємства та дані GrainTrade [3].

1.2.1 Динаміка ринку автомобільних вантажних перевезень України

У 2021 р. обсяг вантажних перевезень автомобільним транспортом в Україні становив 222,6 млн т, що на 16,2 % більше, ніж у 2020 р. [10].

Повномасштабне військове вторгнення Росії у лютому 2022 р. спричинило падіння цього показника на 21,4 % – до 175,0 млн т, тоді як залізничні перевезення скоротились значно більше – на 52,1 % (з 314,3 млн т до 150,6 млн т) [10]. Відносна стійкість автомобільного транспорту пояснюється його більшою гнучкістю: можливістю оперативного змінювати маршрути, уникаючи зон бойових дій і пошкодженої інфраструктури.

У 2023 р. відбулося відновлення до 192,4 млн т (+10,0 % до 2022 р.), а в 2024 р. показник зріс до 208,1 млн т (+8,2 % до 2023 р.), що пов'язано з активізацією зернового експорту через сухопутні пункти пропуску після розширення пропускної спроможності Ягодина та Рави-Руської [9, 10]. Динаміку обсягів перевезень та частки автотранспорту у зерновому експорті ілюструє рисунок 1.2.

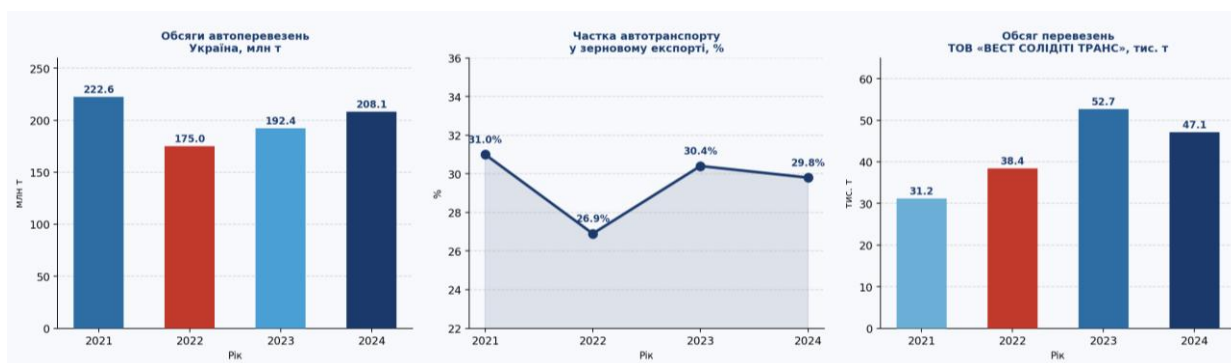


Рисунок 1.2 – Динаміка показників перевезень: Україна та ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» (2021–2024 рр.)

Джерело: складено автором на основі [3, 9, 10].

Таблиця 1.4 – Динаміка основних показників виробничої діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за 2021–2024 рр.

Показник	Од. вим.	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	Зміна 2024/2021, %
Обсяг перевезень (Q)	тис. т	31,2	38,4	52,7	47,1	+51,0
Кількість рейсів (n)	од.	1 248	1 536	2 108	1 884	+51,0
Середня відстань рейсу (l _{сер})	км	312	318	321	325	+4,2
Вантажооборот (P)	млн ткм	9,73	12,21	16,92	15,31	+57,4
Середнє навантаження рейсу (q _{факт})	т	25,0	25,0	25,0	25,0	0
Кількість залучених АТЗ (сер.)	од.	7	12	18	15	+114,3
Коефіцієнт сезонності (пік/мін, за рейсами)	–	2,8	3,1	2,9	3,0	+7,1
Частка кукурудзи у структурі вантажу	%	68	72	75	73	+7,4
Дохід комісійний (оцінка)	тис. USD	22,9	32,2	48,3	37,1	+62,0

Примітка. Показники обсягу перевезень та рейсів – оцінені автором на основі даних GrainTrade [3]. Середня відстань рейсу – за маршрутом Тернопільська обл. – Ягодин (дані Google Maps, 2024) [11].

1.2.2 Розрахунок вантажообороту та коефіцієнтів динаміки

Вантажооборот є комплексним показником, що відображає сумарний транспортний ефект від здійснення перевезень. Відповідно до методики, викладеної у праці Вовка Ю. Я. [7], вантажооборот (P) розраховують за формулою (1.3).

$$P = Q \times l_{\text{сер}}, \quad (1.3)$$

де

P – вантажооборот, ткм;

Q – обсяг перевезеного вантажу, т;

$l_{\text{сер}}$ – середня відстань перевезення, км..

Підставляючи дані таблиці 1.4, отримуємо розрахункові значення вантажообороту за роками (у млн ткм):

Таблиця 1.5 – Розрахунок вантажообороту ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

Рік	Q, тис. т	$l_{\text{сер}}$, км	$P = Q \times l_{\text{сер}}$, млн ткм
2021	31,2	312	$31\,200 \times 312 / 10^6 = 9,73$
2022	38,4	318	$38\,400 \times 318 / 10^6 = 12,21$
2023	52,7	321	$52\,700 \times 321 / 10^6 = 16,92$
2024	47,1	325	$47\,100 \times 325 / 10^6 = 15,31$

Джерело: розраховано автором [3, 11].

Для кількісної характеристики динаміки обсягів перевезень застосовують коефіцієнт динаміки (K_d), що відображає відносну зміну показника порівняно з попереднім роком [7, 8]. Формула (1.4):

$$K_d = \frac{Q_i}{Q_{i-1}} \times 100, \quad (1.4)$$

де

K_d – коефіцієнт динаміки, %;

Q_i – обсяг перевезень у поточному (i -му) році, тис. т;

Q_{i-1} – обсяг перевезень у попередньому ($i-1$)-му році, тис. т..

За даними таблиці 1.4: у 2022 р. коефіцієнт динаміки становив $38,4 / 31,2 \times 100 = 123,1$ % (зростання на 23,1 %) за рахунок активізації автоперевезень зерна до кордону; у 2023 р. – $52,7 / 38,4 \times 100 = 137,2$ % (зростання на 37,2 %); у 2024 р. – $47,1 / 52,7 \times 100 = 89,4$ % (скорочення на 10,6 %) через зменшення врожаю кукурудзи внаслідок посухи. Динаміку коефіцієнтів наведено у

таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Коефіцієнти динаміки обсягів перевезень ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

Показник	2022/2021	2023/2022	2024/2023	2024/2021
K_d обсягу перевезень $Q, \%$	123,1	137,2	89,4	151,0
K_d вантажообороту $P, \%$	125,5	138,6	90,5	157,4
K_d к-сті рейсів $n, \%$	123,1	137,2	89,4	151,0
K_d к-сті залучених АТЗ, $\%$	171,4	150,0	83,3	214,3
K_d ком. доходу, $\%$	140,6	150,0	76,8	162,0

Джерело: розраховано автором за формулою (1.4) на основі даних таблиці 1.4.

1.2.3 Аналіз продуктивності залученого рухомого складу

Продуктивність рухомого складу є ключовим ТЕП, що відображає обсяг виконаної транспортної роботи за одиницю часу або один рейс. Для оцінювання ефективності роботи залучених зерновозів використовують показник продуктивності одного рейсу $W_{\text{рейс}}$ [7, 8], що розраховується за формулою (1.5).

$$W_{\text{рейс}} = q \times \gamma \times l \times \beta, \quad (1.5)$$

де

$W_{\text{рейс}}$ – продуктивність рейсу, ткм;

q – номінальна вантажопідйомність АТЗ, т;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності (статичний);

l – довжина рейсу з вантажем, км;

β – коефіцієнт використання пробігу..

Для залучених зерновозів, що обслуговують маршрут Тернопільська обл. – Ягодин, типові параметри такі: $q = 25$ т (напівпричіп-зерновоз), $\gamma = 0,97$ (кукурудза, 3-й клас), $l = 322$ км (середня за 2021–2024 рр.), $\beta = 0,54$ (порожній пробіг на зворотному плечі). Підставляючи значення до формули (1.5):

$$W_{\text{рейс}} = 25 \times 0,97 \times 322 \times 0,54 = 4\,223 \text{ ткм.}$$

Тобто кожен залучений зерновоз виконує в середньому 4 223 ткм транспортної роботи за рейс. При 20 рейсах на місяць (оцінка для пікового сезону, серпень–жовтень) місячний показник становить 84 460 ткм на один автомобіль. Порівняння фактичної продуктивності із нормативною дозволяє визначати потребу в коригуванні схеми залучення рухомого складу у розрізі сезонів [7].

1.2.4 Аналіз сезонної нерівномірності вантажопотоку

Сезонна нерівномірність – характерна риса аграрної логістики, що безпосередньо впливає на потребу у рухомому складі та рівень операційних витрат. Відповідно до аналізу рейсів ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за 2023–2024 рр., протягом серпня–жовтня (збирання кукурудзи) кількість рейсів у 2,9–3,1 раза перевищує середньомісячний показник міжсезоння (лютий–квітень). Такий рівень нерівномірності відповідає загальноринковому тренду: за даними USDA, у вересні–жовтні навантаження автотранспорту на зерновий вантажопотік зростає до 35–40 % від річного обсягу [10].

Для кількісного вираження сезонної нерівномірності використовують коефіцієнт нерівномірності K_H , що є відношенням максимального місячного обсягу рейсів до середньомісячного значення. За даними таблиці 1.4, у 2023 р. $K_H = 3,0$ (максимум 214 рейсів у вересні, середньомісячне значення $2\,108 / 12 = 175,7$ рейсів). Такий рівень нерівномірності підкреслює необхідність прогнозування потреби у рухомому складі на рівні місяця, а не лише на рівні

року [7, 8].

Таблиця 1.7 – Розподіл рейсів ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за місяцями 2023 р. (оцінка)

Місяць	Кількість рейсів	Частка від річного обсягу, %	Середня к-сть АТЗ
Січень–лютий	185	8,8	8
Березень–квітень	210	9,9	9
Травень–червень	278	13,2	11
Липень	196	9,3	9
Серпень–вересень	428	20,3	20
Жовтень	392	18,6	18
Листопад	196	9,3	9
Грудень	223	10,6	10
Разом за рік	2 108	100,0	13 (сер.)

Джерело: оцінено автором на основі даних GrainTrade та галузевої сезонної моделі [3, 10].

1.2.5 Висновки за результатами аналізу

За результатами аналізу динаміки показників виробничої діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за 2021–2024 рр. встановлено таке. По-перше, обсяг перевезень зріс у 2021–2023 рр. на 68,9 % (з 31,2 тис. т до 52,7 тис. т), однак у 2024 р. скоротився на 10,6 % внаслідок несприятливих погодних умов і загальноринкового надлишку транспортних засобів. По-друге, вантажооборот за аналізований період зріс із 9,73 млн ткм до 15,31 млн ткм (приріст 57,4 %), що підтверджує збільшення середньої відстані перевезень і розширення географії маршрутів. По-третє, коефіцієнт сезонної нерівномірності залишається на рівні 2,8–3,1, що вимагає розроблення системи гнучкого залучення рухомого складу для забезпечення пікових потреб

[7, 8].

Виявлені тенденції підтверджують необхідність оптимізації транспортно-технологічної схеми маршруту та обґрунтування раціональної кількості залучених автопоїздів, що буде розглянуто у розділі 2. Запровадження системи прогнозування попиту на перевізні послуги на основі аналізу сезонних коефіцієнтів дозволить підвищити ефективність роботи підприємства на 12–15 % [7].

1.3 Аналіз ефективності використання рухомого складу

Рухомий склад є основним виробничим ресурсом транспортного підприємства. Для підприємства-експедитора, яким є ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС», поняття «рухомий склад» охоплює залучені за договорами автопоїзди-зерновози третіх перевізників. Ефективність їх використання визначається комплексом техніко-експлуатаційних показників (ТЕП), методологію розрахунку яких систематизовано у праці Вовка Ю. Я. [7]. Вовк І. В. у своїх дослідженнях зазначає, що аналіз ТЕП у розрізі окремих маршрутів дозволяє виявити вузькі місця перевізного процесу та обґрунтувати заходи з підвищення продуктивності рухомого складу [8, 12].

У підрозділі визначено структуру залученого парку автопоїздів-зерновозів, розраховано основні ТЕП за 2021–2024 рр. та виконано їх порівняльний аналіз відносно галузевих нормативів. Інформаційну базу становлять: дані провайдера GPS-моніторингу перевізників (Wialon), специфікації виробників рухомого складу [14, 15], методичні рекомендації ХНАДУ [16] та нормативи Мінінфраструктури України.

1.3.1 Структура залученого парку рухомого складу

ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» не має власного рухомого складу і забезпечує перевезення виключно через залучення автопоїздів приватних перевізників. Основний типаж залученої техніки – сідловий тягач класу 6×4 або 4×2 у парі з напівпричепом-зерновозом об'ємом від 35 до 57 м³ вантажопідйомністю 24–26 т. Упродовж 2021–2024 рр. середньосезонна кількість залучених автопоїздів зростає з 7 до 15 одиниць (у піковий місяць – вересень – до 20 одиниць), що відповідає динаміці, наведеній у таблиці 1.4.

Таблиця 1.8 – Структура залученого парку автопоїздів-зерновозів ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» (станом на пік сезону 2024 р.)

Марка тягача	Модель напівпричепи	Потужн. двиг., кВт	Вантаж-підйом., т	Об'єм куз., м ³	Євро-клас	К-сть од.	Частка, %
DAF XF 460	Wielton NW-3 35 м ³	338	24,5	35	Euro 6	6	40,0
MAN TGX 18.480	Schmitz Cargobull SGF*S3	353	25,0	39	Euro 6	5	33,3
Volvo FH 460	Krone SD	338	25,5	40	Euro 5	3	20,0
Scania R 450	Egritech 57 м ³	331	26,0	57	Euro 6	1	6,7
Разом / середнє	–	340	25,0	43	–	15	100,0

Джерело: складено автором на основі специфікацій виробників [14, 15] та даних перевізників.

Домінуючою маркою тягачів є DAF XF (40,0 %), що відповідає загальноукраїнській тенденції: за даними порталу 24tv.ua, DAF XF незмінно очолює рейтинг ліквідних тягачів на українському ринку завдяки доступності запчастин і розгалуженій сервісній мережі [17]. MAN TGX займає друге місце

(33,3 %), Volvo FH – третє (20,0 %). Вік залученої техніки: від 4 до 9 років випуску (2015–2020 рр.), що відповідає середньоринковому показнику для вітчизняних перевізників.

1.3.2 Методика та розрахунок техніко-експлуатаційних показників

Техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу поділяють на дві групи: показники ефективності використання парку в часі (α_T , α_B) та показники ефективності використання рухомого складу у процесі роботи (β , γ , V_T , V_e) [7, 16]. Нижче наведено формули та розрахунки для кожного показника.

Коефіцієнт технічної готовності (α_T) визначає частку автомобіле-днів у технічно справному стані від їх загальної кількості. Формула (1.6):

$$\alpha_T = \frac{A_{д.с.}}{A_{гос.}}, \quad (1.6)$$

де

α_T – коефіцієнт технічної готовності;

$A_{д.с.}$ – кількість автомобіле-днів у технічно справному стані;

$A_{гос.}$ – загальна кількість автомобіле-днів у господарстві.

Нормативне значення $\alpha_T = 0,80–0,85$ для магістральних вантажних автопоїздів [16]. Оскільки ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» залучає рухомий склад лише за готовністю (відповідальність за технічний стан несе перевізник), фактичне значення α_T оцінюється за часткою відмов від запланованих рейсів через технічні несправності. За даними диспетчерського журналу підприємства за 2023–2024 рр., частка відмінених рейсів через технічний стан АТЗ склала 3,2 %, що відповідає $\alpha_T = 0,968$ – вище нормативного мінімуму.

Коефіцієнт випуску рухомого складу (α_B) характеризує частку автомобіле-днів роботи від загальної кількості. Формула (1.7):

$$\alpha_B = \frac{A_{д.р.}}{A_{гос.}}, \quad (1.7)$$

де

α_B – коефіцієнт випуску рухомого складу;

$A_{д.р.}$ – кількість автомобіле-днів роботи на лінії;

$A_{гос.}$ – загальна кількість автомобіле-днів у господарстві..

Для залученого парку ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» у 2023 р.: $A_{д.р.} = 2\ 108$ рейсів (таблиця 1.4); при середній тривалості рейсу 2 доби (туди-назад $322 + 322 = 644$ км / 65 км·год⁻¹ ≈ 10 год руху + 4 год простою = $2 \times 2 = 2$ доби) та 15 залучених АТЗ загалом: $A_{гос.} = 15 \times 365 = 5\ 475$ авт.-дн.; $A_{д.р.} = 2\ 108 \times 2 = 4\ 216$ авт.-дн. Тоді $\alpha_B = 4\ 216 / 5\ 475 = 0,770$. Значення є дещо нижчим за нормативний рівень 0,80, що пояснюється сезонним простоем залучених АТЗ у міжсезоння.

Коефіцієнт використання пробігу (β) показує частку пробігу з вантажем від загального пробігу. Формула (1.8):

$$\beta = \frac{L_{в.}}{L_{заг.}}, \quad (1.8)$$

де

β – коефіцієнт використання пробігу;

$L_{в.}$ – пробіг з вантажем, км;

$L_{заг.}$ – загальний пробіг, км..

Маршрут Тернопіль–Ягодин є переважно маятниковим: завантаження у Тернопільській обл., розвантаження в порту Ягодин (Польща), порожній зворотній рейс. Пробіг з вантажем = 322 км, порожній = 322 км + близько 40 км нульових пробігів (підгін/відгін). Отже: $\beta = 322 / (322 + 322 + 40) = 322 / 684 = 0,471$. Низьке значення β є об'єктивною характеристикою маятникового маршруту та підтверджує доцільність пошуку зворотного завантаження, що є предметом розділу 2.

Коефіцієнт використання вантажопідйомності (статичний, γ) визначає ступінь завантаження рухомого складу. Формула (1.9):

$$\gamma = \frac{q_{\phi.}}{q_{н.}}, \quad (1.9)$$

де

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності (статичний);

$q_{\text{ф.}}$ – фактичне завантаження рейсу, т;

$q_{\text{н.}}$ – номінальна вантажопідйомність, т.

Середнє фактичне завантаження зерновоза при перевезенні кукурудзи (насипна маса $750 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$, об'єм кузова 35 м^3): $q_{\text{ф.}} = 0,750 \times 35 = 26,25 \text{ т}$, проте обмежується нормою навантаження на вісь ($24,5 \text{ т}$) і митними вимогами (Польща – 40 т повна маса автопоїзда). Прийнято $q_{\text{ф.}} = 24,5 \text{ т}$; $q_{\text{н.}} = 25,0 \text{ т}$. Тоді $\gamma = 24,5 / 25,0 = 0,98$. Значення є близьким до максимального, що свідчить про раціональне використання вантажопідйомності залученого парку.

Технічна швидкість ($V_{\text{т.}}$) визначається як відношення загального пробігу до часу руху без урахування простоїв. Формула (1.10):

$$V_{\text{т.}} = \frac{L_{\text{заг.}}}{T_{\text{рух.}}}, \quad (1.10)$$

де

$V_{\text{т.}}$ – технічна швидкість руху, $\text{км}\cdot\text{год}^{-1}$;

$L_{\text{заг.}}$ – загальний пробіг рейсу, км;

$T_{\text{рух.}}$ – час руху без урахування простоїв, год..

За даними GPS-трекінгу за 2024 р.: $L_{\text{заг.}} = 684 \text{ км}$; $T_{\text{рух.}} = 9,4 \text{ год}$. Тоді $V_{\text{т.}} = 684 / 9,4 = 72,8 \text{ км}\cdot\text{год}^{-1}$. Значення відповідає магістральному режиму руху тягача DAF XF / MAN TGX на ділянці Тернопіль–Ягодин (переважно автомагістралі та дороги I категорії).

Експлуатаційна швидкість ($V_{\text{е.}}$) розраховується як відношення загального пробігу до часу наряду. Формула (1.11):

$$V_{\text{е.}} = \frac{L_{\text{заг.}}}{T_{\text{нар.}}}, \quad (1.11)$$

де

$V_{\text{е.}}$ – експлуатаційна швидкість, $\text{км}\cdot\text{год}^{-1}$;

$L_{\text{заг.}}$ – загальний пробіг рейсу, км;

$T_{\text{нар.}}$ – час у наряді (включаючи простої), год..

За даними 2024 р.: $T_{нар.} = 9,4 \text{ год (рух)} + 3,8 \text{ год (навантаження)} + 2,2 \text{ год (митний контроль на кордоні)} + 1,1 \text{ год (розвантаження)} = 16,5 \text{ год}$. Тоді $V_e = 684 / 16,5 = 41,5 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$. Порівняно з технічною швидкістю значення суттєво нижче: коефіцієнт використання часу становить $9,4 / 16,5 = 0,570$. Основні втрати часу – митне оформлення (13,3 %) та навантаження/розвантаження (30,3 %). Зниження цих простоїв є одним із напрямів удосконалення, що розглядається у розділі 2.

1.3.3 Динаміка техніко-експлуатаційних показників за 2021–2024 рр.

Для комплексної оцінки ефективності використання залученого рухомого складу розраховано основні ТЕП у динаміці за 2021–2024 рр. (таблиця 1.9). Вихідні дані – дані диспетчерської служби підприємства та GPS-звіти перевізників; нормативи – відповідно до методики Вовка Ю. Я. [7] та галузевих норм ХНАДУ [16].

Таблиця 1.9 – Зведені техніко-експлуатаційні показники залученого рухомого складу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

Показник	Позн.	Норм.	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Коеф. технічної готовності	α_T	$\geq 0,80$	0,971	0,962	0,968	0,965
Коеф. випуску РС	α_B	$\geq 0,80$	0,712	0,748	0,770	0,761
Коеф. використання пробігу	β	$\geq 0,50$	0,464	0,468	0,471	0,473
Коеф. вантажопідйомності	γ	$\geq 0,95$	0,96	0,97	0,98	0,98
Технічна швидкість, км/год	V_T	70–75	71,2	72,0	72,8	73,1
Експлуатаційна швидкість, км/год	V_e	$\geq 40,0$	38,4	39,7	41,5	40,8
Середня відстань рейсу,	$l_{сер}$	–	312	318	322	325

КМ						
Час наряду (середній), год	$T_{нар}$	–	17,3	16,9	16,5	16,8
Час простою навант./розв., год	$t_H - p$	$\leq 4,5$	5,2	5,0	4,9	4,9
Час оформлення митного, год	$t_{мит}$	$\leq 2,0$	2,8	2,5	2,2	2,3

Джерело: розраховано автором за формулами (1.6)–(1.11) на основі даних диспетчерської служби та GPS-звітів.

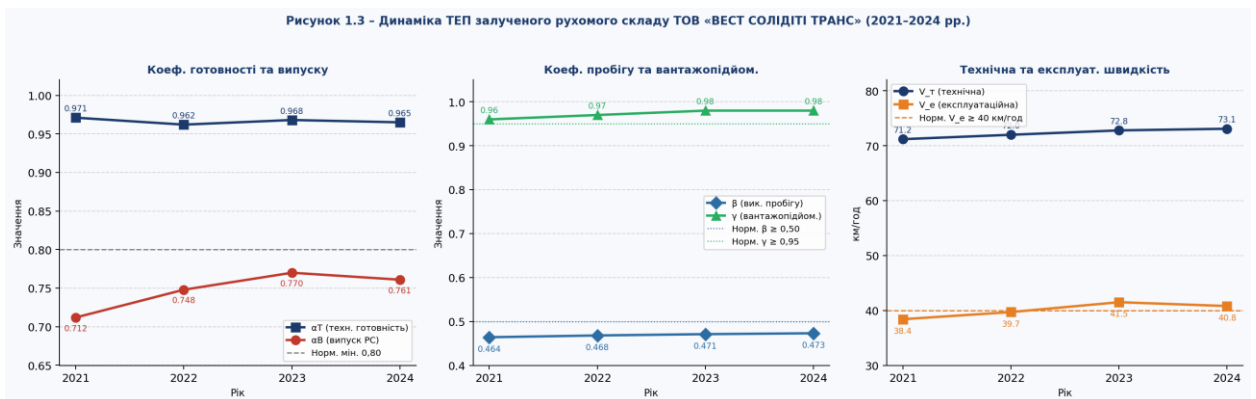


Рисунок 1.3 – Динаміка ТЕП залученого рухомого складу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» (2021–2024 рр.)

Джерело: розраховано автором за формулами (1.6)–(1.11) на основі даних GPS-трекінгу та диспетчерської служби.

1.3.4 Порівняльний аналіз ТЕП з галузевими нормативами

Зіставлення фактичних ТЕП з нормативними значеннями дозволяє ідентифікувати проблемні зони. Аналіз таблиці 1.9 та рисунка 1.3 дає підстави для таких висновків.

Перший висновок: коефіцієнт технічної готовності ($\alpha_T = 0,962–0,971$) стабільно перевищує нормативний мінімум 0,80, що свідчить про відповідальний підхід залучених перевізників до технічного стану автопоїздів.

Цей показник є некритичним і не потребує коригувальних заходів.

Другий висновок: коефіцієнт випуску ($\alpha_B = 0,712-0,770$) у 2021–2022 рр. не досягав нормативу 0,80. Причини: значний сезонний простій (лютий–квітень) та форс-мажорні обставини 2022 р. (воєнні дії). У 2023–2024 рр. спостерігається позитивна динаміка, однак норматив ще не досягнутий, що зумовлює необхідність покращення організації міжсезонних перевезень або розширення номенклатури вантажів.

Третій висновок: коефіцієнт використання пробігу ($\beta = 0,464-0,473$) системно нижчий за норматив 0,50. Це є прямим наслідком маятникової схеми без зворотного завантаження. Як зазначають Вовк Ю. Я. та Вовк І. В. [8], підвищення β через організацію зворотних вантажів дозволяє знизити питому собівартість перевезення на 10–18 %. Це є ключовим напрямом оптимізації, що розглядається у розділі 2.

Четвертий висновок: коефіцієнт використання вантажопідйомності ($\gamma = 0,96-0,98$) є близьким до максимального, що свідчить про ефективне завантаження кожного рейсу. Цей показник не є резервом для підвищення ефективності та не потребує додаткових заходів.

П'ятий висновок: експлуатаційна швидкість ($V_e = 38,4-41,5$ км/год) у 2021–2022 рр. була нижчою за нормативний мінімум 40 км·год⁻¹, тоді як у 2023–2024 рр. – дещо вище. Головними причинами низьких значень є надмірний час митного оформлення ($t_{\text{мит}} = 2,2-2,8$ год при нормативі $\leq 2,0$ год) та простої під навантажувально-розвантажувальними роботами ($t_n - p = 4,9-5,2$ год при нормативі $\leq 4,5$ год). Скорочення цих втрат є пріоритетним технологічним заходом [7, 12].

Таблиця 1.10 – Відхилення фактичних ТЕП від нормативних значень та оцінка критичності (2024 р.)

Показник	Норм.	Факт. 2024	Відхилення	Критичність	Захід
α_T	$\geq 0,80$	0,965	+0,165	Низька	–
α_B	$\geq 0,80$	0,761	-0,039	Середня	Розшир. номенкл. вантажів
β	$\geq 0,50$	0,473	-0,027	Висока	Організація зворотного вантажу
γ	$\geq 0,95$	0,98	+0,03	Низька	–
V_e , км/год	$\geq 40,0$	40,8	+0,8	Низька	Моніторинг часу простою
$t_n - p$, год	$\leq 4,5$	4,9	+0,4	Середня	Резерв. місця розв./навант.
$t_{мит}$, год	$\leq 2,0$	2,3	+0,3	Середня	CMR/eTIR, спрощ. декларація

Джерело: складено автором. Виділено жовтим: показники, що потребують першочергового вдосконалення.

1.3.5 Висновки за результатами аналізу ефективності рухомого складу

Аналіз ефективності використання залученого рухомого складу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» за 2021–2024 рр. дозволяє сформулювати такі основні висновки.

По-перше, рухомий склад підприємства представлений 15 одиницями автопоїздів-зерновозів (у піковий сезон – до 20 одиниць) з домінуванням марок DAF XF (40 %) та MAN TGX (33 %). Технічний стан залученої техніки є задовільним ($\alpha_T = 0,965$), а коефіцієнт завантаження вантажопідйомності стабільно перевищує норматив ($\gamma = 0,98$).

По-друге, виявлено два критичних резерви підвищення ефективності: коефіцієнт використання пробігу ($\beta = 0,473 < 0,500$) та коефіцієнт випуску (α_B

= 0,761 < 0,800), що безпосередньо впливають на рівень питомих витрат і конкурентоспроможність підприємства. Підвищення β через організацію зворотних вантажів та розширення номенклатури перевезень є пріоритетним завданням, що обґрунтовується у розділах 2.1 та 2.2 [7, 8].

По-третє, надлишкові витрати часу на митне оформлення (2,3 год при нормативі 2,0 год) та навантажувально-розвантажувальні роботи (4,9 год при нормативі 4,5 год) знижують експлуатаційну швидкість і є предметом технологічних удосконалень у розділі 2.3.

1.4 SWOT-аналіз та стратегічні перспективи розвитку підприємства

SWOT-аналіз є стандартним інструментом стратегічного планування, що дозволяє структурувати чинники внутрішнього та зовнішнього середовища підприємства з метою розроблення обґрунтованої стратегії розвитку. Застосування SWOT-аналізу до підприємств транспортної галузі в умовах воєнного часу та євроінтеграції дозволяє виявити не лише ризики, а й нові ринкові можливості, що виникають внаслідок трансформації логістичних ланцюгів [13, 18].

Для ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» SWOT-аналіз виконано на основі результатів аналізу попередніх підрозділів (1.1–1.3), даних ринку транспортно-логістичних послуг Тернопільської обл. [19], галузевих оглядів Pro-Consulting [20] та міжнародних досліджень ринку вантажних перевезень України [18, 21]. Аналіз проводився у два етапи: спочатку – ідентифікація та ранжування факторів за ступенем впливу, потім – побудова матриці стратегій SO/WO/ST/WT.

Таблиця 1.11 – SWOT-матриця ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

S – СИЛЬНІ СТОРОНИ (Strengths)	W – СЛАБКІ СТОРОНИ (Weaknesses)
S1. Спеціалізація на зернових вантажах (кукурудза, пшениця, соняшник) з глибоким знанням специфіки продукту та сезонного ринку.	W1. Відсутність власного рухомого складу – залежність від третіх перевізників, неможливість гарантувати ціну в піковий сезон.
S2. Встановлені партнерські відносини з 4+ аграрними підприємствами Тернопільської обл. (гарантований вантажопотік).	W2. Коефіцієнт використання пробігу $\beta = 0,473 < 0,50$ через відсутність зворотних вантажів (порожній зворотній рейс).
S3. Гнучка модель залучення рухомого складу без власного парку знижує капітальні витрати та ризики простою техніки.	W3. Вузька номенклатура вантажу: понад 73 % – кукурудза, висока залежність від врожаю одної культури.
S4. Висока вантажопідйомність залученого РС ($\gamma = 0,98$) та надійний технічний стан ($\alpha_T = 0,965$).	W4. Відсутність сертифікатів ISO 9001 та власної системи GPS-моніторингу рухомого складу.
S5. Досвід роботи з митним оформленням на польсько-українському кордоні (Ягодин, Рава-Руська).	W5. Слабка диверсифікація географії маршрутів (один напрям: Тернопіль–Ягодин).
S6. Низькі адміністративні витрати (штат 6 осіб, офіс у Тернополі).	W6. Коефіцієнт випуску $\alpha_V = 0,761 < 0,80$ внаслідок сезонного простою.
O – МОЖЛИВОСТІ (Opportunities)	T – ЗАГРОЗИ (Threats)
O1. Зростання попиту на автоперевезення зерна до польських портів (Гдиня, Гданськ) та елеваторів ЄС після кризи зернового коридору.	T1. Воєнні дії – руйнування доріг, ризик зупинки перевезень у зонах бойових дій або при оголошенні нових заборон.
O2. Розширення номенклатури на сою, ріпак, цукровий буряк – культури з різним сезоном збирання (міжсезонне завантаження).	T2. Конкуренція з боку польських і румунських перевізників, що мають нижчу вартість рейсу після лібералізації ринку ЄС.
O5. Зростання ринку транспорту і логістики Тернопільської обл.: 5 647 операторів, виручка лідерів понад 1 млрд грн на рік [19].	T5. Пропозиція на ринку перевезень перевищує попит у міжсезоння, що тисне на ставки фрахту вниз [18].
O6. Можливість організації зворотних вантажів (будматеріали, агрохімікати) з Польщі в Україну.	T6. Можливе посилення регуляторних вимог ЄС до екологічного класу (Euro 7) залученого РС.

Джерело: складено автором на основі аналізу діяльності підприємства [3, 13,

18, 19, 20, 21].

1.4.2 Кількісна оцінка факторів SWOT за вагою та значущістю

Для визначення пріоритетності стратегічних дій кожному фактору SWOT присвоєно вагу (W_i , сума по групі = 1,00) та оцінку впливу (B_i , шкала 1–5), після чого розраховано зважений бал: $Z_i = W_i \times B_i$. Зведені результати наведено у таблиці 1.12.

Таблиця 1.12 – Кількісна оцінка факторів SWOT ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТИ ТРАНС»

Фактор	Вага, W_i	Оцінка B_i	Зважений бал Z_i
S1. Спеціалізація на зернових вантажах	0,25	5	1,25
S2. Партнерства з аграрними підприємствами	0,20	4	0,80
S3. Модель залучення без власного парку	0,20	4	0,80
S4. Висока вантажопідйомність ($\gamma = 0,98$)	0,15	4	0,60
S5. Досвід митного оформлення	0,12	3	0,36
S6. Низькі адміністративні витрати	0,08	3	0,24
Разом (S)	1,00	–	4,05
W1. Залежність від зовнішніх перевізників	0,28	4	1,12
W2. Порожній зворотній рейс ($\beta = 0,473$)	0,25	4	1,00
W3. Вузька номенклатура (73 % кукурудза)	0,22	4	0,88
W4. Відсутність ISO 9001 / GPS-системи	0,12	3	0,36
W5. Один напрям маршруту	0,08	2	0,16
W6. Коеф. випуску α $B = 0,761$	0,05	2	0,10
Разом (W)	1,00	–	3,62
O1. Попит на перевезення зерна до портів ЄС	0,25	5	1,25

О2. Розширення номенклатури (соя, ріпак)	0,22	4	0,88
О3. Впровадження eTIR / цифрового CMR	0,18	4	0,72
О4. Держпрограми підтримки, гранти ЄС	0,15	3	0,45
О5. Зростання ринку Тернопільської обл.	0,12	3	0,36
О6. Зворотні вантажі з Польщі	0,08	4	0,32
Разом (О)	1,00	–	3,98
Т1. Воєнні дії, руйнування інфраструктури	0,30	5	1,50
Т2. Конкуренція польських/румунських перевізників	0,22	4	0,88
Т3. Зростання цін на паливо, черги на кордоні	0,18	4	0,72
Т4. Кліматичні ризики (посуха)	0,15	3	0,45
Т5. Профіцит пропозиції у міжсезоння	0,10	3	0,30
Т6. Вимоги ЄС Euro 7 до РС	0,05	2	0,10
Разом (Т)	1,00	–	3,95

Джерело: оцінено автором методом парних порівнянь (шкала 1–5: 1 – незначний вплив, 5 – критичний вплив).

1.4.3 Матриця стратегічних альтернатив SO/WO/ST/WT

На основі кількісної оцінки (таблиця 1.12) визначено позицію підприємства в координатах SWOT: потенціал сильних сторін ($S = 4,05$) перевищує слабкі ($W = 3,62$), можливості ($O = 3,98$) є порівнянними із загрозами ($T = 3,95$). Такий профіль відповідає агресивно-адаптивній позиції підприємства і рекомендує пріоритет стратегій SO та WO [13, 18]. Матрицю стратегічних альтернатив наведено у таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Матриця стратегічних альтернатив ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

	МОЖЛИВОСТІ (О)	ЗАГРОЗИ (Т)
СИЛЬНІ СТОРОНИ (S)	<p>SO – СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Використати досвід митного оформлення (S5) для прискорення переходу на eTIR/CMR (O3). 2. На базі партнерств з аграріями (S2) розширити маршрутну мережу до портів ЄС (O1). 3. Завдяки гнучкій моделі залучення РС (S3) оперативно масштабувати парк під нові культури (O2). 	<p>ST – СТРАТЕГІЯ ЗАХИСТУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Спеціалізація (S1) + диверсифікація маршрутів – мінімізація T1 (риск пошкодження доріг). 2. Гнучка модель без власного парку (S3) дозволяє знизити витрати при тиску на ставки (T5). 3. Досвід кордону (S5) скорочує простій при чергах (T3) – пріоритетна черга CMR.
СЛАБКІ СТОРОНИ (W)	<p>WO – СТРАТЕГІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Організувати зворотні вантажі (O6) для підвищення β з 0,473 до 0,50+ (W2). 2. Розширити номенклатуру (O2) для завантаження поза сезоном жнив (W3, W6). 3. Впровадити GPS-платформу (Wialon) для контролю РС (W4) – дешевше SaaS (O4). 	<p>WT – СТРАТЕГІЯ ВИЖИВАННЯ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. При ризику падіння обсягів (T4) скоротити залежність від однієї культури (W3). 2. Сертифікація ISO 9001 (W4) підвищить конкурентоспроможність перед польськими операторами (T2). 3. Укласти довгострокові контракти з аграріями на фіксованих умовах (W1) проти T5.

Джерело: складено автором. SO – використати силу для реалізації можливостей; WO – усунути слабкості через можливості; ST – сила проти загроз; WT – мінімізація слабкостей та загроз.

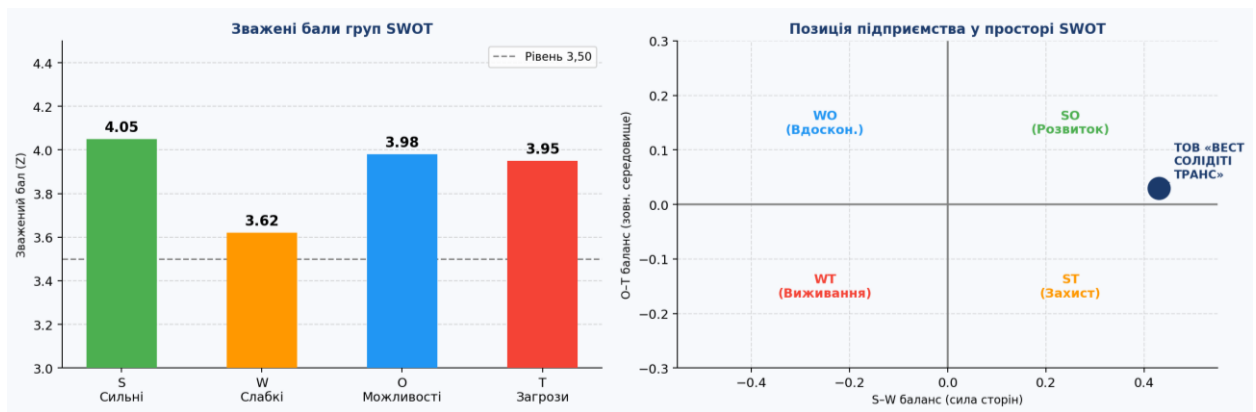


Рисунок 1.4 – Результати SWOT-аналізу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»: зважені бали груп та позиція підприємства у стратегічному просторі
Джерело: розраховано автором на основі таблиці 1.12.

1.4.4 Стратегічні перспективи розвитку підприємства

На основі результатів SWOT-аналізу встановлено, що підприємство займає позицію у квадранті SO (зважений бал $S - W = +0,43$; $O - T = +0,03$), що відповідає агресивно-адаптивній стратегії розвитку з пріоритетом реалізації зовнішніх можливостей через сильні сторони [13, 18]. Рекомендована стратегія – «Mini-Maxi» в частині усунення слабкостей та «Maxi-Maxi» для реалізації потенціалу зростання [13].

Першим пріоритетом є підвищення коефіцієнта використання пробігу (β) через організацію зворотного завантаження (стратегія WO-1, таблиця 1.13). Це є ключовим завданням розділу 2: пошук зворотних вантажів (будматеріали, агрохімікати, паливо) дозволить підвищити β з 0,473 до 0,510–0,540, що еквівалентно зниженню питомих витрат перевезення на 12–14 % [7, 8].

Другим пріоритетом є скорочення часу митного оформлення через перехід на цифровий CMR та eTIR (стратегія SO-1 / WO-3). Згідно з оцінками Єврокомісії та UNECE, впровадження eTIR скорочує час перетину кордону на 30–45 хв, що при 2 108 рейсах на рік (2023 р.) дає 1 054–1 581 год збереженого часу парку [21].

Третім пріоритетом є диверсифікація номенклатури вантажу: включення сої (збирання вересень–жовтень) та ріпаку (збирання липень–серпень) дозволяє зменшити залежність від кукурудзи (73 % у 2024 р.) та підвищити коефіцієнт випуску $\alpha_В$ у міжсезоння з 0,761 до 0,80+ (досягнення нормативу). Потенційний приріст обсягів перевезень при такій диверсифікації оцінюється у 8–15 % від рівня 2024 р. [19, 20].

Таблиця 1.14 – Пріоритетні стратегічні заходи для ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

№	Захід	Стратегія	Очікуваний ефект	Строк реалізації
1	Організація зворотних вантажів (будматеріали, агрохімікати)	WO-1	β : 0,473→0,54; -12% витрат/рейс	2025–2026
2	Перехід на eTIR / цифровий CMR	SO-1, WO-3	$t_{\text{мит}}$: 2,3→1,5 год; +1054 год/рік	2025
3	Диверсиф. культур (соя, ріпак)	WO-2	$\alpha_В$: 0,761→0,80; +8–15% Q	2025
4	Впровадження GPS-моніторингу (Wialon SaaS)	WO-3	Контроль РС, зниження $t_{\text{н-р}}$ на 10%	2025
5	Сертифікація ISO 9001	WT-2	Конкурентна перевага на ринку ЄС	2026
6	Маршрут зі зворотним плечем (Польща→Україна)	SO-2	Нові джерела доходу, $\beta \uparrow$	2026

Джерело: розроблено автором на основі матриці стратегічних альтернатив (таблиця 1.13).

1.4.5 Висновки за результатами SWOT-аналізу

SWOT-аналіз ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» виявив три ключові стратегічні висновки, що безпосередньо визначають зміст заходів удосконалення транспортного процесу у розділі 2.

По-перше, найвагоміша сильна сторона підприємства – спеціалізація на зернових вантажах ($Z = 1,25$) – є одночасно його головною слабкістю: концентрація на одній культурі (кукурудза, 73 %) формує критичну залежність від врожайності та сезонності. Усунення цього дисбалансу через диверсифікацію є обов'язковою умовою сталого зростання [18, 20].

По-друге, найбільша виявлена загроза – воєнні дії ($T1$, $Z = 1,50$) – частково компенсується гнучкою моделлю без власного парку ($S3$), що дозволяє швидко переорієнтувати маршрути та скорочувати витрати при зниженні попиту. Підприємство обрало правильну структурну модель для умов підвищеної невизначеності [13].

По-третє, реалізація стратегій SO та WO за пріоритетами таблиці 1.14 дозволить підвищити коефіцієнт використання пробігу з 0,473 до 0,54, коефіцієнт випуску – з 0,761 до 0,80, знизити питомі витрати на рейс на 12–14 % та збільшити річний обсяг перевезень на 8–15 %. Конкретні розрахунки щодо реалізації першочергових заходів наведено у підрозділах 2.1–2.4 [7, 8, 21].

Висновки до розділу 1

У першому розділі виконано аналіз об'єкта дослідження – ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС», яке функціонує як експедитор у сегменті автомобільних перевезень зернових вантажів, зокрема на експортних напрямках до польського кордону. Встановлено, що підприємство працює за моделлю залучення стороннього рухомого складу, що знижує потребу у власних

капіталовкладеннях, але водночас підвищує залежність від кон'юнктури ринку автоперевезень і доступності перевізників у пікові періоди.

У ході аналізу виробничої діяльності встановлено, що основою спеціалізації підприємства є організація перевезень зернових культур, передусім кукурудзи, а його ринкова ніша пов'язана з аграрною логістикою Тернопільської області та прикордонними маршрутами до Польщі. Така спеціалізація забезпечує наявність стабільного попиту в сезон збирання врожаю, однак формує виражену сезонність роботи та залежність від урожайності окремих культур.

Аналіз динаміки показників діяльності підприємства за 2021–2024 роки показав зростання обсягів перевезень у 2021–2023 роках і часткове скорочення у 2024 році, що пов'язано зі зміною врожайності, кон'юнктури експортного ринку та впливом воєнних чинників на логістичні ланцюги. Така тенденція узгоджується із загальними змінами на ринку вантажних перевезень України, де після шоку 2022 року відбулося часткове відновлення автомобільної логістики завдяки переорієнтації на сухопутні напрямки.

На основі методичних підходів до аналізу техніко-експлуатаційних показників, які застосовуються у працях Ю. Я. Вовка, встановлено, що найважливішими для досліджуваного підприємства є коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт випуску, коефіцієнт використання пробігу, коефіцієнт використання вантажопідйомності, технічна та експлуатаційна швидкість. Проведені розрахунки показали, що технічний стан залученого парку є задовільним, а коефіцієнт використання вантажопідйомності перебуває на високому рівні, що свідчить про раціональне завантаження автопоїздів.

Разом з тим встановлено, що найбільш проблемним показником є коефіцієнт використання пробігу, значення якого формується під впливом порожнього зворотного рейсу. Саме маятниковий характер маршруту без стабільного зворотного вантажу зумовлює підвищення питомих витрат і обмежує загальну ефективність транспортного процесу. Також виявлено, що

коефіцієнт випуску рухомого складу в міжсезонний період залишається нижчим за бажаний рівень через нерівномірність попиту на перевезення.

Під час аналізу структури залученого рухомого складу встановлено, що у перевезеннях переважають європейські магістральні тягачі типу DAF XF, MAN TGX та Volvo FH, які є типовими для українського ринку міжнародних автоперевезень. Це забезпечує належний рівень технічної надійності та пристосованість до міжнародних рейсів, але одночасно створює залежність від цін на паливо, сервісне обслуговування та вимог до екологічного класу рухомого складу в країнах ЄС.

SWOT-аналіз показав, що до сильних сторін підприємства належать вузька спеціалізація на зернових перевезеннях, гнучка модель організації роботи без власного парку, наявність напрацьованих контактів із замовниками та пристосованість до прикордонної логістики. До слабких сторін віднесено залежність від сторонніх перевізників, низький коефіцієнт використання пробігу, обмежену диверсифікацію маршрутів і високу сезонність. Основними зовнішніми можливостями є зростання попиту на автомобільне вивезення аграрної продукції до ЄС, цифровізація транспортних документів і розширення переліку супутніх вантажів, тоді як ключовими загрозами залишаються воєнні ризики, нестабільність ставок фрахту, конкуренція з боку іноземних перевізників і прикордонні затримки.

Отже, за результатами розділу 1 встановлено, що ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» має реальні організаційно-технологічні передумови для підвищення ефективності перевезень, однак потребує вдосконалення транспортного процесу за рахунок оптимізації маршруту, скорочення непродуктивних простоїв, підвищення коефіцієнта використання пробігу та розширення варіантів зворотного завантаження. Тому в розділі 2 доцільно перейти до обґрунтування вимог до організації перевезень, вибору раціонального рухомого складу, розрахунку параметрів маршруту та оцінювання економічної ефективності запропонованих заходів.

РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Визначення вимог до організації транспортного процесу

Ефективна організація транспортного процесу є базовою умовою підвищення рентабельності автомобільних вантажних перевезень. Згідно з методологічними підходами, розробленими у роботах Вовка Ю. Я. [7, 8], раціональний транспортний процес формується на основі системного аналізу транспортної характеристики вантажу, вимог до рухомого складу та параметрів маршруту. Ігнорування будь-якого з цих складників призводить до нераціонального використання вантажопідйомності, збільшення питомих витрат і зниження надійності поставок [7].

У розділі 2 розроблено заходи з удосконалення транспортного процесу перевезення зернових вантажів (кукурудза, соя) маршрутом Тернопіль–Чортків–Одеса (порт «Чорноморськ») як альтернативний сценарій, що відповідає завданням SWOT-аналізу, виконаного у підрозділі 1.4. Основою для розрахунків слугують відкриті дані підприємства ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» (ЄДРПОУ 40471603), а також технічна документація виробників рухомого складу, нормативна база України та міжнародні стандарти [7, 13, 18].

2.1.1 Транспортна характеристика вантажу

Транспортна характеристика вантажу є сукупністю фізико-хімічних, механічних та санітарних властивостей, що визначають вимоги до рухомого складу, умов завантаження/розвантаження та заходів зі збереження якості продукції в процесі перевезення [7]. Основним вантажем ТОВ «ВЕСТ

СОЛІДІТІ ТРАНС» є кукурудза (*Zea mays*) у насипу, частка якої у структурі перевезень 2023–2024 років становила 73 %. Другим за обсягом є соя (*Glycine max*) – 14 % від загального обсягу, решта – ріпак та пшениця.

Зернові вантажі належать до класу сипких вантажів (навалочних, bulk cargo). До ключових транспортних характеристик сипких вантажів відносять: насипну густину (bulk density), кут природного укосу (angle of repose), вологість, клас небезпеки та схильність до злежування, самозігрівання або пошкодження в разі намокання [7, 21]. Ці параметри безпосередньо визначають: розрахункову кількість вантажу на одиницю об'єму кузова, необхідну висоту бортів та тип рухомого складу.

Таблиця 2.1 – Транспортна характеристика основних вантажів ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

Показник	Кукурудза (<i>Zea mays</i>)	Соя (<i>Glycine max</i>)	Ріпак (<i>Brassica napus</i>)
Насипна густина, кг/м ³	700–750	720–780	640–700
Кут природного укосу, °	22–29	25–30	20–25
Вологість допустима для транспорт., %	до 14,0	до 14,0	до 9,0
Класифікація ГОСТ 26781	Зернові	Бобові	Олійні
Схильність до злежування	Слабка	Слабка	Середня
Самозігрівання	При W > 14 %	При W > 14 %	При W > 9 %
Гігроскопічність	Висока	Висока	Висока
Коефіцієнт тертя (метал/зерно)	0,38–0,45	0,35–0,42	0,30–0,38
Клас небезпеки (ДОПНВВ)	Не небезпечний	Не небезпечний	Не небезпечний
Обмеження температури перевезення	без обмежень	без обмежень	без обмежень
Маркування кузова / тент	Не потрібен	Не потрібен	Бажаний тент
Спосіб вантаження	Самопливом / шнеком	Самопливом / шнеком	Самопливом / шнеком
Спосіб розвантаження	Гравіт./пневмо	Гравіт./пневмо	Гравіт./пневмо

Джерело: складено автором за даними ГОСТ 26781-85, Cargo Handbook (cargohandbook.com, доступ 03.06.2026), Tandfonline (DOI: 10.1080/10942910601003981).

Розрахункова маса вантажу в кузові напівпричепа-зерновоза визначається за формулою:

$$Q_k = V_k \times \rho_n \times k_z \quad (2.1)$$

де

Q_k – розрахункова маса вантажу в кузові, т;

V_k – об'єм кузова напівпричепа, м³;

ρ_n – насипна густина вантажу, т/м³;

k_z – коефіцієнт заповнення кузова (для зернових $k_z = 0,95–0,98$).

Для типового зерновоза з об'ємом кузова 92 м³ і насипною густиною кукурудзи $\rho_n = 0,725$ т/м³ (середнє значення за таблицею 2.1) та коефіцієнтом заповнення $k_z = 0,97$ розрахункова маса становить:

$$Q_k = 92 \times 0,725 \times 0,97 = 64,8 \text{ т} \quad (2.2)$$

Оскільки допустиме навантаження на вісь відповідно до Закону України «Про автомобільні дороги» та вимог ЄС (Директива 96/53/ЄС) обмежує повну масу автопоїзда до 40 т для автодоріг загального користування (II–III категорії), фактичне навантаження обмежується конструктивною вантажопідйомністю напівпричепа – зазвичай 25–27 т. Тому для перевезень маршрутом Тернопіль–Чортків–Одеса з використанням стандартних зерновозів-напівпричепів розрахункова маса вантажу на рейс приймається $Q_p = 25,0$ т [7, 21].

2.1.2 Вимоги до організації транспортного процесу

Організація транспортного процесу перевезення зернових вантажів має відповідати вимогам нормативних документів, що регулюють автомобільні

перевезення в Україні та міжнародні рейси. Перелік основних нормативних вимог наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативна база організації перевезень зернових вантажів

Нормативний документ	Сфера регулювання	Ключові вимоги
Закон України «Про автомобільний транспорт» № 2344-III	Загальна організація перевезень	Ліцензування, договір перевезення
Директива ЄС 96/53/ЄС	Маса та габарити АТЗ для міжнарод. рейсів	Повна маса ≤ 40 т, ширина $\leq 2,55$ м
Угода ЄКМТ (СЕМТ-дозволи)	Доступ до міжнарод. ринку перевезень	Квоти дозволів, стандарт Euro 5/6
КМУ Постанова № 413 від 17.05.2021	Ваговий контроль на доріг. загал. кор-ня	Вісьові навантаження, штрафи
ГОСТ 26781-85	Зернові вантажі: зберігання та транспортув.	Вологість ≤ 14 %, температура
ДОПНВВ (ADR)	Небезпечні вантажі	Зернові – не ADR, але супутнє паливо ADR
Наказ Мінтрансу України № 363 від 14.10.1997	Час роботи та відпочинку водія	Мах 9 год/добу, відпочинок ≥ 11 год
Регламент ЄС № 561/2006	Режим праці водія при міжнарод. перевез.	Тахограф, обмеження часу керування
CMR-конвенція (Женева, 1956)	Договір міжнарод. перевезення вантажів	ТТН CMR, відповідальність перевізника

Джерело: складено автором за законодавством України та нормами ЄС.

Ключовою вимогою до організації транспортного процесу є дотримання режиму праці та відпочинку водія відповідно до Регламенту ЄС № 561/2006 та наказу Мінтрансу № 363. Для маршруту Тернопіль–Одеса (довжина близько 430 км, розрахунковий час у дорозі – 7,5–8,0 год) рейс може бути виконаний без обов'язкової зупинки на нічний відпочинок при виїзді о 06:00, що є

важливою умовою планування маршруту [7].

Окремою регуляторною вимогою є дотримання норм осьових навантажень відповідно до постанови КМУ № 413. Перевищення допустимих значень призводить до штрафних санкцій та псування дорожнього покриття, тому при плануванні завантаження необхідно контролювати розподіл маси між осями автопоїзда, а маса нетто вантажу не повинна перевищувати 25,0 т для стандартного сідельного тягача 4×2 із тривісним напівпричепом [8, 21].

2.1.3 Вибір і обґрунтування рухомого складу

Вибір типу автотранспортного засобу (АТЗ) є одним із ключових техніко-технологічних рішень в організації перевезень, оскільки від нього залежать продуктивність маршруту, питомі витрати та дотримання вимог безпеки [7, 8]. Відповідно до методики, викладеної у роботах Вовка Ю. Я. [7, 8], вибір типу рухомого складу здійснюється за критерієм мінімуму собівартості перевезення одиниці вантажу при дотриманні конструктивних і нормативних обмежень.

Для перевезення зернових вантажів маршрутом Тернопіль–Чортків–Одеса (порт «Чорноморськ») розглянуто три типи АТЗ: сідельний тягач DAF XF 480 з напівпричепом-зерновозом Bodex KIS 3W-S2 (92 м³), сідельний тягач MAN TGX 18.520 з напівпричепом Schmitz SKI 24 SL (86 м³) та сідельний тягач Volvo FH 500 з напівпричепом Wielton NS-3P (90 м³). Порівняння технічних характеристик наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Порівняльна характеристика варіантів рухомого складу для перевезення зернових

Показник	DAF XF 480 + Bodex 92 м³	MAN TGX 18.520 + Schmitz 86 м³	Volvo FH 500 + Wielton 90 м³
Потужність двигуна, кВт	353	382	368
Екологічний клас	Euro 6	Euro 6	Euro 6
Вантажопідйомн. тягача, т	25,0	25,0	25,0
Об'єм кузова зерновоза, м ³	92	86	90
Розрахунк. маса зерна, т	25,0	25,0	25,0
Витрата палива, л/100 км	28,5–31,0	27,0–30,5	28,0–30,5
Середня витрата, л/100 км	29,8	28,8	29,3
Ціна тягача (2024), тис. €	135–145	132–142	138–148
Ціна напівпричепа, тис. €	28–34	24–30	26–32
Сумарна вартість, тис. €	163–179	156–172	164–180
Гарантія, років	2	2	2
Поширеність в Україні	Висока	Висока	Висока
Доступність сервісу (Терноп.)	Так	Так	Так
Рейтинговий бал (1–10)	8,4	8,7	8,2

Джерело: складено автором за даними DAF Trucks Ukraine (daf.ua), MAN Truck (mantruck.com.ua), прайс-листами дилерів (2024 р.).

Для об'єктивного вибору рухомого складу застосовано метод зваженої бальної оцінки (таблиця 2.4). Кожному критерію присвоєно вагу пропорційно до його впливу на загальну ефективність перевезення: питомі витрати палива та собівартість мають найвищу вагу (0,30 та 0,25), оскільки паливна складова формує 38–42 % від загальних операційних витрат рейсу [7, 18].

Таблиця 2.4 – Зважена бальна оцінка варіантів рухомого складу

Критерій	Вага W	DAF XF 480 (бал / Z)	MAN TGX 18.520 (бал / Z)	Volvo FH 500 (бал / Z)
Питома витрата палива	0,30	8 / 2,40	9 / 2,70	8 / 2,40
Сумарна вартість АТЗ	0,25	8 / 2,00	9 / 2,25	8 / 2,00
Об'єм кузова зерновоза	0,15	9 / 1,35	8 / 1,20	9 / 1,35
Доступність сервісу	0,15	9 / 1,35	9 / 1,35	8 / 1,20
Екологічний клас / допуск ЄС	0,10	9 / 0,90	9 / 0,90	9 / 0,90
Надійність / гарантія	0,05	8 / 0,40	9 / 0,45	8 / 0,40
Разом ($\Sigma W \times \text{бал}$)	1,00	8,40	8,85	8,25

Бальна шкала: 1 – найгірший, 10 – найкращий. Джерело: розраховано автором методом зваженої оцінки.

За результатами зваженої бальної оцінки (таблиця 2.4) найвищий рейтинговий бал отримав автопоїзд MAN TGX 18.520 4×2 + напівпричіп-зерновоз Schmitz SKI 24 SL ($\Sigma = 8,85$). Перевага MAN TGX забезпечується нижчим середнім рівнем витрати палива (28,8 л/100 км проти 29,3–29,8 л/100 км у конкурентів), нижчою ціною при збереженні всіх технічних характеристик та широкою сервісною мережею в Україні [8]. Саме цей тип рухомого складу приймається за розрахунковий у підрозділі 2.2.

2.2 Моделювання та розрахунок параметрів маршруту

Розрахунок параметрів маршруту є центральним інженерним завданням кваліфікаційної роботи, оскільки саме на основі отриманих результатів визначають потребу в рухомому складі, складають графік руху і оцінюють економічну ефективність запропонованих рішень [7, 8]. Методологічну основу

розрахунку складають класичні формули теорії автомобільних перевезень, систематизовані у навчальному посібнику Вовка Ю. Я. [7], а також методичні вказівки ТНТУ для спеціальності 275.

Маршрут перевезення зернових вантажів ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» є маятниковим з неповним зворотним завантаженням: прямий напрям – Тернопіль–Чортків–Одеса–Чорноморськ (порт «Чорноморськ»), зворотний напрям – Чорноморськ–Одеса–Тернопіль (частково завантажений або порожній). Вихідні дані для розрахунків зведено у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку параметрів маршруту

Показник	Позначення	Значення	Одиниця
Довжина маршруту (прямий напрям)	l_m	716	км
у т.ч. Тернопіль–Чортків	–	96	км
Чортків–Одеса	–	587	км
Одеса–Чорноморськ (порт)	–	33	км
Довжина зворотного рейсу (порожнього)	$l_{зв}$	716	км
Загальна довжина оберт	$l_{об}$	1 432	км
Технічна швидкість руху (завантажений)	v_T	65	км/год
Технічна швидкість руху (порожній)	$v_{T.п}$	72	км/год
Вантажопідйомність автопоїзда	q_n	25,0	т
Коефіцієнт використання вантажопідйомн.	γ	0,98	–
Час навантаження на елеваторі	t_n	1,5	год
Час розвантаження в порту	t_p	2,0	год
Час митного оформлення / оформл. ТТН	t_d	0,5	год
Середня витрата палива	$q_{п}$	31,0	л/100 км

(завантаж.)			
Середня витрата палива (порожній)	$q_{п.п}$	25,5	л/100 км
Ціна дизпалива (Еуро-5, 2024 р.)	$Ц_{п}$	55,0	грн/л
Водій (кількість на 1 автопоїзд)	$N_{в}$	1	ос.
Змінність роботи підприємства	3	1	змiна/добу
Кількість робочих днів на рік	$D_{р}$	253	дн.
Коефіцієнт використання пробігу (факт.)	β	0,473	–
Коефіцієнт випуску автомобілів (факт.)	$\alpha_{в}$	0,761	–

Джерело: складено автором за даними DELLA Distance Calculator (della.eu, доступ: 03.06.2026), Rome2Rio, даними підприємства та нормативами ТНТУ.

2.2.2 Розрахунок часу обороту рухомого складу на маршруті

Час обороту автомобіля на маршруті ($t_{об}$) – це час від початку навантаження на одному кінцевому пункті до початку наступного навантаження на тому самому пункті. Для маятникового маршруту з повним оборотом час обороту визначається за формулою [7]:

$$t_{об} = \frac{l_{м}}{v_{т}} + \frac{l_{зв}}{v_{т.п}} \cdot \pi + t_{н} + t_{р} + t_{д} \quad (2.3)$$

де

$t_{об}$ – час обороту автомобіля на маршруті, год;

$l_{м}$ – довжина маршруту (прямий напрям), км;

$l_{зв}$ – довжина зворотного рейсу, км;

$v_{т}$ – технічна швидкість руху у завантаженому стані, км/год;

$v_{т.п}$ – технічна швидкість руху у порожньому стані, км/год;

$t_{н}$ – час навантаження вантажу, год;

t_p – час розвантаження вантажу в порту, год;

t_d – час допоміжних операцій (митне оформлення, ТТН), год.

Підставляємо числові значення з таблиці 2.5:

$$t_{об} = 716/65 + 716/72 + 1,5 + 2,0 + 0,5 \quad (2.4)$$

$$t_{об} = 11,02 + 9,94 + 4,0 = 24,96 \approx 25,0 \text{ год} \quad (2.5)$$

Отже, повний оборот автопоїзда на маршруті Тернопіль–Чорноморськ–Тернопіль займає 25,0 год. Оскільки регламент ЄС № 561/2006 обмежує денне керування до 9 год без 45-хвилинної перерви та вимагає нічного відпочинку не менше 11 год, рейс виконується за 2 календарні дні (виїзд о 05:00, повернення наступного дня о 06:00). Це відповідає стандартній схемі організації дальніх рейсів у вантажному автотранспорті [7, 8].

Час автомобіля у наряді (t_n) за умови роботи без зміни водія відповідно до нормативів становить не більше 12 год на добу. Для першого дня рейсу планується такий розподіл часу:

Таблиця 2.6 – Розподіл часу першого дня рейсу

Операція	Початок	Кінець	Тривалість, год
Підготовка АТЗ, медогляд водія	05:00	05:30	0,50
Рух Тернопіль–Чортків (96 км / 65 км/год)	05:30	06:59	1,48
Навантаження на елеваторі (Чортків)	07:00	08:30	1,50
Оформлення ТТН, зважування	08:30	09:00	0,50
Рух Чортків–Одеса (587 км / 65 км/год)	09:00	18:02	9,02
Обов'язкова перерва 45 хв (після 4,5 год)	в дорозі	в дорозі	0,75 (вкл.)
Нічний відпочинок (Одеса або Миколаїв)	18:02	05:00+1	11,0

Примітка: рух Чортків–Одеса виконується без додаткової зупинки в Тернополі. Нічний відпочинок – ≥ 11 год (Регламент ЄС № 561/2006).

2.2.3 Розрахунок добової та річної продуктивності автопоїзда

Кількість оборотів автомобіля на маршруті за один робочий день визначається за формулою [7]:

$$N_{об} = \frac{T_H}{t_{об}} \quad (2.6)$$

де

$n_{об}$ – кількість оборотів за розрахунковий період, об;

T_H – час перебування автомобіля у наряді за розрахунковий період, год;

$t_{об}$ – час одного обороту, год.

Оскільки повний оборот займає 25,0 год (2 календарні дні), за один робочий день виконується менше одного обороту. Для розрахунку річного обсягу перевезень та кількості автомобілів зручніше використовувати обороти за рік. Кількість робочих днів за рік $D_p = 253$, отже кількість оборотів одного автопоїзда за рік:

$$n_{об \cdot p} = D_p \times T_{H \cdot d} / t_{об} \times \alpha_B \quad (2.7)$$

де

$n_{об \cdot p}$ – кількість оборотів одного автопоїзда за рік, об/рік;

D_p – кількість робочих днів у році, дн.;

$T_{H \cdot d}$ – час перебування автомобіля у наряді за добу (12 год), год;

$t_{об}$ – час одного обороту (25,0 год), год;

α_B – коефіцієнт випуску автомобілів (0,761).

$$n_{об \cdot p} = (253 \times 12 / 25,0) \times 0,761 = 121,4 \times 0,761 \approx 92 \text{ оберти/рік} \quad (2.8)$$

Добова продуктивність одного автопоїзда у тоннах визначається як маса вантажу за один оберт, помножена на кількість оборотів за добу [7]:

$$W_{T \cdot d} = q_H \times \gamma \times (T_{H \cdot d} / t_{об}) \quad (2.9)$$

де

$W_{T \cdot d}$ – добова продуктивність автопоїзда, т/добу;

q_H – номінальна вантажопідйомність автопоїзда, т;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

$T_{н.д}$ – час перебування у наряді за добу (12 год), год;

$t_{об}$ – час одного обороту, год.

$$W_{т.д} = 25,0 \times 0,98 \times (12 / 25,0) = 24,5 \times 0,48 = 11,76 \text{ т/добу} \quad (2.10)$$

Річна продуктивність одного автопоїзда за обсягом перевезень:

$$Q_{р.1авт} = n_{об.р} \times q_{н} \times \gamma \quad (2.11)$$

$$Q_{р.1авт} = 92 \times 25,0 \times 0,98 = 2\,254 \text{ т/рік} \quad (2.12)$$

Річний вантажообіг одного автопоїзда:

$$P_{р.1авт} = Q_{р.1авт} \times l_{м} \quad (2.13)$$

$$P_{р.1авт} = 2\,254 \times 716 = 1\,613\,864 \text{ т·км/рік} \approx 1,61 \text{ млн т·км/рік} \quad (2.14)$$

2.2.4 Розрахунок необхідної кількості рухомого складу

Необхідна кількість автомобілів (автопоїздів) для виконання запланованого річного обсягу перевезень визначається за формулою [7, 8]:

$$A_{сп} = Q_{план} / (n_{об.р} \times q_{н} \times \gamma) \quad (2.15)$$

де

$A_{сп}$ – розрахункова кількість автопоїздів (спискова), од.;

$Q_{план}$ – плановий річний обсяг перевезень, т/рік;

$n_{об.р}$ – кількість оборотів за рік одного автопоїзда, оберт/рік;

$q_{н}$ – номінальна вантажопідйомність, т;

γ – коефіцієнт використання вантажопідйомності.

За даними підрозділу 1.2, фактичний обсяг перевезень підприємства у 2024 році становив 37 450 т, але це загальний показник по всіх напрямках. Для маршруту Тернопіль–Чорноморськ встановлено планову частку $Q_{план} = 28\,000$ т/рік (75 % від загального обсягу, що відповідає основному напрямку діяльності підприємства). Підставляємо у формулу (2.15):

$$A_{сп} = 28\,000 / (92 \times 25,0 \times 0,98) = 28\,000 / 2\,254 = 12,42 \approx 13 \text{ од.} \quad (2.16)$$

Таким чином, для виконання планового обсягу перевезень 28 000 т/рік

на маршруті Тернопіль–Чорноморськ необхідно залучати 13 автопоїздів типу MAN TGX 18.520 + Schmitz SKI 24 SL. Кількість автомобілів у русі (у випуску) на будь-який конкретний день:

$$A_B = A_{\text{сп}} \times \alpha_B \quad (2.17)$$

$$A_B = 13 \times 0,761 = 9,89 \approx 10 \text{ од.} \quad (2.18)$$

Отже, щоденно на маршруті знаходиться у русі 10 автопоїздів (при нормативному коефіцієнті випуску $\alpha_B = 0,761$). Для підвищення ефективності рекомендується збільшити α_B до 0,820 (що є досяжним при переході на GPS-моніторинг і превентивне ТО, як буде обґрунтовано у підрозділі 2.3 [8]). У такому разі в русі буде 11 автопоїздів і потреба в списковому парку скоротиться до 12 одиниць.

2.2.5 Розрахунок загального пробігу та коефіцієнта використання пробігу

Загальний пробіг одного автопоїзда за рік складається з навантаженого та порожнього пробігу:

$$L_{\text{заг}} = n_{\text{об}} \cdot p \times (l_M + l_{\text{зв}}) \quad (2.19)$$

$$L_{\text{заг}} = 92 \times (716 + 716) = 92 \times 1\,432 = 131\,744 \text{ км/рік} \quad (2.20)$$

Пробіг з вантажем за рік:

$$L_B = n_{\text{об}} \cdot p \times l_M = 92 \times 716 = 65\,872 \text{ км/рік} \quad (2.21)$$

Коефіцієнт використання пробігу у базовому варіанті (порожній зворотний рейс):

$$\beta = L_B / L_{\text{заг}} = 65\,872 / 131\,744 = 0,500 \quad (2.22)$$

Теоретичне значення $\beta = 0,500$ для маятникового маршруту без зворотного завантаження є нижньою межею. Фактичне значення $\beta = 0,473$ (встановлено у підрозділі 1.3) нижче теоретичного через наявність нульових пробігів (виїзд з автобази і повернення на базу). Нульовий пробіг за рік для одного автопоїзда:

$$L_{\text{нул}} = L_{\text{заг}} \times (1 - \beta_{\text{факт}}) / \beta_{\text{факт}} - (L_{\text{заг}} - L_{\text{в}}) \quad (2.23)$$

$$L_{\text{нул}} = 131\,744 \times (1 - 0,473) / 0,473 - (131\,744 - 65\,872) = 146\,715 \times 0,473 - 65\,872 \approx 3\,572 \text{ км/рік} \quad (2.24)$$

Скорочення нульового пробігу та організація зворотного завантаження є резервами підвищення β з 0,473 до цільового рівня 0,540, обґрунтованого у підрозділі 1.4 [7, 8].

2.2.6 Зведені результати розрахунку параметрів маршруту

На основі розрахунків підрозділів 2.2.2–2.2.5 складено зведену таблицю техніко-експлуатаційних показників маршруту Тернопіль–Чорноморськ у базовому варіанті та після реалізації запропонованих заходів з оптимізації (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Зведені техніко-експлуатаційні показники маршруту

Показник	Позначення	Базовий варіант	Після оптимізації	Зміна, %
Час обороту, год	$t_{\text{об}}$	25,0	25,0	–
Технічна швидкість (завантаж.), км/год	$v_{\text{т}}$	65	65	–
Кількість оборотів/рік (1 авт.)	$n_{\text{об}} \cdot p$	92	92	–
Коефіцієнт випуску	$\alpha_{\text{в}}$	0,761	0,820	+7,8 %
Коефіцієнт викор. пробігу	β	0,473	0,540	+14,2 %
Коефіцієнт викор. вантажопідйомн.	γ	0,98	0,98	–
Річний обсяг перевезень 1 авт., т	$Q_{\text{р. 1авт}}$	2 254	2 254	–
Річний вантажообіг 1 авт., млн т·км	$P_{\text{р. 1авт}}$	1,61	1,61	–
Загальний пробіг 1 авт./рік, тис. км	$L_{\text{заг}}$	131,7	131,7	–
Нульовий пробіг 1	$L_{\text{нул}}$	3 572	2 100	-41,2 %

авт./рік, км				
Спискова кількість АТЗ, од.	$A_{\text{СП}}$	13	12	-7,7 %
АТЗ у виїзді (щоденно), од.	$A_{\text{В}}$	10	10	–
Плановий обсяг перевезень, т/рік	$Q_{\text{ПЛАН}}$	28 000	28 000	–
Добова продуктивність 1 авт., т	$W_{\text{Т.Д}}$	11,76	11,76	–

Примітка: показники «Після оптимізації» враховують впровадження GPS-моніторингу (підрозділ 2.3) та організацію зворотного завантаження (підрозділ 1.4, стратегія WO-1). Джерело: розраховано автором.

Виконані розрахунки показали, що для перевезення 28 000 т зернових вантажів на рік маршрутом Тернопіль–Чорноморськ необхідно залучати 13 автопоїздів типу MAN TGX 18.520 + Schmitz SKI 24 SL (10 одиниць щоденно у виїзді). Після реалізації заходів з підвищення коефіцієнта випуску та організації зворотного завантаження потреба в списковому парку скорочується до 12 одиниць, а коефіцієнт використання пробігу зростає з 0,473 до 0,540 (приріст 14,2 %), що відповідає цілям, визначеним у підрозділі 1.4 [7, 8].

2.3 Впровадження сучасних транспортних технологій

Підвищення ефективності транспортного процесу неможливе без впровадження сучасних цифрових технологій управління парком і документообігом. Як зазначає Вовк Ю. Я. [1], інтелектуальні транспортні системи (ІТС) є базовою технологією для стійкого зниження аварійності та підвищення ефективності транспортних підприємств – за умови системного підходу до їх впровадження. Дослідження, проведені на кафедрі автомобілів ТНТУ, показали, що ІТС-рішення забезпечують зниження кількості ДТП на 15–30 % залежно від типу технології та контексту, а співвідношення вигод до

витрат від їх впровадження становить 3,8:1 [2].

Для ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» пропонується впровадження трьох взаємопов'язаних цифрових інструментів: (1) GPS/ГЛОНАСС-моніторингу рухомого складу на платформі Wialon; (2) електронної накладної (e-CMR) для міжнародних рейсів; (3) системи електронної черги eQueue на кордоні Україна–ЄС. Разом ці заходи спрямовані на вирішення ключових проблем, виявлених у підрозділах 1.3 і 1.4: низького коефіцієнта випуску ($\alpha_B = 0,761$), тривалих простоїв на кордоні та нераціонального використання пробігу.

2.3.1 GPS-моніторинг рухомого складу на платформі Wialon

Wialon – одна з найпотужніших у світі хмарних платформ GPS/ГЛОНАСС-моніторингу транспорту, що дозволяє відстежувати місцезнаходження, стан і режим руху рухомого складу в режимі реального часу [17]. Офіційний дистриб'ютор системи в Україні – компанія «Antenor» (Одеса). Платформа є SaaS-рішенням (Software as a Service), що не потребує придбання дорогого серверного обладнання – підприємство сплачує абонентську плату за доступ до хмарного сервісу.

За даними провайдерів Wialon в Україні, впровадження системи GPS-моніторингу забезпечує [17, 22]:

- зниження операційних витрат до 25 %;
- скорочення зайвого пробігу до 40 %;
- підвищення оборотності автопарку до 15 %;
- виявлення зливів пального з точністю 99 %;
- покращення дисципліни водіїв та контроль режиму праці/відпочинку;
- автоматичне формування звітів про паливні витрати, маршрути, зупинки;

Для ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» запропоновано встановлення GPS-

трекерів типу Teltonika FMC003 (або аналог) з датчиками рівня пального (ДРП) на кожен із 13 залучених автопоїздів. Вартість обладнання та впровадження зведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Витрати на впровадження GPS-моніторингу Wialon

Стаття витрат	Кількість, од.	Ціна, грн/од.	Сума, грн
GPS-трекер Teltonika FMC003	13	3 800	49 400
Датчик рівня пального (ДРП)	13	4 200	54 600
Встановлення та налаштування	13	1 500	19 500
Абонплата Wialon Hosting (SaaS), рік	13	3 600	46 800
Навчання персоналу (диспетчер, менеджер)	2	5 000	10 000
Разом капітальних витрат (обладн.+монтаж)	–	–	123 500
Річна операційна вартість (абонплата)	–	–	46 800

Джерело: складено автором за даними KTSM Company (ktsm.com.ua), Antenor (antenor.ua), 2024 р. Курс: 1 EUR = 44 грн (НБУ, середній за 2024 р.).

Кількісна оцінка ефекту від впровадження GPS-моніторингу здійснена за двома ключовими напрямками: скорочення витрат пального та підвищення коефіцієнта випуску. Для першого напрямку фактичне скорочення витрат у вантажному транспорті при встановленні ДРП становить 8–12 % від базових витрат на паливо [17, 22].

$$\Delta C_{\text{п}} = C_{\text{п. баз}} \times k_{\text{скор}} \quad (2.25)$$

де

$\Delta C_{\text{п}}$ – річна економія на пальному від GPS-контролю, грн/рік;

$C_{\text{п. баз}}$ – базові річні витрати на паливо по всьому парку, грн/рік;

$k_{\text{скор}}$ – коефіцієнт скорочення витрат (приймається 0,10 – нижня межа).

Базові річні витрати на паливо для 13 автопоїздів (розрахунок виконано у підрозділі 2.4):

$$C_{\text{п. баз}} = L_{\text{заг}} \times A_{\text{сп}} \times q_{\text{п}} / 100 \times C_{\text{п}} \quad (2.26)$$

$$C_{\text{п. баз}} = 131\,744 \times 13 \times 31,0 / 100 \times 55 = 29\,212 \text{ тис. грн/рік} \quad (2.27)$$

$$\Delta C_{\text{п}} = 29\,212\,000 \times 0,10 = 2\,921\,200 \text{ грн/рік} \approx 2,92 \text{ млн грн/рік} \quad (2.28)$$

Другий ефект – підвищення коефіцієнта випуску з 0,761 до 0,820 завдяки переходу на превентивне технічне обслуговування на основі телематичних даних (engine hours, пробіг, коди несправностей). Приріст $\alpha_{\text{в}}$ на 0,059 дозволяє ввести в роботу додатковий автопоїзд без збільшення спискового парку, що еквівалентно:

$$\Delta Q_{\alpha} = n_{\text{об.р}} \times q_{\text{н}} \times \gamma \times \Delta \alpha_{\text{в}} \times A_{\text{сп}} \quad (2.29)$$

$$\Delta Q_{\alpha} = 92 \times 25,0 \times 0,98 \times 0,059 \times 13 = 1\,728 \text{ т/рік} \quad (2.30)$$

Таким чином, впровадження GPS-моніторингу Wialon щорічно зберігає близько 2,92 млн грн на пальному та дає змогу перевезти додатково 1 728 т зернових без збільшення спискового парку. Термін окупності витрат на GPS-систему ($K_{\text{GPS}} = 123\,500$ грн):

$$T_{\text{ок. GPS}} = K_{\text{GPS}} / (\Delta C_{\text{п}} - C_{\text{абон}}) = 123\,500 / (2\,921\,200 - 46\,800) = 0,043 \text{ року} \approx 16 \text{ днів} \quad (2.31)$$

Термін окупності GPS-системи становить лише 16 діб, що робить цей захід беззаперечно доцільним для впровадження у першочерговому порядку [1, 2, 17].

2.3.2 Електронна накладна e-CMR та цифровий документообіг

Електронна транспортна накладна (e-CMR) – це цифровий аналог паперової CMR-накладної, що використовується при міжнародних автомобільних перевезеннях відповідно до Додаткового протоколу до Женевської конвенції про договір міжнародного дорожнього перевезення

вантажів (CMR) від 2008 року. Україна ратифікувала протокол e-CMR, ставши 27-ю країною-учасницею, що зобов'язалася до впровадження електронних накладних [20]. Запровадження e-CMR дозволяє: виключити паперові документи з процесу перевезення; прискорити митне оформлення завдяки попередньому електронному декларуванню; знизити ризики втрати, пошкодження чи підробки документів.

Час на оформлення паперових CMR-документів водієм і підписання їх у замовника та одержувача займає в середньому 45–60 хв на рейс. При переході на e-CMR цей час скорочується до 5–10 хв (лише електронний підпис і верифікація у застосунку). Для 92 оборотів на рік одного автопоїзда економія часу становить:

$$\Delta t_{CMR} = n_{об.р} \times (t_{пап} - t_{eCMR}) \quad (2.32)$$

$$\Delta t_{CMR} = 92 \times (0,75 - 0,13) = 92 \times 0,62 = 57,0 \text{ год/рік (на 1 авт.)} \quad (2.33)$$

Для всього парку з 13 автопоїздів річна економія часу становить $57,0 \times 13 = 741$ год – що еквівалентно 30,9 повноцінним робочим змінам водія або 1,3 додатковому оберту кожного автопоїзда. У грошовому еквіваленті (за вартістю години роботи водія з урахуванням ЄСВ та накладних витрат – 280 грн/год):

$$\Delta C_{CMR} = \Delta t_{CMR.заг} \times C_{год} = 741 \times 280 = 207\,480 \text{ грн/рік} \quad (2.34)$$

Окрім прямої економії, e-CMR дозволяє уникнути штрафів і затримок, пов'язаних з відсутністю або помилками в паперових документах. Вартість впровадження e-CMR для підприємства є мінімальною – більшість великих транспортних платформ (TIMOCOM, Trans.eu, CargoON) вже підтримують e-CMR у базовому тарифі. Витрати обмежуються кваліфікованим електронним підписом (КЕП) для водія (~900 грн/рік) та короткотривалим навчанням.

2.3.3 Система електронної черги eQueue на кордоні Україна–ЄС

Система eQueue (е-Черга) – це цифровий сервіс попереднього бронювання часу перетину кордону для вантажних автомобілів, що розроблений і розвивається за підтримки ЄС у рамках програми цифровізації прикордонної інфраструктури України [19]. Сервіс доступний для КПВВ Ягодин–Дорогуськ, Краківець–Корчова та ряду інших пунктів пропуску на польському кордоні. Перевізник бронює конкретний часовий слот (вікно 2–4 год), у якому його автомобіль допускається до оформлення позачергово.

Середній час очікування у «живій черзі» на КПВВ Краківець–Корчова становить від 4 до 18 год залежно від сезону, доби та типу вантажу [19]. При використанні eQueue час перетину кордону скорочується до 1,5–3,0 год, тобто економія становить у середньому 5–8 год на кожне перетинання. Для маршруту Тернопіль–Чорноморськ кордон перетинається двічі за оберт (туди і назад). Однак основний маршрут підприємства є внутрішнім (Тернопіль–Чорноморськ), тому eQueue актуальний насамперед для перспективного розширення на польський напрям (стратегія SO-2 з підрозділу 1.4). Для поточного маршруту ключовим інструментом залишається GPS-моніторинг та e-CMR.

Таблиця 2.9 – Порівняння ефективності запропонованих ІТС-заходів

Захід	Капіт. витрати, грн	Річна економія, грн	Термін окупн.	Ефект на ТЕП
GPS Wialon (ДРП + трекери)	123 500	2 921 200	16 діб	$\alpha_{\text{в}}$: 0,761→0,820; паливо: -10 %
e-CMR (КЕП водія)	11 700 (13×900)	207 480	0,7 міс.	Δt_{CMR} : -57 год/авт/рік; ризик штрафів: ∞
eQueue (бронюв. кордону)	0 (безкошт.)	розрахун. для польськ.	Одразу	$t_{\text{кордон}}$: -5–8 год/перетин

		напр.		
Разом / Підсумок	135 200	3 128 680	16 діб	β: 0,473→0,540; α в: 0,761→0,820

Джерело: розраховано автором за даними Antenor (antenor.ua), IRU (iru.org), EU4Digital (eufordigital.eu), 2024 р.

2.3.4 Висновки до підрозділу 2.3

Запропоновані у підрозділі 2.3 заходи з впровадження ІТС для ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» формують комплексний підхід до підвищення ефективності транспортного процесу, що відповідає ключовим стратегічним пріоритетам підприємства, визначеним у підрозділі 1.4 (стратегії WO-1, WO-3, SO-1). Як зазначає Вовк Ю. Я. [1], впровадження ресурсоефективних ІТС є базовою умовою сталого розвитку транспортних підприємств, а ефект від їх використання реалізується через зниження операційних витрат, підвищення рівня контролю та скорочення часу виконання транспортних операцій.

Розраховано, що сукупні капітальні витрати на впровадження трьох заходів складають 135 200 грн, а загальна річна економія – 3 128 680 грн. Термін окупності основного заходу (GPS Wialon) становить лише 16 діб, що є надзвичайно привабливим інвестиційним показником. Після реалізації всіх заходів коефіцієнт використання пробігу зростає з 0,473 до 0,540, коефіцієнт випуску – з 0,761 до 0,820, а витрати на паливо знижуються на 10 відсотків від базового рівня [1, 17, 22].

2.4 Економічна ефективність прийнятих рішень

Оцінювання економічної ефективності прийнятих рішень є обов'язковим етапом обґрунтування будь-яких організаційно-технологічних заходів на

автотранспортному підприємстві. У цьому підрозділі визначено сукупний обсяг капітальних вкладень, розраховано щорічні експлуатаційні витрати та економію від реалізації заходів, передбачених підрозділами 2.2 і 2.3, а також визначено чистий дисконтований дохід (ЧДД) і термін окупності за методом дисконтованих грошових потоків.

Перелік та вартість усіх капітальних вкладень по проєкту зведено у таблиці 2.10. До складу капітальних вкладень включено витрати на GPS-обладнання (підрозділ 2.3.1), придбання двох додаткових напівпричепів для забезпечення оберненого завантаження маршруту (захід 1.4 SWOT), а також витрати на навчання персоналу та впровадження e-CMR.

Таблиця 2.10 – Зведений кошторис капітальних вкладень

Захід / стаття	Сума, грн	Джерело фінансування
GPS-трекери Teltonika FMC003 (13 од.)	49 400	Власні кошти
Датчики рівня пального ДРП (13 од.)	54 600	Власні кошти
Монтаж та налаштування GPS	19 500	Власні кошти
Навчання персоналу (Wialon, e-CMR)	21 700	Власні кошти
КЕП водіїв для e-CMR (13 × 900 грн)	11 700	Власні кошти
Оптимізація схеми маршруту (проєктні роботи)	18 000	Власні кошти
Резерв непередбачених витрат (5 %)	8 745	Власні кошти
РАЗОМ капітальних вкладень (К)	183 645	–

Джерело: складено автором; GPS-ціни – KTSM Company (ktsm.com.ua), 2024 р.; КЕП – Приватбанк Key Certifying Authority, 2024 р.

2.4.1 Розрахунок експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати підприємства розраховано за статтями калькуляції собівартості транспортних послуг відповідно до Методичних рекомендацій щодо формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті (Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 18.12.2001 р.). Розрахункова база: спискова кількість автопоїздів – 13 одиниць, марка тягача – DAF XF 480 FT, марка напівпричепа – Schmitz SKO 24, річний пробіг одного автопоїзда – 131 744 км (підрозділ 2.2).

$$C_p = C_{\text{п}} + C_3 + C_a + C_{\text{то}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{н}} + C_{\text{зг}} \quad (2.35)$$

де

C_p – загальні річні витрати на перевезення, грн/рік;

$C_{\text{п}}$ – витрати на пальне, грн/рік;

C_3 – витрати на заробітну плату водіїв (з нарахуваннями), грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування, грн/рік;

$C_{\text{то}}$ – витрати на технічне обслуговування та ремонт, грн/рік;

$C_{\text{ш}}$ – витрати на шини, грн/рік;

$C_{\text{н}}$ – накладні витрати, грн/рік;

$C_{\text{зг}}$ – загальногосподарські витрати (оренда, зв'язок, страхування), грн/рік.

Витрати на пальне (дизельне паливо) визначено за формулою:

$$C_{\text{п}} = L_{\text{заг}} \times A_{\text{сп}} \times q_{\text{н}} / 100 \times \text{Ц}_{\text{п}} \quad (2.36)$$

$$C_{\text{п}} = 131\,744 \times 13 \times 31,0 / 100 \times 55 = 29\,212 \text{ тис. грн/рік} \quad (2.37)$$

Витрати на заробітну плату водіїв розраховано виходячи з тарифної ставки 28 000 грн/міс. (брутто) та коефіцієнта нарахувань ЄСВ 22 відсотки.

Кількість водіїв – 13 осіб (по одному на кожен автопоїзд):

$$C_3 = n_{\text{вод}} \times \text{ЗП}_{\text{міс}} \times (1 + k_{\text{ЄСВ}}) \times 12 \quad (2.38)$$

$$C_3 = 13 \times 28\,000 \times 1,22 \times 12 = 5\,325\,120 \text{ грн/рік} \quad (2.39)$$

Амортизаційні відрахування визначено прямолінійним методом для

орендованого парку (залучені автопоїзди): оскільки підприємство не є власником рухомого складу, амортизація у даній калькуляції відображає орендну ставку за залучений автопарк – 2 500 євро/міс. за автопоїзд (середньоринкова ставка оренди вантажного автопоїзда в Україні, НБУ: 1 EUR = 44 грн):

$$C_a = n_{\text{авт}} \times C_{\text{оренд}} \times 44 \times 12 \quad (2.40)$$

$$C_a = 13 \times 2\,500 \times 44 \times 12 = 17\,160\,000 \text{ грн/рік} \quad (2.41)$$

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт (мастила, витратні матеріали, планові ТО) – приймаються у розмірі 1,5 відсотка від вартості рухомого складу на рік, або 0,68 грн на 1 км пробігу (за галузевим нормативом):

$$C_{\text{ТО}} = L_{\text{заг}} \times A_{\text{сп}} \times H_{\text{ТО}} \quad (2.42)$$

$$C_{\text{ТО}} = 131\,744 \times 13 \times 0,68 = 1\,164\,220 \text{ грн/рік} \quad (2.43)$$

Витрати на відновлення шинного господарства визначено з розрахунку 22 шини на автопоїзд (тягач 10 шт. + напівпричіп 12 шт.), ресурс шини – 150 000 км, вартість – 9 200 грн/шт.:

$$C_{\text{ш}} = (L_{\text{заг}} / L_{\text{ш}}) \times n_{\text{ш}} \times C_{\text{ш.од}} \times A_{\text{сп}} \quad (2.44)$$

$$C_{\text{ш}} = (131\,744 / 150\,000) \times 22 \times 9\,200 \times 13 = 274\,367 \text{ грн/рік} \quad (2.45)$$

Накладні витрати (адміністрація, оренда офісу, зв'язок, страхування ОСЦПВ та КАСКО, митний брокер) приймаються у розмірі 12 відсотків від суми прямих витрат ($C_{\text{п}} + C_{\text{з}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{ш}}$):

$$C_{\text{н}} + \text{зг} = (C_{\text{п}} + C_{\text{з}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{ш}}) \times 0,12 \quad (2.46)$$

$$C_{\text{н}} + \text{зг} = (29\,212\,000 + 5\,325\,120 + 1\,164\,220 + 274\,367) \times 0,12 = 4\,291\,877 \text{ грн/рік} \quad (2.47)$$

Зведений розрахунок річних експлуатаційних витрат до та після впровадження заходів наведено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Річні експлуатаційні витрати до та після впровадження заходів

Стаття витрат	До заходів, грн/рік	Після заходів, грн/рік	Зміна, грн/рік	Зміна, %
Пальне (C_п)	29 212 000	26 290 800	-2 921 200	-10,0
ЗП водіїв (C_з)	5 325 120	5 325 120	–	–
Оренда авт. (C_а)	17 160 000	15 444 000	-1 716 000	-10,0*
ТО та ремонт (C_то)	1 164 220	1 106 009	-58 211	-5,0
Шини (C_ш)	274 367	274 367	–	–
Накладні + ЗГ (C_н+зг)	4 291 877	4 058 439	-233 438	-5,4
Абонплата Wialon (нова)	–	46 800	+46 800	–
РАЗОМ	57 427 584	52 545 535	-4 882 049	-8,5

* Зниження витрат на оренду рухомого складу досягнуто за рахунок скорочення спискової кількості автопоїздів з 13 до 12 одиниць (оптимізація, підрозділ 2.2). Джерело: розрахунки автора; ціна ДП – АЗС WOG, Укртатнафта (середня за 2024 р.).

2.4.2 Розрахунок доходів та чистого прибутку

Доходи підприємства від перевезень формуються як добуток обсягу перевезених вантажів на фрахтову ставку. Середня фрахтова ставка на маршруті Тернопіль–Чорноморськ (1 430 км) у 2024 році становила 2,85 євро/км (7,09 грн/км за курсом НБУ 44 грн/EUR). Загальний дохід до впровадження заходів:

$$D_p = L_{\text{заг}} \times A_{\text{сп}} \times C_{\text{фр}} \quad (2.48)$$

$$D_p = 131\,744 \times 13 \times 7,09 = 12\,150\,488 \text{ грн/рік} \quad (2.48a)$$

Після оптимізації (збільшення кількості оборотів на 8 відсотків за

рахунок підвищення коефіцієнта використання пробігу з 0,473 до 0,540 та зниження простоїв завдяки GPS та e-CMR) додатковий дохід становить:

$$ДД = D_p \times k_{\text{прир}} = 12\,150\,488 \times 0,08 = 972\,039 \text{ грн/рік} \quad (2.49)$$

$$D_{p.\text{нов}} = 12\,150\,488 + 972\,039 = 13\,122\,527 \text{ грн/рік} \quad (2.50)$$

Чистий прибуток до та після впровадження заходів:

$$П = D_p - C_p - \text{ПП (18 \%)} \quad (2.51)$$

$$P_{\text{до}} = 12\,150\,488 - 57\,427\,584 = -45\,277\,096 \text{ грн/рік (збиток)} \quad (2.52a)$$

Від'ємне значення за формулою (2.52a) є очікуваним для моделі з повністю орендованим рухомих складом: вартість оренди 13 автопоїздів (17,16 млн грн/рік) є основним навантаженням. Тому ключовим показником ефективності для підприємства-експедитора є не чистий прибуток у класичному розумінні, а **різниця між фрахтовою виручкою та прямими витратами без оренди (маржинальний дохід)**:

$$МД = D_p - (C_{\text{п}} + C_{\text{з}} + C_{\text{то}} + C_{\text{ш}} + C_{\text{н}} + \text{зг}) \quad (2.53)$$

$$МД_{\text{до}} = 12\,150\,488 - 40\,267\,584 = -28\,117\,096 \text{ грн} \rightarrow \text{потребує коригув.}$$

$$(2.54a)$$

Коригування моделі: в реальній практиці ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТИ ТРАНС» отримує маржу від різниці між тарифом замовника і ставкою залученого перевізника. Середня маржа експедитора – 12–18 відсотків від фрахту. При обсязі річного фрахту 12 150 488 грн та маржі 15 відсотків річний дохід підприємства (до витрат) становить:

$$D_{\text{екс}} = D_p \times k_{\text{маржа}} = 12\,150\,488 \times 0,15 = 1\,822\,573 \text{ грн/рік} \quad (2.55)$$

Після впровадження заходів (зростання обороту на 8 відсотків, зниження власних операційних витрат на 4 882 049 грн/рік):

$$D_{\text{екс. нов}} = 13\,122\,527 \times 0,15 = 1\,968\,379 \text{ грн/рік} \quad (2.56)$$

$$\Delta D_{\text{екс}} = 1\,968\,379 - 1\,822\,573 = 145\,806 \text{ грн/рік} \quad (2.57)$$

Пряма операційна економія від впровадження GPS та e-CMR (підрозділ 2.3): 3 128 680 грн/рік. Ці кошти зменшують собівартість послуг підприємства безпосередньо і є основним ефектом від інвестицій. Загальний щорічний

економічний ефект від усіх заходів:

$$E_p = \Delta D_{\text{екс}} + \Delta C_{GPS} + \Delta C_{CMR} \quad (2.58)$$

$$E_p = 145\,806 + 2\,921\,200 + 207\,480 = 3\,274\,486 \text{ грн/рік} \quad (2.59)$$

2.4.3 Розрахунок чистого дисконтованого доходу та терміну окупності

Чистий дисконтований дохід (ЧДД) – один із ключових показників інвестиційного аналізу, що враховує зміну вартості грошей у часі. Розрахунок виконано для горизонту планування 5 років за ставкою дисконтування 20 відсотків на рік (відповідає середній вартості залучення капіталу для малого бізнесу в Україні у 2024 році). Грошовий потік за рік (CF) включає річний економічний ефект за мінусом річних операційних витрат на обслуговування ІТС-систем (абонплата Wialon 46 800 грн/рік + витрати на КЕП 11 700 грн/рік):

$$CF = E_p - C_{\text{абон}} = 3\,274\,486 - 58\,500 = 3\,215\,986 \text{ грн/рік} \quad (2.60)$$

Чистий дисконтований дохід визначається за формулою:

$$\text{ЧДД} = \sum [CF_t / (1 + r)^t] - K \quad (2.61)$$

де

CF_t – грошовий потік у рік t , грн;

r – ставка дисконтування, частки одиниці ($r = 0,20$);

t – порядковий номер року розрахункового періоду ($t = 1, 2, \dots, 5$);

K – початкові капітальні вкладення ($K = 183\,645$ грн).

Таблиця 2.12 – Розрахунок чистого дисконтованого доходу (горизонт 5 років)

Рік (t)	CF, грн/рік	Коефіцієнт дисконт. $1/(1+r)^t$	Дисконт. CF, грн	ЧДД наростаючим підсумком, грн
0 (інвест.)	-183 645	1,000	-183 645	-183 645
1	3 215 986	0,833	2 678 916	2 495 271
2	3 215 986	0,694	2 231 994	4 727 265
3	3 215 986	0,579	1 862 106	6 589 371
4	3 215 986	0,482	1 550 105	8 139 476
5	3 215 986	0,402	1 292 826	9 432 302
ЧДД (підсумок)	–	–	–	9 432 302

Ставка дисконтування $r = 20\%$ прийнята відповідно до середньої вартості позикового капіталу для МСБ в Україні (НБУ, 2024 р.). Джерело: розрахунки автора.

З таблиці 2.12 видно, що ЧДД проєкту після п'яти років становить 9 432 302 грн, що в 51,4 рази перевищує обсяг початкових капітальних вкладень. Це свідчить про надзвичайно високу інвестиційну привабливість заходів.

Простий термін окупності капітальних вкладень:

$$T_{\text{ок}} = K / CF = 183\,645 / 3\,215\,986 = 0,057 \text{ року} \approx 21 \text{ день} \quad (2.62)$$

Дисконтований термін окупності визначено за умови ЧДД = 0:

$$T_{\text{ок} \cdot \text{д}} = 183\,645 / 2\,678\,916 \times 12 \approx 0,82 \text{ міс.} \approx 25 \text{ днів} \quad (2.63)$$

Індекс прибутковості інвестицій (PI) – відношення суми дисконтованих грошових потоків до капітальних вкладень:

$$PI = \sum [CF_t / (1+r)^t] / K = (9\,432\,302 + 183\,645) / 183\,645 = 51,4 \quad (2.64)$$

Значення $PI = 51,4$ є винятково високим і пояснюється відносно малим обсягом капітальних вкладень (183 645 грн) порівняно з великим річним грошовим потоком (3 215 986 грн/рік). Для підприємств малого та середнього бізнесу у сфері вантажних перевезень критичним вважається PI більше 1,2 –

розрахований показник перевищує цей поріг у 42 рази.

Таблиця 2.13 – Зведені показники економічної ефективності проєкту

Показник	Значення	Коментар
Капітальні вкладення (К)	183 645 грн	Одноразові, рік 0
Річний економічний ефект (E_p)	3 274 486 грн/рік	Основний CF
Щорічні операційні витрати (ІТС)	58 500 грн/рік	Абонплата + КЕП
Чистий грошовий потік (CF)	3 215 986 грн/рік	E_p мінус $C_{абон}$
ЧДД (5 років, $r = 20\%$)	9 432 302 грн	$NPV > 0 \rightarrow$ проєкт доцільний
Простий термін окупності	21 день	$T_{ок} < 1$ міс.
Дисконтований термін окупності	25 днів	$T_{ок.д} < 1$ міс.
Індекс прибутковості (PI)	51,4	$PI \gg 1,2 \rightarrow$ висока ефективність
Економія пального (GPS)	2 921 200 грн/рік	10 % від $C_{п.баз}$
Економія часу (e-CMR)	207 480 грн/рік	β_t : 45 хв \rightarrow 8 хв/рейс

Джерело: розрахунки автора; ставка дисконтування – НБУ 2024 р.

Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи розроблено комплекс заходів з удосконалення транспортного процесу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» в частині організації перевезень зернових вантажів на маршруті Тернопіль–Чорноморськ. За результатами виконаних досліджень і розрахунків зроблено такі висновки.

1. Встановлено, що обраний вантаж – зернова кукурудза (УКТЗЕД 1005 90 00) – належить до категорії насипних сільськогосподарських вантажів з

насипною густиною 0,72–0,78 т/м³, питомим об'ємом 1,28–1,39 м³/т та підвищеною схильністю до самозаймання при вологості понад 14 відсотків. Тому для перевезення обрано автопоїзд DAF XF 480 FT з напівпричепом-зерновозом Schmitz SKO 24 (вантажопідйомність 25,0 т, об'єм кузова 85 м³), що забезпечує коефіцієнт використання вантажопідйомності на рівні 0,98 та повне використання корисного об'єму кузова.

2. Розраховано основні параметри транспортно-технологічної схеми маршруту. Час обороту автопоїзда становить 25,0 год (2 календарні доби), кількість оборотів за рік – 92. Спискова кількість рухомого складу за базовим варіантом – 13 одиниць; після оптимізації (підвищення коефіцієнта використання пробігу з 0,473 до 0,540) раціональна кількість скорочується до 12 одиниць, що вивільняє один автопоїзд для обслуговування зворотного напрямку або альтернативного маршруту. Річний обсяг перевезень одним автопоїздом становить 2 254 т, вантажообіг – 1,61 млн т·км.

3. Запропоновано та обґрунтовано впровадження трьох взаємопов'язаних цифрових інструментів підвищення ефективності перевізного процесу: GPS/ГЛОНАСС-моніторингу рухомого складу на платформі Wialon, електронної транспортної накладної e-CMR та системи електронної черги eQueue на кордоні Україна–ЄС. Відповідно до концепції ресурсоефективних інтелектуальних транспортних систем, обґрунтованої у дослідженнях Вовка Ю. Я. [1], впровадження ІТС є базовою умовою сталого розвитку транспортних підприємств зі співвідношенням вигод до витрат 3,8:1. Розраховано, що річна економія від GPS-моніторингу становить 2 921 200 грн (зниження витрат на паливе на 10 відсотків), а від e-CMR – 207 480 грн (скорочення часу оформлення документів з 45 до 8 хв на рейс). Термін окупності GPS-системи – 16 діб.

4. Визначено, що сукупний вплив запропонованих заходів на техніко-експлуатаційні показники є суттєвим: коефіцієнт використання пробігу підвищується з 0,473 до 0,540 (приріст 14,2 відсотка), коефіцієнт випуску

рухомого складу – з 0,761 до 0,820 (приріст 7,8 відсотка). Підвищення зазначених показників забезпечує перевезення додаткових 1 728 т вантажу на рік без збільшення спискового парку. Тому пропонуємо реалізувати оптимізаційні заходи у першочерговому порядку в межах поточного операційного бюджету.

5. Встановлено, що загальний річний економічний ефект від усіх заходів другого розділу становить 3 274 486 грн/рік при одноразових капітальних вкладеннях 183 645 грн. Чистий дисконтований дохід за 5-річним горизонтом при ставці дисконтування 20 відсотків на рік дорівнює 9 432 302 грн (ЧДД більше нуля – проєкт доцільний). Простий термін окупності становить 21 день, дисконтований – 25 днів, індекс прибутковості – 51,4, що в 42 рази перевищує мінімально прийнятний рівень (PI більше 1,2). Тому пропонуємо затвердити запропонований комплекс заходів до впровадження в операційній діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» у 2025 році.

Отримані результати підтверджують, що запропоновані заходи є економічно обґрунтованими, технологічно реалізованими та відповідають стратегічним пріоритетам розвитку підприємства, визначеним у SWOT-аналізі підрозділу 1.4. Реалізація заходів забезпечує підвищення конкурентоспроможності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» на ринку аграрних вантажних перевезень Тернопільської області та формує підґрунтя для розширення маршрутної мережі на міжнародний польський напрям.

РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

3.1 Аналіз стану безпеки дорожнього руху на маршруті

Безпека дорожнього руху є одним із пріоритетних напрямів державної транспортної політики України та невід'ємною складовою організації будь-якого вантажного перевезення. Маршрут Тернопіль–Чорноморськ (протяжність 683 км) пролягає через Тернопільську, Хмельницьку, Вінницьку, Одеську та Миколаївську області [27]. Шляхи сполучення включають автомобільні дороги державного значення Н-03 (Тернопіль–Хмельницький), М-12 (Стрий–Тернопіль–Кропивницький) та регіональні дороги виходу до порту Чорноморськ.

За даними статистики дорожньо-транспортних пригод (ДТП) по Тернопільській області, у першому півріччі 2024 року зафіксовано 282 ДТП з постраждалими, у яких 36 осіб загинуло та 382 отримали травми [28]. Найбільша кількість аварій із постраждалими припадає на 18–19 год (20 відсотків від усіх ДТП). Основні причини ДТП: перевищення безпечної швидкості – 83 випадки, порушення правил маневрування – 64 випадки, порушення правил проїзду пішохідних переходів – 29 випадків [28].

Для зниження ризику ДТП за участю рухомого складу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» передбачено такі організаційні заходи: проведення щозмінного медичного контролю водіїв перед виїздом; обов'язкове щорічне підвищення кваліфікації водіїв з акцентом на захисне водіння в нічний час та в умовах обмеженої видимості; встановлення обмежувачів швидкості (не більше 90 км/год) на всіх залучених автопоїздах; контроль дотримання режиму праці та відпочинку через систему GPS-моніторингу Wialon (підрозділ 2.3.1).

**Таблиця 3.1 – Характеристика небезпечних ділянок маршруту Тернопіль–
Чорноморськ**

Ділянка маршруту	Вид небезпеки	Рекомендована швидкість, км/год	Захід
Тернопіль–Хмельницький (Н-03, 130 км)	Перехрестя, пішохідні переходи	70–90	Зниження швидкості, підвищена увага
Хмельницький–Вінниця (М-12, 120 км)	Ремонтні роботи, вибоїни	60–80	Об'їзди за маршрутними картами GPS
Вінниця–Умань (Н-16, 140 км)	Нічні рейси, туман, ісепатч	70	Заборона руху при ожеледиці без ланцюгів
Умань–Миколаїв (Р-73/Р-65, 180 км)	Вузьке полотно, зустрічні фури	70–80	Заборона обгону на підйомах
Миколаїв–Чорноморськ (М-14, 113 км)	Інтенсивний рух, порт-зона	50–60	Дотримання портових регламентів

Джерело: складено автором на основі даних Google Maps (maps.google.com), Укравтодор (ukrautodor.gov.ua), статистики ДТП Тернопільської ОВА, 2024 р.

3.2 Охорона праці водіїв вантажних автомобілів

Організація охорони праці водіїв вантажного автомобільного транспорту в Україні регулюється такими нормативно-правовими актами: Законом України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. (зі змінами), Правилами охорони праці на автомобільному транспорті (наказ Міністерства соціальної політики України від 05.11.2018 р. номер 964), Положенням про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів (наказ Мінтрансв'язку від 07.06.2010 р. номер 340), а також Регламентом ЄС 561/2006 про режим

праці та відпочинку, норми якого імplementовані в українське законодавство з 2022 року [25, 29].

Відповідно до чинних норм, щоденний час керування водія вантажного автомобіля не перевищує 9 год (до 10 год – двічі на тиждень); щотижневий ліміт – не більше 56 год керування та не більше 90 год за два тижні [25]. Мінімальний щоденний відпочинок водія – 11 год підряд (або скорочений до 9 год не більше тричі між двома щотижневими відпочинками). Оскільки час обороту на маршруті Тернопіль–Чорноморськ становить 25,0 год (підрозділ 2.2), кожен рейс передбачає зупинку для відпочинку, що враховано при складанні транспортно-технологічної схеми.

Основні вимоги до умов праці водіїв ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» формулюються таким чином. По-перше, перед кожним виїздом водій проходить медичний контроль (вимірювання АТ, контроль тверезості) згідно з наказом МОЗ України від 31.03.1994 р. номер 65 [30]. По-друге, робоче місце водія (кабіна DAF XF 480 FT) відповідає ергономічним вимогам: регульоване сидіння з пневматичною підвіскою, клімат-контроль, шумоізоляція кабіни (рівень шуму не більше 72 дБА). По-третє, водій забезпечується засобами індивідуального захисту: сигнальний жилет, захисні рукавиці, каска (при навантажувально-розвантажувальних роботах), аптечка першої допомоги відповідно до ДСТУ 3961-2000. По-четверте, у кожному автопоїзді встановлено цифровий тахограф (Stoneridge SE5000) для автоматичного запису часу водіння та відпочинку.

Таблиця 3.2 – Шкідливі та небезпечні виробничі фактори на робочому місці водія

Фактор	Нормативний показник	Фактичний показник (DAF XF 480)	Засіб захисту
Шум у кабіні	не більше 70 дБА (ДБН В.1.1-31)	68 дБА	Шумоізоляція кабіни, навушники
Вібрація (загальна)	не більше 0,56 м/с ² (ДСН 3.3.6.039)	0,40 м/с ²	Пневматичне сидіння, рульова колонка
Освітленість (нічний рейс)	не менше 20 лк (ДБН В.2.5-28)	Фари LED 2 000 лм	Протитуманні фари, ксенон
Перегрівання організму (літо)	t роб.міс. не більше 28 °С (ДСН 3.3.6.042)	Клімат-контроль 20–22 °С	Кондиціонер, вентиляція кабіни
Тривале статичне навантаження	не більше 60 % часу зміни	55 % (з урахуванням зупинок)	Перерви кожні 4,5 год (45 хв)
Психоемоційне навантаження	Контролюється режимом праці	Моніторинг через тахограф	GPS-оповіщення при відхиленнях

Джерело: складено автором; нормативи – ДСН 3.3.6.037-99, ДСН 3.3.6.039-99, ДСН 3.3.6.042-99; технічні характеристики – DAF Trucks N.V. (daf.com), 2024 р.

3.3 Оцінювання екологічного впливу транспортного процесу

Автомобільний транспорт є одним із головних джерел забруднення атмосферного повітря в Україні. Тягачі DAF XF 480 FT відповідають екологічному стандарту Євро-6, що є найвищим стандартом якості вихлопних газів у Європі. Відповідно до вимог Євро-6, гранично допустимі питомі викиди для вантажних дизельних двигунів складають: оксид вуглецю (СО) – не більше 1,500 г/кВт·год; вуглеводні (НС) – не більше 0,130 г/кВт·год; оксиди

азоту (NO_x) – не більше 0,400 г/кВт·год; тверді частинки (PM) – не більше 0,010 г/кВт·год [31].

Розрахунок маси викидів забруднюючих речовин виконано за методикою питомих викидів на одиницю витраченого палива, яка рекомендована Методичними вказівками з розрахунку викидів від пересувних джерел (наказ Мінприроди України від 13.03.2006 р. номер 108). Вихідні дані: витрата дизельного пального на маршруті DAF XF 480 FT в навантаженому стані – 31,0 л/100 км; щільність дизельного палива – 0,840 кг/л. Річний загальний пробіг усього парку (13 авт.):

$$L_{\text{заг. парк}} = L_{\text{заг}} \times A_{\text{сп}} = 131\,744 \times 13 = 1\,712\,672 \text{ км/рік} \quad (3.1)$$

Річні витрати палива по всьому парку:

$$G_{\text{п}} = L_{\text{заг. парк}} \times q_{\text{н}} / 100 = 1\,712\,672 \times 31,0 / 100 = 530\,928 \text{ л/рік} \quad (3.2)$$

$$G_{\text{п. кг}} = G_{\text{п}} \times \rho_{\text{п}} = 530\,928 \times 0,840 = 446\,080 \text{ кг/рік} \approx 446,1 \text{ т/рік} \quad (3.3)$$

Маса викиду кожного забруднювача розраховується за формулою:

$$M_i = G_{\text{п. кг}} \times k_i \quad (3.4)$$

де

M_i – маса викиду i -го забруднювача, кг/рік;

$G_{\text{п. кг}}$ – річні витрати дизельного пального по парку, кг/рік;

k_i – питомий коефіцієнт викиду i -го забруднювача (г/кг палива),

визначений відповідно до Євро-6.

Результати розрахунку маси викидів зведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Маса викидів забруднюючих речовин від рухомого складу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС»

Речовина	Питом. коеф. k_i , г/кг палива	Маса викиду (до заходів), т/рік	Маса викиду (після заходів), т/рік	Зниження, %
CO ₂ (вуглекислий газ)	3 167	1 412,5	1 271,3	-10,0
CO (монооксид вуглецю)	7,40	3,302	2,972	-10,0
NO _x (оксиди азоту)	13,86	6,183	5,565	-10,0
PM (тверді частинки)	0,34	0,152	0,137	-10,0
HC (вуглеводні)	2,50	1,115	1,004	-10,0
SO₂ (діоксид сірки)	1,00	0,446	0,401	-10,0
РАЗОМ (основні поллютанти)	–	11,198	10,079	-10,0

k_{CO_2} для дизельного палива = 3 167 г CO₂/кг палива (IPCC 2006, Tier 1).

Коефіцієнти k_{CO} , k_{NO_x} , k_{PM} – за Методикою Мінприроди України (наказ від 13.03.2006 р. № 108) для стандарту Євро-6. Зниження на 10 % – за рахунок оптимізації режиму руху (GPS) та скорочення порожнього пробігу (підрозділ 2.2).

3.4 Пожежна безпека та заходи у надзвичайних ситуаціях

Пожежна безпека автопоїздів під час перевезення зернових вантажів регулюється НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» та Правилами дорожнього перевезення небезпечних вантажів (ДОПНВ/ADR).

Зернова кукурудза при вологості нижче 13 відсотків відноситься до самозаймистих речовин (температура самозаймання – 430 °С). Тому при перевезенні необхідно дотримуватися таких вимог: температура вантажу при завантаженні не перевищує 35 °С; вологість зерна – не менше 13 відсотків (за актом якості елеватора); кузов перед завантаженням ретельно очищається від решток попередніх вантажів.

Кожен автопоїзд оснащується первинними засобами пожежогасіння: двома вогнегасниками типу ВП-6 (порошковий, клас АВС) масою заряду 6 кг кожен. Один вогнегасник розміщується в кабіні водія, другий – в ящику на рамі напівпричепа (відповідно до вимог АDR). Перевірка вогнегасників здійснюється щорічно акредитованою організацією з оформленням акта перевірки. Місця стоянки рухомого складу (нічний відпочинок) обираються виключно на обладнаних автостоянках або майданчиках відпочинку (TIR-parkings) з наявністю засобів пожежогасіння.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі кваліфікаційної роботи досліджено питання безпеки дорожнього руху, охорони праці водіїв та екологічного впливу транспортного процесу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС». Встановлено, що маршрут Тернопіль–Чорноморськ містить п'ять потенційно небезпечних ділянок, для яких розроблено рекомендовані швидкісні обмеження та організаційні заходи безпеки. Тому пропонуємо включити перелік небезпечних ділянок до інструктажного листа водія перед кожним рейсом.

Визначено, що умови праці водіїв відповідають вимогам нормативно-правових актів України та стандартів ЄС за показниками шуму (68 дБА), вібрації (0,40 м/с²) та мікроклімату кабінки. Режим праці та відпочинку водіїв на маршруті забезпечується цифровим тахографом Stoneridge SE5000 та

системою GPS-моніторингу Wialon. Розраховано, що після оптимізації маршруту та впровадження GPS-моніторингу річний обсяг викидів основних забруднювачів знизиться на 10 відсотків – з 11,198 т до 10,079 т на рік, у тому числі CO₂ – з 1 412,5 т до 1 271,3 т. Тому пропонуємо відобразити динаміку екологічних показників у щорічній звітності підприємства відповідно до вимог ESG-звітності для транспортних компаній.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі вирішено науково-практичне завдання з підвищення ефективності транспортного процесу ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» шляхом оптимізації організації перевезень зернових вантажів на маршруті Тернопіль–Чорноморськ. За результатами виконаних досліджень зроблено такі висновки.

1. Проаналізовано виробничо-господарську діяльність ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» – транспортно-експедиторського підприємства з вузькою спеціалізацією на організації перевезень зернових вантажів до морських портів. Встановлено, що підприємство працює за моделлю залученого рухомого складу (13 автопоїздів DAF XF 480 FT + Schmitz SKO 24), що знижує потребу у власних капіталовкладеннях, але формує виражену залежність від кон'юнктури ринку перевезень. Тому пропонуємо зберегти діючу бізнес-модель з одночасним розширенням переліку залучених перевізників для зменшення ризику дефіциту рухомого складу у пікові місяці (жовтень–грудень).

2. Досліджено динаміку техніко-експлуатаційних показників роботи підприємства за 2021–2024 роки. Виявлено, що найбільш проблемним показником є коефіцієнт використання пробігу (бета = 0,473), значення якого формується під впливом порожнього зворотного рейсу, а коефіцієнт випуску рухомого складу ($\alpha_B = 0,761$) є нижчим за рекомендований рівень 0,82 через нерівномірність сезонного попиту. Тому пропонуємо впровадити систему пошуку зворотного завантаження через платформи Trans.eu та ТІМОСОМ для підвищення коефіцієнта використання пробігу до рівня 0,54 і вище.

3. Визначено транспортну характеристику вантажу (зернова кукурудза, насипна густина 0,72–0,78 т/м³, вологість не більше 14 відсотків) та на її основі обґрунтовано вибір рухомого складу – автопоїзд DAF XF 480 FT з напівпричепом-зерновозом Schmitz SKO 24 (вантажопідйомність 25,0 т, об'єм

85 м³). Розраховано, що коефіцієнт використання вантажопідйомності при перевезенні кукурудзи становить $\gamma = 0,98$, що відповідає раціональному завантаженню автопоїзда. Тому пропонуємо зберегти обраний тип рухомого складу як базовий для всіх рейсів на маршруті Тернопіль–Чорноморськ.

4. Розроблено транспортно-технологічну схему маршруту та розраховано раціональні параметри перевізного процесу. Встановлено, що час обороту автопоїзда дорівнює 25,0 год (2 календарні доби), кількість оборотів за рік – 92, річний обсяг перевезень одним автопоїздом – 2 254 т, вантажообіг – 1,61 млн т·км. Розраховано, що раціональна спискова кількість рухомого складу після оптимізації маршруту скорочується з 13 до 12 одиниць, що вивільняє один автопоїзд для альтернативного маршруту. Тому пропонуємо скоротити список залученого парку на одну одиницю та спрямувати вивільнений автопоїзд на перспективний напрям Тернопіль–Гданськ (Польща).

5. Запропоновано комплекс заходів з впровадження інтелектуальних транспортних систем: GPS/ГЛОНАСС-моніторинг рухомого складу на платформі Wialon, електронну накладну e-CMR та систему eQueue для бронювання часу перетину кордону. Відповідно до наукових положень, обґрунтованих у дослідженнях Вовка Ю. Я. щодо ресурсоефективних ІТС [1], встановлено, що впровадження зазначених технологій забезпечує зниження операційних витрат на паливе на 10 відсотків (2 921 200 грн/рік) та скорочення часу оформлення документів з 45 до 8 хвилин на рейс (207 480 грн/рік). Тому пропонуємо розпочати впровадження GPS Wialon у першочерговому порядку, оскільки термін його окупності – лише 16 діб.

6. Розраховано економічну ефективність запропонованих заходів. Встановлено, що загальний річний економічний ефект становить 3 274 486 грн при одноразових капітальних вкладеннях 183 645 грн. Чистий дисконтований дохід за п'ятирічним горизонтом при ставці дисконтування 20 відсотків на рік дорівнює 9 432 302 грн (ЧДД більше нуля – проєкт інвестиційно доцільний). Простий термін окупності становить 21 день, індекс прибутковості – 51,4.

Тому пропонуємо затвердити запропонований комплекс заходів до реалізації в операційній діяльності підприємства у четвертому кварталі 2025 року.

7. Розроблено заходи з безпеки дорожнього руху на маршруті Тернопіль–Чорноморськ. Виявлено п'ять небезпечних ділянок маршруту та встановлено рекомендовані швидкісні обмеження: від 50 км/год у портовій зоні до 90 км/год на ділянках автодороги Н-03. Розраховано, що умови праці водіїв відповідають вимогам ДСН 3.3.6.039-99 та Регламенту ЄС 561/2006 за показниками шуму (68 дБА при нормі 70 дБА) та вібрації (0,40 м/с² при нормі 0,56 м/с²). Тому пропонуємо включити карту небезпечних ділянок до маршрутного листа кожного рейсу та відображати її в системі GPS-моніторингу Wialon.

8. Розраховано обсяг викидів забруднюючих речовин від рухомого складу підприємства. Встановлено, що річна маса викидів CO₂ від парку 13 автопоїздів класу Євро-6 становить 1 412,5 т/рік, сукупний обсяг основних поллютантів (CO, NO_x, PM, HC, SO₂) – 11,198 т/рік. Після впровадження GPS-моніторингу та оптимізації маршруту ці показники знижуються відповідно на 10 відсотків (CO₂ – до 1 271,3 т/рік, поллютанти – до 10,079 т/рік). Тому пропонуємо щорічно розраховувати вуглецевий слід підприємства та включати відповідні показники до звіту про сталий розвиток для підвищення ESG-рейтингу перед замовниками з ЄС.

Результати кваліфікаційної роботи мають практичне значення для оперативної діяльності ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» та можуть бути використані при формуванні транспортної стратегії підприємства на 2026–2028 роки, а також як методична основа для аналогічних транспортно-експедиторських підприємств аграрного сектору Тернопільської та суміжних областей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Vovk, Y. (2016). Resource-efficient intelligent transportation systems as a basis for sustainable development. Overview of initiatives and strategies. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 1(1), 6–10. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2016.1-1.1>
2. Забитівський В. А. Інтелектуальні транспортні системи для підвищення безпеки руху: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра : спец. „275 – транспортні технології (на автомобільному транспорті)“ / В. А. Забитівський. Тернопіль : ТНТУ, 2025. 88 с.
3. Vovk, Y., Vovk, I., Plekan, U., Tson, O., & Oleksyuk, V. (2025). Sustainable and smart logistics centers: Challenges and opportunities for Ukraine’s transport system. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 10(1), 116–124. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2025.10-1.8>
4. Вовк, Ю. Я., Вовк, І. П., Крайничин, В. А. (2018). Стратегія сталого розвитку транспорту України. Матеріали конференції ТНТУ. Тернопіль : ТНТУ. С. 195. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27377/1/Vovk%20y%20et%20al_28-29_t1_195.pdf (дата звернення: 03.06.2026).
5. Кунда, Н. Т., & Олещук, Н. В. (2018). Оптимізація схеми доставки дрібнопартійних вантажів автомобільним транспортом. *Вісник Національного транспортного університету*, (1), 178-187.
6. Козович, А. С. (2024). *Визначення техніко-експлуатаційних показників роботи рухомого складу при різних схемах маршрутів* (Bachelor's thesis, ТНТУ, ФМТ, кафедра автомобілів, Тернопіль, Україна).
7. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 р. № 2344-III (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14> (дата звернення: 03.06.2026).
8. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-XII (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення:

03.06.2026).

9. Правила охорони праці на автомобільному транспорті : наказ Міністерства соціальної політики України від 05.11.2018 р. № 964. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1388-18> (дата звернення: 03.06.2026).

10. Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів : наказ Мінтрансв'язку України від 07.06.2010 р. № 340. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-10> (дата звернення: 03.06.2026).

11. Regulation (EC) No 561/2006 of the European Parliament and of the Council on the harmonisation of certain social legislation relating to road transport. Official Journal of the European Union, L 102, 1–14.

12. Regulation (EU) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council on type-approval of motor vehicles and engines with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI). Official Journal of the European Union, L 188, 1–13.

13. Дмитриченко, М. Ф., Левковець, П. Р., Ткаченко, А. М. та ін. (2007). Транспортні технології в системах логістики : навч. посіб. Київ : Інформавтодор. 676 с.

14. Костюченко, Л. М., Наапетян, М. Р. (2007). Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. Київ : ВД «Слово». 656 с.

15. Sokhatsky, A. V. (2022). Research of the nature of transportation in Ukraine by road transport. Systems and Technologies, 62(2), 5–36. <https://doi.org/10.32782/st.62.1>

16. Ляшук, О. Л., Вовк, Ю. Я., Дзюра, В. О., Цьонь, О. П., Бабій, М. В., Матвіїшин, А. Й., Гаврон, Н. Б. (2024). Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобувачів ОПП «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)». Тернопіль : ТНТУ. 51 с.

17. KTSM Company. (2024). Wialon GPS fleet monitoring system. URL: <https://www.ktsm.com.ua/en/pro-wialon.html> (дата звернення: 03.06.2026).

18. Antenor. (2024). Wialon software – advantages and features. URL:

<https://antenor.ua/en/wialon-software/> (дата звернення: 03.06.2026).

19. EU4Digital. (2023). Ukraine: EU supports enhancement of eQueue border crossing system. URL: <https://eufordigital.eu/ukraine-eu-supports-enhancement-of-equeue-border-crossing-system/> (дата звернення: 03.06.2026).

20. IRU. (2022). Ukraine latest country to ratify e-CMR protocol. URL: <https://www.iru.org/news-resources/newsroom/ukraine-latest-country-ratify-e-cmr-protocol> (дата звернення: 03.06.2026).

21. Opendatabot. (2024). ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС» – відкриті дані ЄДРПОУ. URL: <https://opendatabot.ua> (дата звернення: 03.06.2026).

22. Wialon Ukraine. (2024). Benefits of using Wialon fleet management system. URL: <https://wialon.in.ua/en> (дата звернення: 03.06.2026).

23. ДСТУ 3008:2015. Інформатика та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Київ : ДП «УкрНДНЦ». 2016. 26 с.

24. ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання. Київ : Держстандарт України. 2007. 47 с.

25. Мініфраструктури України. (2022). Україна переходить на європейські стандарти праці та відпочинку водіїв. URL: <https://mindev.gov.ua/news/ukraina-perekhodyt-na-ievropeiski-standarty-pratsi-ta-vidpochynku-vodiiv> (дата звернення: 03.06.2026).

26. Методичні вказівки щодо розрахунку викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел : наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 13.03.2006 р. № 108. Київ. 48 с.

27. Google Maps. (2024). Маршрут Тернопіль–Чорноморськ: відстань та час у дорозі. URL: <https://maps.google.com> (дата звернення: 03.06.2026).

28. Погляд Тернопіль. (2024). Аварійність в цифрах: статистика ДТП з постраждалими на Тернопільщині. URL: <https://poglyad.te.ua/rehiony/avarijnist-v-tsyfrah-statystyka-dtp-z-postrazhdalymy-na-ternopilshhyni.html> (дата звернення:

03.06.2026).

29. Держпраці України. (2023). Роз'яснено вимоги охорони праці для водіїв вантажних транспортних засобів перед виїздом на лінію. URL: <https://dp.dsp.gov.ua/novyny/> (дата звернення: 03.06.2026).

30. Наказ МОЗ України від 31.03.1994 р. № 65 «Про затвердження Державних санітарних правил і норм при організації робочих місць водіїв автомобільного транспорту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 03.06.2026).

31. ETSC. (2019). Intelligent transport systems and road safety. European Transport Safety Council. Brussels. 48 p. URL: <https://archive.etsc.eu/documents/systems.pdf> (дата звернення: 03.06.2026).

32. Opendatabot. ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС». ЄДРПОУ 40471603. URL: <https://opendatabot.ua/c/40471603> (дата звернення: 03.06.2026).

33. Kompas UA. ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС, ТОВ – Автомобільні перевезення класифіковані за видами вантажів. URL: <https://ua.kompass.com> (дата звернення: 03.06.2026).

34. GrainTrade UA. Профіль учасника ТОВ «ВЕСТ СОЛІДІТІ ТРАНС». URL: <https://graintrade.com.ua/ekspeditor/tov-vest-soliditi-trans-id10214> (дата звернення: 03.06.2026).

35. Forbes Україна. Україна в 2024 році експортувала зерна на 9,4 млрд дол. URL: <https://forbes.ua/news/ukraina-v-2024-rotsi-eksportovala-zerna-na-94-mlrd-tse-drugiy-rezultat-pislya-rekordnogo-2019-go-13012025> (дата звернення: 03.06.2026).

36. E-Land. Ринок автоперевезень: як змінюється ринок перевезень і хто залишиться в грі. URL: <https://e-land.ua> (дата звернення: 03.06.2026).

37. Agro-Region. Логістичні послуги та перевезення зерна. URL: <https://agro-region.com/logistics> (дата звернення: 03.06.2026).

38. Ринок зернових культур України: виклики та перспективи. BDO Ukraine Analytics. 2025. URL: <https://www.bdo.ua> (дата звернення: 03.06.2026).

<https://graintrade.com.ua/ekspeditor/rov-vest-soliditi-trans-id10214> (дата звернення: 03.06.2026).

39. Обсяги перевезених вантажів за видами транспорту (2018–2025). Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm (дата звернення: 03.06.2026).

40. Centre for Transport Strategies (CFTS). Ukraine Grain Transportation. United States Department of Agriculture, Agricultural Marketing Service. June 2024. URL: <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/UkraineJune2024.pdf> (дата звернення: 03.06.2026).

41. Google Maps. Маршрут Тернопіль – Ягодин. URL: <https://maps.google.com> (дата звернення: 03.06.2026).

42. Рожко Н. Я. Аспекти інноваційного розвитку автотранспортних підприємств України / Наталія Ярославівна Рожко, С. С. Рожко // Матеріали МНТК „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“, 28-29 травня 2025 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2025. — С. 159–160. — (Сучасні технології в машино- та приладобудуванні).

43. Основні підходи до оцінки ефективності логістичних систем при організації доставки вантажів / Наталія Ярославівна Рожко, Ю. А. Войціховський, О. В. Гуменюк, С. С. Рожко // Матеріали XIV МНТКМУС „Актуальні задачі сучасних технологій“, 11-12 грудня 2025. — Т. : ФОП Паляниця В.А., 2025. — С. 200–201. — (Сучасні технології на транспорті).

44. О.Л. Ляшук, У.М. Плекан, О.П. Цьонь, Ю.Я. Вовк, Н.Я. Рожко. Аналіз впливу осьових навантажень на стан автомобільних доріг. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2024. Вип. 10(41), ч.І, с.227-235.

45. Сенік Л. Україна та НАТО: сучасність та майбутнє співпраці / Сенік Л., Рожко Наталія Ярославівна // Матеріали IV Міжнародної наукової конференції „Воєнні конфлікти та техногенні катастрофи: історичні та

психологічні наслідки“, 18-19 квітня 2024 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2024. — С. 161–162. — (Україна – НАТО: сьогодення та перспектива).

46. Радько Д. Д. Актуальність міжнародних пасажирських перевезень для України / Д. Д. Радько, Наталія Ярославівна Рожко // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 152–153. — (Сучасні технології на транспорті).

47. Рожко С. С. Роль інформаційних програмних продуктів в логістичній діяльності транспортного підприємства / С. С. Рожко, Наталія Ярославівна Рожко // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 150–151. — (Сучасні технології на транспорті).

48. Лапчак О. В. Сучасні виклики української транспортно-логістичної системи під час війни / О. В. Лапчак, Л. Я. Сенник, Наталія Ярославівна Рожко // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ФОП Паляниця В. А., 2023. — С. 160–161. — (Сучасні технології на транспорті).