НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко технологічний

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
транспортних технологій та
(назва кафедри)
засобів у АПК _____
_____Савченко Л.А.
(підпис) (ПІБ)
«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Організація перевезень зернових у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту»
Спеціальність 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
(код і назва)

Гарант освітньої програми
к. т. н., доцент _____ Опалко В.Г.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи
д.т.н., професор _____ Мацюк В.І.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ Столбчевський Н.Ю.
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСТИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
транспортних технологій та засобів у АПК
_____ _____ Савченко Л. А.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
«____» _____2026

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Столбчевському Назару Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
(код і назва)

Тема випускної бакалаврської роботи «Організація перевезень зернових у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту»
затверджена наказом ректора НУБіП України від «03» 02.2026 р. № 350 «С»
Термін подання завершеної роботи на кафедру
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи:
Статистичні дані щодо перевезення зернових за останні 5 років

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Проаналізувати експорт зерна в Україні у різний період.
2. Розрахувати техніко-економічні показники.
3. Визначити екологічні аспекти при перевезенні зернових.

Дата видачі завдання «1» вересня 2025 р.
Керівник випускної бакалаврської роботи _____ Мацюк В.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____ Столбчевський Н.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

ВСТУП 5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕКСПОРТУ ЗЕРНА В УКРАЇНІ У РІЗНИЙ ПЕРІОД 7
1.1 Довоєнний стан експорту зернових в Україні 7
1.2 Трансформація логістики зернового експорту в умовах війни 12
1.3 Висновки до розділу 1 17
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ. 20
2.1 Прогнозування обсягів перевезення кукурудзи 20
2.2 Організація контейнерних перевезень на маршруті Полтава–Одеса–Александрія 22
2.3 Оцінка роботи автомобільного транспорту на ділянці Полтава–Одеса 23
2.4 Оцінка роботи контейнерного терміналу 24
2.5 Розрахунок витрат на перевезення контейнерів 25
2.6 Економічна ефективність перевезень 28
2.7 Охорона праці та дотримання безпекових умов при перевезенні та зберіганні зернових 30
2.8 Висновок до розділу 2 34
РОЗДІЛ 3 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗЕРНОВИХ .. 36
3.1 Екологічне значення вдосконалення логістики зернових перевезень 36
3.2 Екологічні переваги контейнерних перевезень зернових 38
3.3 Порівняння автомобільного та водного транспорту 39
3.4 Нормативно-правове регулювання екологічної безпеки перевезень 41
3.5 Заходи щодо зниження екологічного навантаження в системі перевезень зернових у контейнерах 44
3.6 Висновки до розділу 3 45
ВИСНОВОК 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 51

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему: Організація перевезень зернових у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту.

Об'єкт дослідження: система контейнерних перевезень.

Предмет дослідження: чинники, що впливають на ефективність організації перевезень зернових у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту.

Мета дослідження: оцінка можливого навантаження на транспортну систему при перевезенні зернових в універсальних контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту на прикладі маршруту Полтава–Одеса–Александрія.

Практичну цінність роботи складають: розроблені організаційно-технологічні параметри контейнерних перевезень зернових за маршрутом Полтава–Одеса–Александрія, які дозволяють підвищити ефективність мультимодальної доставки та забезпечити перевезення до 1,665 млн тонн кукурудзи на рік.

В бакалаврській роботі вирішуються наступні задачі.

1. Проаналізовані обсяги експорту зерна в Україні у різний період.

2. Розраховані параметри контейнерних перевезень на маршруті Полтава-Одеса-Александрія за умови збільшення обсягів експорту зернових.

3. Визначені екологічні аспекти при перевезенні зернових

ВСТУП

Україна традиційно входить до провідних світових постачальників зернових культур, відіграючи важливу роль у забезпеченні глобальної продовольчої безпеки. Завдяки сприятливим природно-кліматичним умовам, значним земельним ресурсам та розвиненому аграрному сектору країна стабільно належить до найбільших експортерів пшениці, кукурудзи та ячменю на світовому ринку.

Згідно з довоєнними аналітичними даними, Україна забезпечувала значну частину глобального експорту кукурудзи та пшениці, що формувало високий попит на її сільськогосподарську продукцію з боку країн Європи, Азії, Африки та Близького Сходу. Експорт зернових культур залишався одним із ключових джерел валютних надходжень до бюджету, сприяв формуванню позитивного сальдо зовнішньої торгівлі та забезпечував зайнятість у пов'язаних секторах, таких як транспорт, портова інфраструктура, логістика та переробна промисловість.

Характерною рисою українського зернового експорту є значна залежність від ефективності транспортної інфраструктури. Великий обсяг виробництва та віддаленість основних аграрних регіонів від морських портів роблять взаємодію та стабільність логістичної системи вирішальним чинником конкурентоспроможності експортної продукції.

До 2022 року ключовою складовою цієї системи були порти Чорного моря, які забезпечували перевезення великих партій зерна з мінімальними витратами на транспортування. Транспортна система, що обслуговує експорт зерна, охоплює широкий спектр видів транспорту – автомобільного, залізничного та водного. Автомобільний транспорт здійснює доставку зерна від господарств до елеваторів і логістичних вузлів; залізниця забезпечує переміщення великих обсягів на далекі відстані; водний транспорт дозволяє перевозити вантажі з оптимальними витратами на одиницю продукції. Гармонійна інтеграція цих сегментів є критично важливою для стабільності зернового експорту.

Починаючи з 2022 року, логістична система зазнала значних змін. Традиційні маршрути перевезення були переглянуті, а структура перевезень зазнала серйозної трансформації. У цьому контексті питання організації експорту зернових, зокрема із використанням контейнерів та за активного залучення автомобільного і водного транспорту, набуло особливої актуальності.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ЕКСПОРТУ ЗЕРНА В УКРАЇНІ У РІЗНИЙ ПЕРІОД

1.1 Довоєнний стан експорту зернових в Україні

Для об'єктивної оцінки сучасних змін у системі зернової логістики України доцільно спочатку проаналізувати довоєнний період, коли експорт зернових культур функціонував у відносно стабільних економічних та інфраструктурних умовах. Саме цей період є базовим для подальшого порівняння, оскільки дозволяє визначити вихідний рівень ефективності транспортної системи, структуру логістичних потоків та роль окремих видів транспорту в організації експортних перевезень.

Для цього використано дані аналітичного звіту USDA «Ukraine Grain Transportation» щодо обсягів перевезення зернових та олійних культур у 2018–2021 роках. Як свідчать дані, наведені у таблиці 1.1, у довоєнний період логістика зернового експорту в Україні мала чітко виражений мультимодальний характер і базувалася на використанні залізничного, автомобільного та річкового транспорту [1].

Таблиця 1.1 – Тоннаж та модальні частки експорту зерна та олійних культур (2018-2021) з дослідження [1]

Рік та тип перевезення	Залізниця		Баржа		Автомобіль	
	1000тонн	%	1000тонн	%	1000тонн	%
2018	30083	76%	3700	9%	5850	15%
2019	36707	69%	5650	11%	10667	20%
2020	29406	64%	4030	9%	12694	28%
2021	28495	60%	4300	9%	14500	31%

За даними таблиці 1.1, у 2018 році основним видом транспорту для перевезення зернових та олійних культур залишалася залізниця, частка якої становила 76% загального обсягу перевезень. Автомобільний транспорт забезпечував 15%, а річковий — 9%. У наступні роки спостерігалася помітна зміна модальної структури. Зокрема, у 2021 році частка залізничного транспорту знизилася до 60%, тоді як частка автомобільного транспорту зросла до 31%, а річкові перевезення залишалися відносно стабільними на рівні 9% [1]. Отримані дані свідчать про поступову трансформацію логістичної моделі зернового експорту ще до початку повномасштабної війни. Зменшення частки залізничного транспорту та зростання ролі автомобільного перевезення вказує на підвищення значення гнучких логістичних схем, здатних забезпечувати оперативне підвезення вантажу до перевалочних вузлів, портів та терміналів. З практичної точки зору це має важливе значення для даної дипломної роботи, оскільки саме автомобільна складова є базовою ланкою контейнерного перевезення зернових у межах мультимодального маршруту.

Важливим елементом довоєнної системи експорту зерна були морські порти Чорного моря, які забезпечували основний вихід української аграрної продукції на зовнішні ринки. Дані таблиці 1.2 свідчать, що у 2021 році через чорноморські порти було експортовано 47,295 млн т зернових та олійних культур. Найбільші обсяги припадали на порт Чорноморськ — 14,484 млн т (30,6%), Миколаїв — 12,282 млн т (26,0%), Південний — 9,643 млн т (20,4%) та Одесу — 5,741 млн т (12,1%) [1].

Загалом ми бачимо поступову зміну структури перевезень у бік зростання ролі автомобільного транспорту та зниження частки залізничного. Хоча залізниця залишається основним видом перевезень, її частка скоротилась з 76% у 2018 році до 60% у 2021 році, що вказує на зменшення її домінування. Водночас обсяги перевезень автомобільним транспортом суттєво зросли як у абсолютному, так і у відносному вимірі — з 15% до 31%, що свідчить про підвищення гнучкості логістики та, ймовірно, адаптацію до ринкових умов.

Таблиця 1.2 – Експорт зерна портами (2021) з дослідження [1]

Порти Чорного моря	1000тонн	відсоток
Чорноморськ	14484	30.6
Миколаїв	12282	26.0
Південний	9643	20.4
Одеса	5741	12.1
Ольвія	2450	5.2
Бердянськ	1408	3.0
Маріуполь	868	1.8
Херсон	359	0.8
Усть-Дунайськ	60	0.1
всього	47295	100

Аналіз цієї структури дає змогу зробити важливий висновок: у довоєнний період транспортна система України працювала як узгоджений мультимодальний механізм, у якому внутрішні перевезення забезпечували підвезення зернових до морських портів, а подальше переміщення великих партій вантажу здійснювалося морським транспортом. Така схема дозволяла досягати високої провізної спроможності, ритмічності логістичного процесу та відносно низької собівартості перевезення.

Окремої уваги заслуговує аналіз вартості транспортування зернових вантажів у довоєнний період. Як видно з таблиць 1.3 і 1.4, у 2020–2021 роках перевезення української пшениці та кукурудзи з чорноморських портів до Александрії (Єгипет) характеризувалося відносно помірною логістичною складовою, що забезпечувало конкурентоспроможність української продукції на зовнішніх ринках. При цьому у структурі загальних витрат поєднувалися витрати на автомобільне підвезення, залізничну доставку та морський фрахт.

Таблиця 1.3 – Середня вартість транспортування української пшениці з портів Чорного моря до Єгипту, 2020-2021 з дослідження [1]

Середня вартість перевезення	До Александрії, Єгипет					
	Одеса			Миколаїв		
	US$/тонна		%зміна	US$/тонна		%зміна
	2020	2021	2020-21	2020	2021	2020-21
Авто	6.37	7.09	11.3	6.37	7.09	11.3
Залізниця	12.82	11.89	-7.2	9.63	8.89	-7.6
Морем	11.92	25.88	117.1	13.71	28.6	108.8
Загалом	31.11	44.86	44.2	29.71	44.6	50.1
Ціна продукції	227.60	273.08	20.0	227.6	273.1	20
Вартість транспортування	258.72	317.94	22.9	257.3	317.6	23.5
%вартості транспортування	12.1	14.0	15.6	11.6	14	20.1

За даними таблиці, у 2020–2021 роках експорт української пшениці до Єгипту супроводжувався значним зростанням транспортних витрат. Загальна вартість перевезення зросла на 44–50%, головним чином через різке подорожчання морських перевезень (понад 100%). Автомобільний транспорт також подорожчав, тоді як залізничний дещо здешевшав, але це не компенсувало загального росту витрат.

Водночас ціна пшениці зросла приблизно на 20%, що частково покрило збільшення логістичних витрат. Проте частка транспортування у вартості проду-

кції також підвищилась до 14%, що свідчить про зниження ефективності логістики. У цілому експорт залишився вигідним, але став більш залежним від вартості морських перевезень.

Таблиця 1.4 – Середня вартість транспортування української кукурудзи з портів Чорного моря до Єгипту, 2020-2021 з дослідження [1]

Середня вартість перевезення	До Александрії, Єгипет					
	Одеса			Миколаїв		
	US$/тонна		%зміна	US$/тонна		%зміна
	2020	2021	2020-21	2020	2021	2020-21
Авто	6.37	7.09	11.3	6.37	7.09	11.3
Залізниця	12.82	11.89	-7.2	9.63	8.89	-7.6
Морем	11.92	25.88	117.1	13.71	28.63	108.8
Загалом	31.11	44.86	44.2	29.71	44.61	50.1
Ціна продукції	193.72	270.12	39.4	193.7	270.1	39.4
Вартість транспортування	224.83	314.98	40.1	223.4	314.7	40.9
%вартості транспортування	14.0	14.3	1.7	13.5	14.2	5.4

Зокрема, для маршруту з Одеси до Александрії сумарна вартість транспортування української пшениці зросла з 31,11 дол. США/т у 2020 році до 44,86 дол. США/т у 2021 році, а для кукурудзи логістична структура мала аналогічний характер. Хоча витрати зростали, загалом довоєнна система перевезення залишалася економічно ефективною та дозволяла Україні підтримувати високий рівень присутності на міжнародному зерновому ринку.

Отже, довоєнний період характеризувався стабільною роботою морських портів, домінуванням залізничного транспорту та поступовим зростанням ролі автомобільних перевезень у структурі експорту зернових. Саме така модель функціонування є важливою базою для подальшого аналізу змін, що відбулися після 2022 року, а також для оцінки перспектив використання контейнерних мультимодальних перевезень зернових вантажів.

1.2 Трансформація логістики зернового експорту в умовах війни

У період з 2021 по 2022 рік, після початку повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну 24 лютого 2022 року, витрати на транспортування в Україні збільшилися понад удвічі. За цей час частка експорту українського зерна, який перевозився через порти Чорного моря, зменшилася з 96% до 69% [3].

Також суттєво скоротилася частка залізниці як основного способу транспортування зерна для експорту до портів — з 60% до 40%. До війни, транспортні витрати на експорт українського зерна були одними з найнижчих у світі, але після початку конфлікту вони стали одними з найвищих [3].

Ситуація з транспортуванням зерна в Україні погіршилась у 2022 році через логістичні труднощі, викликані військовими діями з боку Росії, експорт пшениці з України у 2022 році значно скоротився — він впав на 44%, з 20 мільйонів метричних тонн у 2021 році до 11,2 мільйона тонн [3].

Натомість експорт кукурудзи незначно зріс на 2%, з 24,7 мільйона тонн у 2021 році до 25,2 мільйона тонн у 2022 році, за даними Державної митної служби України. Це зростання експорту кукурудзи частково пов'язане з тим, що компанії вивозили не лише врожай попереднього, 2021 року, як це зазвичай відбувається, але й частину врожаю поточного, 2022 року [3].

Через нестачу грошових коштів і складів, спричинену війною, виробники були змушені продавати поточний урожай навіть за умов високих витрат на логістику та низьких закупівельних цін. Транспортні витрати також значно зросли: вартість перевезення однієї метричної тонни зерна на відстань 100 миль вантажівкою підскочила на 38%, із 13,23 долара у 2021 році до 18,21 долара США за тонну у 2022 році (рис. 1.1) .

Тарифи на перевезення вантажівками зросли через зростання попиту на перевезення вантажівками через західний кордон України та через вищі експлуатаційні витрати, такі як паливо та запасні частини.

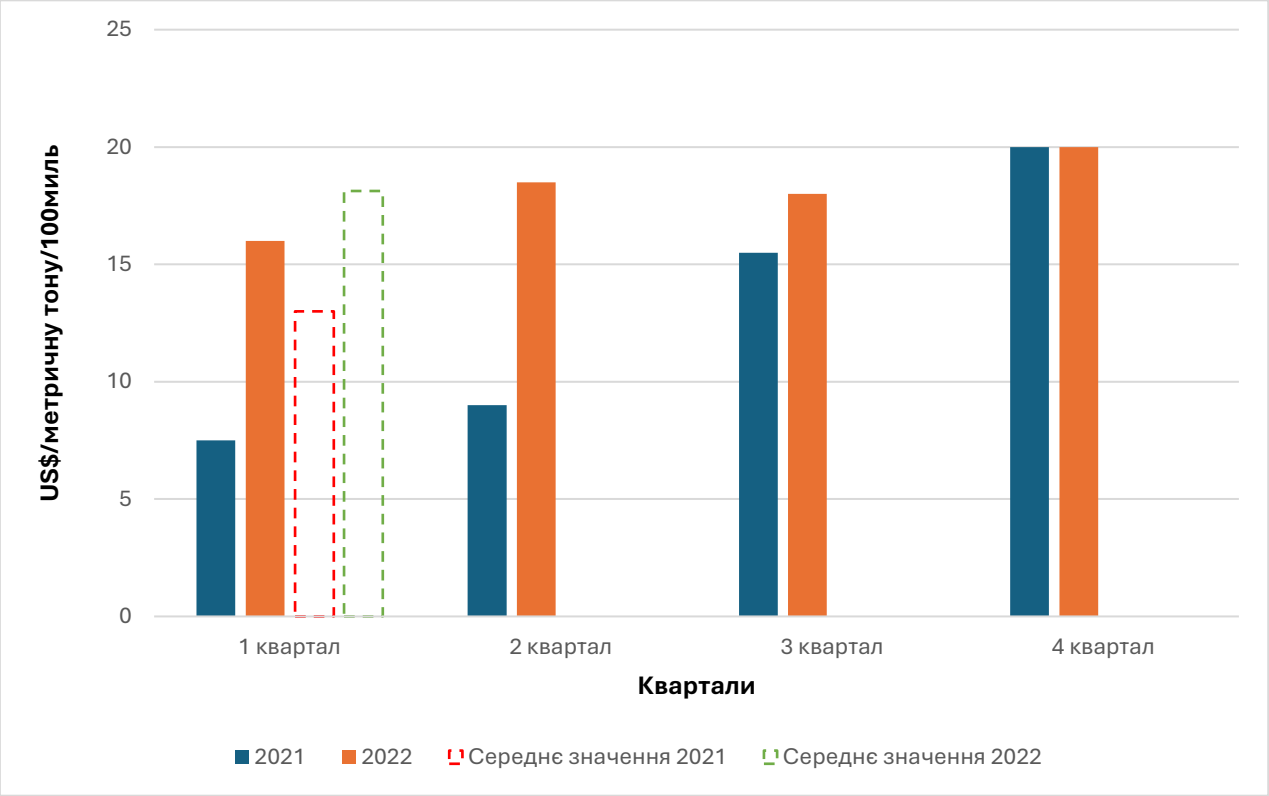


Рисунок 1.1 – Індекс вартості експорту вантажівками української пшениці, кукурудзи та сої, 2021-2022

Джерело: інформація з дослідження [3]

У період між 2023 і 2024 роками Україна зосередила зусилля на впровадженні найбільш економічно вигідних чорноморських маршрутів із глибоководних портів Одеської області, таких як Чорноморськ, Одеса та Південний. Активізація використання цих шляхів сприяла скороченню транспортних витрат і суттєвому зростанню морського експорту зерна з України, включаючи кукурудзу , сою та пшеницю.

У згаданих портах здійснюється обслуговування морських суден класу «Хендісайз» і вище. За цей період експорт української пшениці збільшився на майже 23%, зрісши з 16,2 мільйона метричних тонн (млн т) до 19,9 млн т. Експорт кукурудзи виріс на 11% – з 26 млн т до 28,8 млн т, тоді як обсяги експорту сої знизилися на 2%, скоротившись із 3,42 млн т до 3,35 млн т (дані Міністерства аграрної політики та продовольства України).

У проміжок з 2023 по 2024 рік витрати на транспортування кукурудзи й пшениці в Україні значно знизились, переважно завдяки суттєвому здешевленню залізничних і баржових перевезень.

У 2024 році Україна відновила доступ до головних чорноморських портів (Чорноморськ, Одеса, Південний), що дозволило збільшити обсяги перевезень через ці вузлові експортні точки. Повернення до традиційних шляхів зменшило навантаження на дунайські порти, що, своєю чергою, призвело до зниження тарифів на баржові перевезення.

До кінця року вартість послуг операторів барж опустилась до рівня собівартості, практично нівелюючи прибутковість. Протягом того ж періоду морські тарифи впали на 2–48%, досягши станом на кінець 2024 року рівнів, які спостерігалися до початку війни з Росією . Найбільш відчутним було зменшення вартості морських перевезень з Одеси до Єгипту та Туреччини. Ціни на залізничний транспорт також демонстрували спадну динаміку: вартість перевезення однієї метричної тонни (мт) зерна на відстань 100 миль знизилася із 5,82 долара до 4,38 долара США .

На відміну від цієї тенденції, витрати на автомобільне транспортування дещо зросли: перевезення однієї метричної тонни (мт) зерна на ту ж дистанцію подорожчало на 2% – із 14,85 долара до 15,19 долара США згідно з даними компанії Зерновоз. Незважаючи на це незначне збільшення, загальні витрати на транспортування мають тенденцію до зменшення, оскільки український ринок зерна продовжує активно адаптуватися до умов воєнного часу.

Таблиця 1.5 – Середні витрати на транспортування української пшениці і кукурудзи з порту Чорного моря до Єгипту, 2023-2024 з дослідження [4]

Середня вартість перевезення	З Одеси					
	До Александрії (пшениця)			До Александрії (кукурудза)		
	US$/тонна		%зміна	US$/тонна		%зміна
	2023	2024	2023-24	2023	2024	2023-24
Авто	6.91	6.37	-7.8	6.91	6.37	-7.8
Залізниця	20.92	15.59	-25.5	20.92	15.59	-25.5
Морем	38.84	22.90	-41	40.19	23.74	-40.9
Загалом	66.66	44.86	-32.7	68.02	45.70	-32.8
Ціна продукції	140.28	176.89	26.1	135.7	158.4	16.7
Вартість транспортування	206.95	221.75	7.2	203.7	204.1	0.2
%вартості транспортування	32.3	20.5	-36.5	33.6	22.8	-32

За підсумками 2024/2025 маркетингового року експорт зернових та олійних культур становив близько 46,7 млн тонн, що свідчить про збереження значного експортного потенціалу аграрного сектору. При цьому лише експорт пшениці склав близько 15,5 млн тонн, ячменю – 2,25 млн тонн, що підтверджує стабільність структури зернового експорту [12].

У 2025 році експорт зернових культур з України здійснювався в умовах збереження воєнних ризиків, логістичних обмежень та трансформації традиційних маршрутів постачання. Попри це, Україна продовжує залишатися одним із ключових гравців світового аграрного ринку.

Однією з ключових тенденцій 2025 року стало посилення ролі контейнеризації у системі аграрної логістики. Контейнерні перевезення дозволили частково компенсувати нестабільність роботи традиційних логістичних схем та забезпечити більшу гнучкість доставки зернових вантажів. Контейнерна логістика виявилася особливо ефективною для мультимодальних перевезень за участю автомобільного та морського транспорту, оскільки забезпечує спрощення перевалки вантажів, зменшення втрат зерна та можливість формування невеликих експортних партій [30].

У 2025 році спостерігалося зростання навантаження на автомобільний транспорт, який став важливою складовою забезпечення безперервності логістичних ланцюгів. Через періодичні перебої в роботі окремих портових напрямків та перевантаження залізничної інфраструктури саме автомобільні перевезення дозволяли оперативно доставляти зернові вантажі до портів Одеси та Чорноморська. Водночас це призвело до збільшення транспортних витрат та підвищення собівартості експортних перевезень.

Важливим фактором розвитку зернової логістики стало функціонування Українського морського коридору. Незважаючи на постійні загрози безпеці судноплавства та регулярні обстріли портової інфраструктури, морський транспорт зберіг стратегічне значення для забезпечення експорту зерна та підтримання продовольчої безпеки на світовому ринку. За оцінками галузевих експертів, саме

морські перевезення залишаються найбільш економічно ефективним способом експорту великих партій зернових вантажі [31].

Крім того, у 2025 році значно зросла актуальність розвитку контейнерних терміналів та мультимодальних транспортно-логістичних центрів. Це обумовлено необхідністю диверсифікації експортних маршрутів та підвищення стійкості логістичної системи України до зовнішніх ризиків. У сучасних умовах контейнеризація зернових перевезень розглядається як один із перспективних напрямів підвищення ефективності аграрного експорту України [30].

Разом з тим у 2025/2026 маркетинговому році спостерігається певне зниження темпів експорту. Так, станом на лютий 2026 року обсяг експорту зернових і зернобобових культур склав близько 21,2 млн тонн, що є меншим показником порівняно з попереднім роком . За окремими оцінками, відставання може досягати 6–7 млн тонн у порівнянні з аналогічним періодом попереднього маркетингового року [13].

Основними причинами такого зниження є обмеження пропускної спроможності портової інфраструктури, ускладнення роботи морських коридорів, зменшення валового збору зернових через погодні та воєнні фактори, перебудова логістичних маршрутів (зростання ролі автомобільного та залізничного транспорту).

Водночас навіть за цих умов Україна демонструє відносну стабільність експорту. Зокрема, упродовж 2025 року щомісячні обсяги експорту залишались на рівні 2–3 млн тонн, що свідчить про адаптацію транспортно-логістичної системи до нових умов функціонування [13].

1.3 Висновки до розділу 1

Аналіз функціонування експортної логістики України в період до війни та під час воєнного конфлікту, проведений у підрозділах 1.1–1.2, вказує на значні

структурні зміни в організації перевезень зернових вантажів. До 2022 року транспортна система країни характеризувалася стабільною роботою морських портів Чорного моря, домінуванням залізничних перевезень та мінімальним використанням альтернативних маршрутів. Модель логістики була спрямована на великотоннажні суднові партії, що забезпечувало низькі витрати на транспортування та високу конкурентоспроможність українського зерна на світовому ринку. Однак із початком 2022 року, в умовах воєнних дій, використання традиційних експортних маршрутів різко скоротилося, модальна структура перевезень змінилася, а транспортні витрати суттєво зросли. У період 2023–2025 років ситуація поступово стабілізується, і морський експорт частково відновлюється, проте логістична система адаптується до нових реалій, формуючи нові транспортні потоки та активніше залучаючи альтернативні схеми доставки. Особливий акцент змістився на розвиток контейнерних перевезень зернових вантажів із використанням авто- і водного транспорту. Контейнеризація відкриває низку переваг, а саме підвищену гнучкість логістичних маршрутів, зменшення втрат вантажу, оптимізацію мультимодальних перевезень та можливість адаптації експорту до нестабільної роботи портової інфраструктури.

Водночас статистичні дані показують, що сучасні обсяги експорту, хоча й демонструють прогрес у відновленні, залишаються нижчими за рівень довоєнного періоду. На цьому фоні постає ключове питання дослідження: чи здатна сучасна транспортна система України, з огляду на її реальні можливості, забезпечити перевезення зернових вантажів у разі повернення до довоєнних обсягів експорту? Для відповіді на це питання необхідно перейти від описового аналізу до кількісної оцінки потенціалу транспортної системи. У межах даної дипломної роботи особлива увага приділяється дослідженню організації експортних перевезень зернових культур автомобільним транспортом у контейнерах.

Для дослідження обрано перевезення кукурудзи з Полтавської області до порту Одеського регіону, що є одним із ключових напрямків експорту аграрної

продукції України. Вибір даного маршруту обумовлений високою концентрацією виробництва зернових у центральній частині України та значною роллю морських портів у структурі зовнішньої торгівлі.

У другому розділі дипломної роботи планується провести розрахунок техніко-економічних показників перевезення кукурудзи автомобільним транспортом у контейнерах за маршрутом Полтава–Одеса–Александрія.

Дослідження спрямоване на обґрунтування організаційно-технологічних параметрів контейнерних перевезень зернових вантажів в умовах перспективного збільшення обсягів перевезення зернових на 50%.

Для цього у другому розділі дипломної роботи планується визначити наступне:

– спрогнозувати обсяги перевезень кукурудзи на 2026 з перспективним збільшенням на 50%

– необхідну кількість рухомого складу

– час обороту автомобіля

– витрати на транспортування

– економічну ефективність перевезення

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

2.1 Прогнозування обсягів перевезення кукурудзи

Щоб оцінити можливе навантаження на транспортну систему, я визначив прогнозний обсяг експорту кукурудзи з Полтави до Александрії через порт Одеси у 2026 .

Для цього були використані статистичні дані з 2021 по 2025 рік [1][2][3][4], а також побудовано лінійну модель тренду у середовищі MS Excel. (рис.2.1). Побудова трендової лінії дозволила визначити закономірність зміни обсягів експорту та екстраполювати її на 2026 рік.

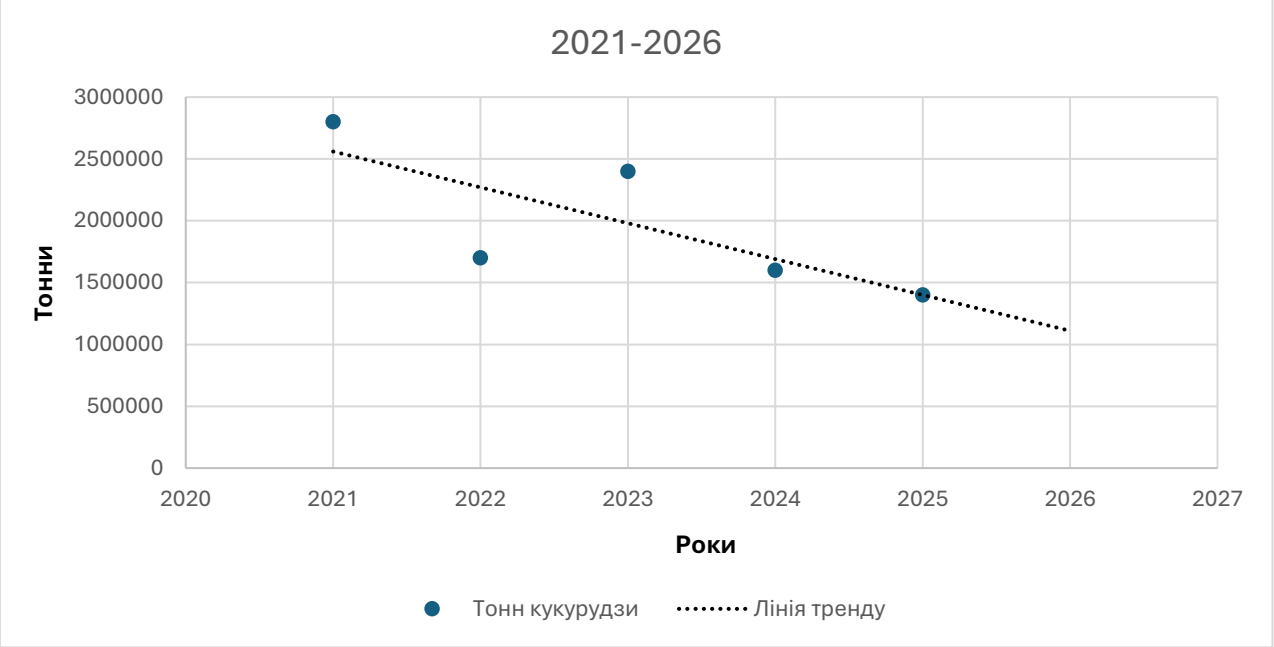


Рисунок 2.1 – Динаміка минулих років та прогноз експорту кукурудзи в 2026 році з Полтави через порт Одеси

Отриманий прогнозний показник експорту кукурудзи за досліджуваним маршрутом у 2026 році становить 1,11 млн тонн за рік

Таблиця 2.1 – Динаміка експорту кукурудзи з Полтави через порт Одеси

Рік	Млн тонн кукурудзи
2021	2,8
2022	1,7
2023	2,4
2024	1,6
2025	1,4
2026	1,11

У рамках даного дослідження передбачається оцінка функціонування транспортної системи в умовах збільшення обсягів перевезення на 50%, що дозволяє змоделювати перспективний сценарій розвитку зернового експорту.

Розрахунок перспективного обсягу перевезень:

$$Q_{\text{пер}} = Q_{\text{пр}} \times 1{,}5, \tag{2.1}$$

де $Q_{\text{пр}}$ – прогнозний обсяг перевезень;

1,5 – коефіцієнт збільшення на 50%.

$$Q_{\text{пер}} = 1110000 \times 1{,}5 = 1{,}665 \text{ млн тонн}$$

Таким чином, у подальших розрахунках буде розглядатися транспортна система, яка повинна забезпечити перевезення близько 1,665 млн тонн кукурудзи на рік.

2.2 Організація контейнерних перевезень на маршруті Полтава–Одеса–Александрія

Дослідження організації перевезень здійснюється на прикладі маршруту Полтава – Одеса – Александрія, який передбачає використання мультимодальної схеми транспортування вантажів.

Маршрут включає такі етапи перевезення:

1. автомобільне транспортування зернових вантажів від елеваторів Полтавської області до морського порту Одеса;
2. перевалку зерна у контейнерах на території портового терміналу;
3. подальше транспортування вантажу водним транспортом до пункту призначення.

Такий варіант організації перевезень дозволяє поєднати переваги автомобільного транспорту, який забезпечує гнучкість доставки, та водного транспорту, що характеризується високою провізною здатністю та нижчою собівартістю перевезень на великі відстані.

Для транспортування зернових вантажів використовуються 20-футові контейнери, середня вантажомісткість яких становить приблизно 21 т зерна.

Кількість контейнерів визначається за формулою [24]:

$$N = \frac{Q}{q}\ , \tag{2.2}$$

де Q – річний обсяг перевезень;

q – вантажомісткість одного контейнера.

$$N = \frac{1665000}{21} = 79286 \text{ контейнерів за рік}$$

$$N\text{доба} = \frac{79286}{365} = 218 \text{ контейнерів на добу}$$

2.3 Оцінка роботи автомобільного транспорту на ділянці Полтава–Одеса

Для оцінки ефективності роботи автомобільного транспорту на маршруті Полтава–Одеса необхідно визначити основні показники перевезення, зокрема час їздки автомобіля та необхідну кількість автомобілів.

Час їздки автомобіля визначається за формулою [23]:

$$t_{\text{і}} = t_{\text{РУХ}} + t_{\text{Н}-\text{Р}}, \tag{2.3}$$

де $t_{\text{РУХ}}$ – час руху автомобіля при одній їздці;

$t_{\text{Н}-\text{Р}}$ – час навантаження-розвантаження.

Для досліджуваного маршруту приймаємо:

Відстань між Полтавою та Одесою автомобільними дорогами становить приблизно 600 км. Середня технічна швидкість руху контейнеровоза приймається на рівні 60 км/год відповідно до практики міжміських вантажних перевезень.

Час руху автомобіля в одному напрямку визначається за формулою [23]:

$$t_{\text{рух}} = \frac{L}{V_T}, \tag{2.4}$$

де L – відстань перевезення, км;

$V_{\text{т}}$ – технічна швидкість автомобіля, км/год.

Тоді:

$$t_{\text{рух}} = \frac{600}{60} = 10 \text{ год}$$

Отже, час руху автомобіля з вантажем до порту Одеса становить 10 годин. Оскільки повернення автомобіля до Полтави здійснюється порожнім за тим самим маршрутом, час зворотного руху також приймається рівним 10 годинам.

Тоді $t_{\text{РУХ}} = 10 + 10 = 20$ год;

$t_{\text{Н}-\text{Р}} = 4$ год, взято з [5]

Тоді час їздки автомобіля становитиме:

$$t_{\text{ї}} = 20 + 4 = 24 \text{ години}$$

Необхідна кількість автомобілів визначається за формулою [23]:

$$\text{А} = \frac{N_{\text{доб}}}{\eta_{\text{об}}}, \tag{2.5}$$

де А – необхідна кількість автомобілів;

$N_{\text{доб}}$ – кількість контейнерів на добу;

$\eta_{\text{об}}$ – кількість оборотів одним автомобілем за добу.

Оскільки тривалість одної їздки становить 24 години, один автомобіль виконує:

$$\eta_{\text{об}} = t_{\text{ї}} = 1 \text{ оборот/добу}$$

Тоді необхідна кількість автомобілів:

$$\text{А} = \frac{218}{1} = 218 \text{ автомобілів}$$

2.4 Оцінка роботи контейнерного терміналу

Після доставки контейнерів до Одеського порту вони надходять на контейнерний термінал, де виконуються операції приймання, накопичення, короткострокового зберігання, оформлення та підготовки до морського відправлення. Саме тут відбувається стикування автомобільної та водної складових логістичного процесу, тому портовий термінал є ключовим елементом мультимодальної системи.

Необхідна місткість терміналу [25]:

$$N_{\text{терм}} = N_{\text{доб}} \cdot t_{\text{збер}}, \quad (2.6)$$

де $N_{\text{терм}}$ – необхідна місткість терміналу, контейнеромісць;

$N_{\text{доб}}$ – добова кількість контейнерів, контейнерів/добу;

$t_{\text{збер}}$ – строк перебування контейнера на терміналі, діб.

$$N_{\text{терм}} = 218 \times 20 = 4360\, TEU.$$

Отже, для стабільного функціонування логістичної системи за прогнозного обсягу перевезень контейнерний термінал повинен забезпечувати одночасне розміщення приблизно 4 360 контейнерів.

2.5 Розрахунок витрат на перевезення контейнерів

Важливим етапом дослідження організації контейнерних перевезень зернових вантажів є визначення витрат, пов'язаних із функціонуванням мультимодального транспортного ланцюга. Для маршруту Полтава–Одеса–Александрія необхідно врахувати витрати на автомобільну доставку контейнерів до порту, портову перевалку, морське транспортування та інші складові логістичного процесу. Розрахунок собівартості перевезення дає можливість оцінити економічну доцільність використання контейнерної технології.

Спочатку визначаються витрати на автомобільне перевезення одного контейнера та амортизацію.

Середня витрата палива вантажного автомобіля-контейнеровоза [9] становить: 32 л/100 км

Відстань перевезення: L=600 км

Повний рейс (туди і назад): $L_{\text{повн}}$ =1200 км

Витрата палива: $Q_{\text{пал}} = 1200 \times 0{,}32 = 384$л

Середня ціна дизельного палива в Україні : 84,63 грн/л [8]

$$В_{пал} = 384 \cdot 84{,}63 = 32\,497{,}92 \text{ грн}$$

Середня вартість контейнеровоза становить приблизно: 3,5 млн грн [10]

Термін експлуатації: 8 років

Середній річний пробіг: 120000 км

Річна амортизація: $А_{річ} = \frac{3{,}5 \text{ млн}}{8} = 437500 \text{грн}$

Амортизація на 1 км: $А_{км} = \frac{437500}{120000} = 3{,}6$ грн/км

На рейс: $А_{рейс} = 3.6 \times 1200 = 4320$ грн

Середні витрати на технічне обслуговування [11] становлять: 5 грн/км

Розрахунок: $В_{ТО} = 5 \times 1200 = 6000 \text{грн}$

Сумарні експлуатаційні витрати на один автомобільний рейс визначаються як сума основних витрат, пов'язаних із виконанням транспортної роботи відповідно до методичних рекомендацій з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті [26] :

$$С_{авт} = В_{пал} + А_{рейс} + В_{ТО}, \quad (2.7)$$

$$С_{авт} = 32497{,}92 + 4320 + 6000 = 42817{,}92 \text{ грн/конт}$$

На другому етапі необхідно розрахувати витрати на оплату праці водіїв

Середня заробітна плата водія вантажного автомобіля: 35000 грн/міс [6]

Річний фонд оплати праці одного водія:

F_1 =35000·12=420000 грн/рік

Для 218 автомобілів:

$$F = 420000 \times 218 = 91{,}56 \text{ млн грн/рік}$$

У розрахунку на 1 контейнер:

$$С_{зп} = \frac{91{,}56 \text{ млн}}{79286} = 1154 \text{ грн/конт.}$$

Далі визначаються витрати на портове обслуговування та морське перевезення одного контейнера. У контейнерних терміналах Одеса середня вартість основної операції перевалки (Terminal Handling Charge, THC) становить приблизно: ≈ 140 USD за 20-футовий контейнер [7]

При курсі ≈ 44 грн / USD:

$$C_{THC} = 140 \times 44 = 6160 \text{ грн}$$

Після термінальної обробки контейнери відправляються морським транспортом за маршрутом Одеса–Александрія. Для оцінки вартості цієї ділянки важливо враховувати специфіку ринку морських контейнерних перевезень: перевізники зазвичай не публікують єдиного сталого тарифу на конкретний маршрут, а ставка формується залежно від кон'юнктури ринку, сезону, вільного тоннажу, типу контейнера та конкретних умов бронювання. Такий підхід підтверджують і ринкові freight-калькулятори Freightos та SeaRates, і тарифні сторінки операторів/терміналів Єгипту [22].

Для економічного розрахунку в роботі приймається ринкова ставка морського фрахту 1 620 USD за 20-футовий контейнер на напрямку Східне Середземномор'я / Єгипет, яка відповідає діапазону актуальних контейнерних ринкових ставок, що використовуються в публічних freight-джерелах і галузевих комунікаціях. Це не "адміністративно встановлений" тариф, а саме ринкова ставка фрахту, що є коректним для економічного обґрунтування мультимодальної доставки [22].

Fмор =1620 USD/конт.

Тоді вартість морської ділянки в конвертації на гривні:

$$C_{мор} = 1620 \times 44 = 71280 \text{ грн/конт.}$$

Тепер проводиться розрахунок повної собівартості перевезення одного контейнера:

Повна собівартість доставки одного контейнера визначається як сума витрат на автомобільне перевезення, оплату праці водія, портове обслуговування та морський фрахт [27]:

$$С_{повн} = С_{авт} + С_{зп} + С_{ТНС} + С_{мор}, \quad (2.8)$$

$$Сповн = 42817{,}92 + 1154{,}8 + 6160 + 71280 = 121\,412{,}72 \text{ грн/конт.}$$

У розрахунку на 1 т вантажу:

$$С_{1т} = \frac{121412{,}72}{21} = 5781{,}5 \text{ грн/т.}$$

Отже, повна собівартість перевезення одного 20-футового контейнера кукурудзи за маршрутом Полтава – Одеса – Александрія становить 121 412,72 грн або 5 781,5 грн/т.

Дізнавшись повну собівартість , розраховуються загальні річні витрати.

Річна кількість контейнерів:

$N_к$ = 79 286 контейнерів

Тоді загальні річні витрати:

$$С_{річ} = 121\,412{,}72 \times 79\,286 = 9{,}6 \text{ млрд грн}$$

Отже, сумарні витрати на організацію перевезень кукурудзи за досліджуваним маршрутом становлять 9,6 млрд грн/рік

2.6 Економічна ефективність перевезень

Для визначення економічного ефекту необхідно встановити не лише витрати, а й дохід від надання транспортно-логістичної послуги. Тут є принциповий момент: у відкритих джерелах, як правило, не публікується єдиний “офіційний фіксований тариф” на всю послугу Полтава – Одеса – Александрія. На ринку логістики ціна послуги формується індивідуально, залежно від витрат, ринкової кон’юнктури, умов договору, партії вантажу та рівня маржинальності оператора.

Тому в економічному обґрунтуванні дохід доцільно визначати на основі тарифу реалізації послуги, який формується за формулою [28]:

$$\mathrm{Т}_{\text{реал}} = \mathrm{С}_{\text{повн}} \times (1 + r), \tag{2.9}$$

де $\mathrm{Т}_{\text{реал}}$ – тариф реалізації послуги на 1 контейнер, грн/конт.;

$\mathrm{С}_{\text{повн}}$ – повна собівартість 1 контейнера, грн/конт.;

r – норма рентабельності.

Для оцінки економічного ефекту приймемо мінімально доцільний рівень рентабельності логістичної операції 15%. Тоді тариф реалізації становитиме:

$$\text{Треал} = 121\,412{,}72 \times 1{,}15 = 139\,624 \text{ грн/конт.}$$

У розрахунку на 1 т вантажу:

$$T_{1\text{т}} = \frac{139\,624}{21} = 6648{,}7 \text{ грн/конт.}$$

Річний дохід:

$$D = 139\,624 \times 79286 = 11{,}07 \text{ млрд грн}$$

Прибуток визначається як різниця між доходом від реалізації транспортно-логістичних послуг та загальними витратами підприємства.

Річний прибуток [29]:

$$P = D - C, \tag{2.10}$$

де P – прибуток;

D – дохід;

C – витрати.

$$P = 11{,}07 \text{ млрд} - 9{,}6 \text{ млрд} = 1{,}47 \text{ млрд грн}$$

2.7 Охорона праці та дотримання безпекових умов при перевезенні та зберіганні зернових

Організація перевезень зернових вантажів у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту потребує особливої уваги до питань охорони праці та дотримання безпечних умов виконання транспортно-логістичних операцій. Це пов’язано з тим, що процес транспортування, навантаження, розвантаження та зберігання зернових супроводжується впливом небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть негативно впливати на працівників, транспортні засоби, обладнання та навколишнє середовище.

У сучасних умовах функціонування аграрної логістики особливого значення набуває забезпечення безпечної роботи персоналу при виконанні мультимодальних перевезень зернових вантажів. Основними нормативно-правовими документами, що регламентують вимоги охорони праці в Україні, є Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, Правила охорони праці на автомобільному транспорті, а також галузеві норми безпеки під час експлуатації портового обладнання, зернових терміналів та складських приміщень [32].

Під час організації перевезення зернових автомобільним транспортом одним із головних факторів ризику є виконання вантажно-розвантажувальних робіт. У процесі навантаження контейнерів зерном працівники можуть зазнавати впливу пилу, шуму, вібрації, підвищеного фізичного навантаження та ризику травмування рухомими елементами механізмів. Найбільш небезпечними є роботи поблизу конвеєрів, навантажувачів, перевантажувальних машин та автомобільної техніки. Для зниження виробничого травматизму необхідно забезпечувати справність обладнання, дотримання технологічних регламентів та використання працівниками засобів індивідуального захисту.

Особливо небезпечним фактором при роботі із зерновими вантажами є зерновий пил. Під час перевантаження та пересипання зерна у повітря потрапляє значна кількість дрібнодисперсних частинок, які можуть спричиняти

захворювання органів дихання, алергічні реакції та погіршення умов праці. Крім того, за певної концентрації зерновий пил може створювати вибухонебезпечне середовище. Саме тому зерносховища, елеватори та контейнерні термінали повинні бути обладнані системами вентиляції, аспірації та пиловидалення.

Важливе значення має дотримання правил пожежної безпеки. Зернові культури належать до вантажів із підвищеною пожежною небезпекою через здатність пилу до самозаймання та швидкого поширення вогню. Основними причинами виникнення пожеж є порушення правил експлуатації електрообладнання, накопичення пилу, іскроутворення під час роботи механізмів, а також недотримання температурного режиму зберігання зерна. Для попередження пожеж необхідно здійснювати регулярне очищення виробничих приміщень, перевірку електромереж, контроль температури зернової маси та забезпечення об’єктів достатньою кількістю первинних засобів пожежогасіння.

При контейнерному перевезенні зернових важливо контролювати технічний стан контейнерів та транспортних засобів. Перед завантаженням необхідно перевіряти герметичність контейнера, відсутність механічних пошкоджень, залишків попередніх вантажів, сторонніх запахів і вологи. Недотримання цих вимог може призвести до псування зерна, розвитку грибкових процесів та погіршення якості продукції. Також особливу увагу необхідно приділяти правильному розподілу вантажу в контейнері, щоб уникнути зміщення зернової маси під час руху транспортного засобу або морського судна.

Безпека автомобільних перевезень зернових значною мірою залежить від технічного стану рухомого складу та кваліфікації водіїв. Водії повинні проходити обов’язкові медичні огляди, інструктажі з охорони праці та перевірку знань правил безпеки дорожнього руху. Важливим фактором є дотримання режиму праці та відпочинку водіїв, оскільки перевтома є однією з основних причин дорожньо-транспортних пригод. Перед виїздом транспортний засіб повинен проходити технічний огляд із перевіркою гальмівної системи,

освітлення, шин, кріплення контейнерів та інших елементів, що впливають на безпеку перевезення [33].

Під час перевезення зернових у морських контейнерах необхідно враховувати вплив атмосферних факторів. Підвищена вологість, різкі перепади температури та конденсація вологи всередині контейнера можуть негативно впливати на якість зерна. Для мінімізації цих ризиків використовують спеціальні вентиляційні контейнери, вологопоглинаючі матеріали та системи контролю мікроклімату. Крім того, зерно повинно відповідати встановленим нормам вологості перед завантаженням у контейнер [36].

Окремої уваги потребують питання безпеки праці на території портових терміналів. У процесі перевалки контейнерів існує ризик травмування працівників вантажопідіймальними механізмами, контейнерними кранами та транспортною технікою. Для забезпечення безпечних умов роботи необхідно чітко розмежовувати зони руху транспорту та пішоходів, застосовувати сигнальні системи, проводити регулярні інструктажі персоналу та контролювати дотримання правил техніки безпеки [36].

В умовах воєнного стану питання безпеки перевезень зернових набувають додаткової актуальності. Періодичні ракетні обстріли портової інфраструктури, пошкодження транспортних шляхів та перебої в енергопостачанні створюють додаткові ризики для працівників логістичної галузі. У зв’язку з цим підприємства повинні розробляти плани евакуації персоналу, забезпечувати працівників засобами оповіщення та укриттями, а також проводити навчання щодо дій у надзвичайних ситуаціях [35].

Для підвищення рівня безпеки при перевезенні та зберіганні зернових доцільно впроваджувати сучасні цифрові технології моніторингу. Використання GPS-контролю транспортних засобів, автоматизованих систем управління логістикою, датчиків температури та вологості дозволяє оперативно виявляти відхилення від нормативних параметрів та знижувати ризик аварійних ситуацій. Автоматизація логістичних процесів також сприяє зменшенню впливу

людського фактора та підвищенню загального рівня безпеки транспортних операцій [34].

Отже, забезпечення охорони праці та дотримання безпекових умов при перевезенні та зберіганні зернових є невід'ємною складовою ефективного функціонування сучасної транспортно-логістичної системи. В умовах розвитку мультимодальних перевезень, активного використання контейнеризації та зростання ролі автомобільного і водного транспорту питання безпеки праці набувають особливої актуальності. Дотримання вимог техніки безпеки, санітарно-гігієнічних норм, правил експлуатації транспортних засобів, складського обладнання та перевантажувальної техніки дозволяє мінімізувати виробничі ризики, знизити рівень травматизму та забезпечити належний рівень захисту працівників. Водночас правильна організація безпечних умов транспортування сприяє збереженню якості зернових вантажів, зменшенню втрат продукції та підвищенню економічної ефективності логістичних операцій.

Особливе значення охорона праці має в умовах воєнного стану, коли транспортна інфраструктура України функціонує під впливом додаткових ризиків, пов'язаних із пошкодженням транспортних шляхів, нестабільною роботою портів та загрозами для персоналу. У таких умовах підприємства повинні не лише дотримуватися чинних нормативних вимог, а й впроваджувати сучасні системи управління безпекою, проводити регулярні інструктажі працівників, забезпечувати контроль технічного стану транспортних засобів та оперативно реагувати на можливі надзвичайні ситуації. Важливу роль також відіграє використання цифрових технологій моніторингу перевезень, автоматизованих систем контролю температури та вологості зерна, GPS-навігації та засобів дистанційного контролю логістичних процесів.

Таким чином, комплексний підхід до організації охорони праці при перевезенні та зберіганні зернових дозволяє підвищити надійність функціонування транспортно-логістичної системи, забезпечити стабільність експортних поставок та підвищити конкурентоспроможність української

аграрної продукції на міжнародному ринку. Саме тому дотримання вимог безпеки повинно розглядатися як один із ключових елементів ефективної організації контейнерних перевезень зернових за участю автомобільного та водного транспорту.

2.8 Висновок до розділу 2

За умови встановлення тарифу реалізації на рівні, що забезпечує 15% рентабельності, економічний ефект від організації контейнерних перевезень кукурудзи за маршрутом Полтава–Одеса–Александрія становитиме:
річний дохід — 11, 07 млрд грн;
річні витрати — 9,6 млрд грн;
річний прибуток — 1,47 млрд грн.

Отримані результати показують, що мультимодальна схема перевезення є економічно можливою, однак її ефективність безпосередньо залежить від рівня морського фрахту, вартості автомобільної доставки, термінальних витрат і організаційної злагодженості всіх учасників ланцюга перевезення.

Разом з тим проведений аналіз дозволяє виділити основні вузькі місця логістичного процесу.

По-перше, значне добове навантаження на автомобільну ланку маршруту вимагає залучення великої кількості контейнеровозів, що ускладнює оперативне планування перевезень та збільшує чутливість системи до простоїв і технічних збоїв.

По-друге, робота портового терміналу повинна забезпечувати розміщення та обробку близько 4 360 контейнерів, що створює високі вимоги до пропускної здатності майданчиків, організації складського процесу та синхронізації роботи з морськими лініями.

По-третє, найбільш витратною складовою маршруту є морське перевезення, тому будь-які коливання ставок фрахту можуть істотно впливати на кінцеву собівартість перевезення й фінансовий результат логістичного оператора.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують, що в умовах перспективного збільшення обсягів перевезення кукурудзи на 50% організація контейнерних перевезень за маршрутом Полтава–Одеса–Александрія є технічно можливою та економічно доцільною.

РОЗДІЛ 3 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ЗЕРНОВИХ

3.1 Екологічне значення вдосконалення логістики зернових перевезень

У сучасних умовах питання екологічної безпеки транспортних процесів набуває дедалі більшого значення. Це пов’язано з тим, що транспорт є одним із суттєвих джерел викидів парникових газів, забруднюючих речовин у повітря, шумового навантаження та негативного впливу на прилеглі території. Для України ця проблема є особливо актуальною в умовах необхідності збереження високих обсягів експорту зернових культур та одночасного підвищення ефективності транспортної системи.

У межах даної дипломної роботи розглядається організація перевезень зернових у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту. Така тема безпосередньо пов’язана з екологічними аспектами, оскільки вибір виду транспорту, організація маршруту, спосіб перевалки, використання контейнерів, а також рівень координації логістичних операцій визначають не лише економічну ефективність, а й екологічне навантаження на довкілля.

Європейське агентство з довкілля наголошує, що автомобільний транспорт залишається найбільшим джерелом транспортних викидів парникових газів у Європі, а водний і залізничний транспорт у перерахунку на одиницю транспортної роботи мають нижчий рівень викидів. Зокрема, дорожній транспорт формує понад 70 % усіх транспортних викидів у ЄС, тоді як перехід частини вантажопотоку на водний транспорт розглядається як один із базових шляхів декарбонізації логістики [15].

Саме тому для системи перевезень зернових вантажів доцільним є не лише аналіз техніко-економічних показників, а й оцінка екологічних наслідків вибраної транспортної схеми. Для маршруту Полтава–Одеса–Александрія це означає

необхідність врахування екологічних наслідків роботи вантажного автомобільного транспорту на підвезенні контейнерів до перевалочного вузла та використання водного транспорту на подальшій ділянці перевезення.

Таким чином, екологічний розділ дипломної роботи має на меті визначити основні види впливу контейнерних перевезень зернових на довкілля, оцінити переваги комбінованої транспортної схеми з позиції зменшення шкідливих викидів і запропонувати практичні заходи щодо зниження екологічного навантаження.

Перевезення зернових вантажів у контейнерах, незважаючи на низку технологічних переваг, супроводжується певним екологічним впливом на довкілля. Цей вплив проявляється на всіх етапах логістичного ланцюга: під час завантаження зерна, автомобільного транспортування, перевалки, тимчасового зберігання контейнерів та водного перевезення.

Першим видом негативного впливу є викиди забруднюючих речовин та парникових газів від автомобільного транспорту. Під час руху вантажних автомобілів у повітря надходять оксиди азоту, оксид вуглецю, дрібнодисперсний пил, а також вуглекислий газ. Особливо значним цей вплив є на під'їздах до великих транспортних вузлів та портів, де автомобілі працюють у режимі низьких швидкостей або простою. Європейське агентство з довкілля відзначає, що саме дорожній транспорт є домінуючим джерелом транспортних викидів, а тому скорочення його частки у вантажних перевезеннях прямо пов'язане зі зменшенням екологічного навантаження [16].

Другим видом негативного впливу є утворення пилу при перевалці та переміщенні зернових вантажів. Під час завантаження, розвантаження, накопичення і перевалки сипучих вантажів утворюються пилові викиди, які можуть поширюватися на прилеглі території. UNECE у документах щодо контролю викидів пилу зазначає, що операції з вивантаження, зберігання, транспортування та змішування сипучих матеріалів є типовими джерелами пилових викидів, а ефективність їх стримування залежить від герметизації процесів, локального аспіраційного обладнання та організації логістичних операцій.

Третім чинником є ризик локального забруднення територій при порушенні умов перевезення та перевалки. Якщо контейнеризація або перевалка організовані неналежним чином, можливі втрати зерна, засмічення території, вторинне пилоутворення, а також накопичення органічних залишків, що погіршують санітарний стан майданчиків.

Четвертим чинником є шумове навантаження, яке виникає внаслідок інтенсивного руху великовантажного транспорту, роботи перевантажувального обладнання, портових механізмів та суднових енергетичних установок. У зонах, наближених до населених пунктів, це може створювати додатковий дискомфорт для населення і вимагати організаційних обмежень за часом виконання робіт.

П’ятим чинником є вплив водного транспорту на атмосферне повітря та акваторію. Хоча водний транспорт у середньому є екологічно вигіднішим за автомобільний щодо викидів на одиницю транспортної роботи, судна також залишаються джерелом викидів оксидів сірки, оксидів азоту, вуглекислого газу та інших домішок. Саме тому міжнародне регулювання морських перевезень послідовно посилює екологічні вимоги до флоту. MARPOL Annex VI спрямований на зниження забруднення повітря від суден, а стратегія IMO передбачає подальше скорочення вуглецевої інтенсивності міжнародного судноплавства [17].

Таким чином, екологічний вплив перевезень зернових вантажів є комплексним і охоплює повітряне середовище, території транспортних вузлів, акваторії портів та умови проживання населення в прилеглих районах. Це зумовлює необхідність застосування організаційних і технічних заходів щодо його мінімізації.

3.2 Екологічні переваги контейнерних перевезень зернових

Порівняно з традиційними способами перевезення зерна контейнеризація має низку екологічних переваг, що робить її перспективною формою організації логістики зернового експорту.

Передусім контейнер забезпечує вищий рівень ізоляції вантажу від навколишнього середовища. Це дозволяє істотно знизити втрати зерна під час перевезення, обмежити його контакт із зовнішнім середовищем і зменшити пилоутворення під час перевалки. На відміну від відкритих або менш герметичних способів перевезення, контейнерна технологія створює більш контрольовані умови транспортування вантажу.

Другою перевагою є зменшення кількості перевантажувальних операцій із самим зерном. При контейнерній схемі частина логістичного процесу переноситься з маніпуляцій із сипучим вантажем на маніпуляції з контейнером як транспортною одиницею. Це знижує ризик просипання, вторинного забруднення майданчиків, а також пилоутворення на терміналах.

Третьою важливою перевагою є можливість ефективної інтеграції різних видів транспорту. Контейнер виступає універсальною логістичною одиницею, що полегшує перехід між автомобільною і водною ділянками маршруту. Це створює передумови для зменшення частки автомобільної складової у загальному транспортному ланцюгу, а отже й для зниження екологічного навантаження, пов’язаного з дорожнім транспортом.

Четверта перевага полягає у скороченні простоїв і підвищенні керованості логістичних процесів. Коли транспортний потік працює за узгодженими графіками, зменшується скупчення автомобілів у місцях перевалки, скорочується робота двигунів на холостому ході, зменшуються локальні викиди на території терміналів.

Отже, контейнерні перевезення зернових вантажів у поєднанні з чіткою організацією логістичних операцій можуть розглядатися як екологічно доцільне рішення, особливо для систем, де важливо поєднати гнучкість автомобільного транспорту з нижчим екологічним навантаженням водного транспорту.

3.3 Порівняння автомобільного та водного транспорту

Для теми дипломної роботи особливий інтерес становить порівняння двох видів транспорту, які беруть участь у досліджуваній схемі перевезення: автомобільного та водного.

Автомобільний транспорт має безперечні логістичні переваги: високу маневреність, гнучкість маршруту, можливість доставки «від дверей до дверей», відносно просту організацію підвезення контейнерів до пунктів перевалки. Проте з екологічної точки зору саме цей вид транспорту є найбільш проблемним. Він формує значні викиди забруднюючих речовин і парникових газів, створює шумове навантаження та сприяє пришвидшеному зносу дорожньої інфраструктури. Європейське агентство з довкілля прямо вказує, що дорожній транспорт є головним джерелом транспортних викидів у Європі [15].

Водний транспорт, навпаки, характеризується нижчими питомими викидами на одиницю транспортної роботи. Саме тому в європейській транспортній політиці та екологічних оцінках він розглядається як один із найбільш перспективних напрямів для зменшення вуглецевого сліду вантажних перевезень. EEA наголошує, що “rail and waterborne transport have the lowest emissions per kilometre and unit transported”, тобто залізничний і водний транспорт є найменш вуглецеємними серед моторизованих видів перевезення [16].

Разом з тим водний транспорт не є абсолютно нейтральним для довкілля. Судноплавство також потребує жорсткого екологічного контролю, зокрема щодо викидів в атмосферу, енергоефективності суден, якості палива та недопущення забруднення акваторії. Саме з цією метою діє MARPOL Annex VI, а також інструменти IMO щодо EEXI, SEEMP і подальшого зниження вуглецевої інтенсивності флоту [18].

У контексті даної дипломної роботи це означає, що екологічно найбільш доцільною є така організація перевезення, за якої автомобільний транспорт виконує коротку підвізну функцію, а більша частина вантажопотоку переноситься на водний транспорт. Саме така схема дозволяє поєднати логістичну доступність із меншим екологічним навантаженням.

3.4 Нормативно-правове регулювання екологічної безпеки перевезень

Екологічна безпека перевезень зернових вантажів в Україні регулюється як національними, так і міжнародними нормативно-правовими документами, які визначають вимоги до функціонування транспортної системи, охорони навколишнього середовища та забезпечення екологічної стійкості транспортно-логістичних процесів. В умовах розвитку мультимодальних перевезень, активного використання контейнеризації та інтеграції України до європейського транспортного простору дотримання екологічних норм набуває особливо важливого значення.

На національному рівні одним із ключових документів є Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», який визначає основні принципи державної політики у сфері екологічної безпеки та регламентує необхідність мінімізації негативного впливу транспорту на довкілля. Закон передбачає обов'язковість дотримання екологічних стандартів при здійсненні господарської діяльності, у тому числі транспортних перевезень, а також встановлює відповідальність за порушення природоохоронного законодавства [37].

Важливе значення для транспортної галузі має також Закон України «Про транспорт», у якому визначено загальні принципи функціонування транспортної системи держави, включаючи вимоги щодо безпеки перевезень, охорони праці та захисту довкілля. У документі зазначається, що підприємства транспорту зобов'язані забезпечувати зниження шкідливого впливу транспортних засобів на навколишнє середовище, впроваджувати ресурсозберігаючі технології та дотримуватись установлених екологічних нормативів [38].

Окрему роль у формуванні сучасної екологічної транспортної політики відіграє Національна транспортна стратегія України до 2030 року, схвалена Кабінетом Міністрів України. У стратегії особлива увага приділяється розвитку екологічно збалансованої транспортної системи, зменшенню рівня викидів

парникових газів, розвитку мультимодальних перевезень та інтеграції екологічних стандартів Європейського Союзу в українську транспортну галузь. Документ визначає необхідність підвищення енергоефективності транспорту, модернізації логістичної інфраструктури та стимулювання переходу до більш екологічних видів перевезень [14].

Для автомобільного транспорту важливими є екологічні стандарти щодо викидів шкідливих речовин двигунами внутрішнього згоряння. В Україні поступово впроваджуються вимоги екологічних стандартів Євро-5 та Євро-6, які регламентують допустимі рівні викидів оксидів азоту, твердих частинок та інших забруднюючих речовин. Використання сучасних вантажних автомобілів-контейнеровозів із двигунами підвищеного екологічного класу дозволяє суттєво зменшити негативний вплив автомобільних перевезень зернових на атмосферне повітря. Крім того, важливим напрямом державної політики є стимулювання оновлення рухомого складу та підвищення енергоефективності транспортних засобів.

У сфері морського транспорту ключове значення мають міжнародні нормативно-правові акти, прийняті Міжнародною морською організацією (IMO). Одним із головних документів є Міжнародна конвенція MARPOL 73/78, яка встановлює вимоги щодо запобігання забрудненню морського середовища із суден. Особливо важливим для даної тематики є Додаток VI (MARPOL Annex VI), який регулює питання запобігання забрудненню атмосферного повітря суднами, встановлює обмеження на вміст сірки у паливі та визначає заходи зі скорочення викидів оксидів азоту і парникових газів [19].

Крім того, у 2023 році IMO затвердила оновлену стратегію щодо скорочення викидів парникових газів міжнародним судноплавством. Документ передбачає поступове зниження вуглецевої інтенсивності морських перевезень, впровадження енергоефективних технологій та використання альтернативних видів палива. У перспективі це означає посилення екологічних вимог до

судноплавних компаній, портової інфраструктури та логістичних операторів, які здійснюють міжнародні контейнерні перевезення зернових вантажів [19].

Важливу роль у сфері екологічної безпеки відіграють також міжнародні документи Європейського Союзу, зокрема Європейський зелений курс (European Green Deal), який передбачає поступовий перехід транспортної системи до кліматичної нейтральності. У рамках цієї політики значна увага приділяється розвитку мультимодальних перевезень, скороченню частки автомобільного транспорту на великих відстанях та збільшенню використання водного й залізничного транспорту як більш екологічних способів доставки вантажів.

Для контейнерних перевезень зернових важливе значення мають також санітарні та технічні вимоги до перевезення харчових вантажів. Контейнери повинні відповідати міжнародним стандартам безпеки, бути герметичними, придатними для транспортування зернових культур та забезпечувати захист вантажу від вологи, забруднення й пошкодження. Недотримання цих вимог може призвести не лише до втрат продукції, а й до забруднення навколишнього середовища зерновими відходами та пилом.

Особливе значення екологічне регулювання має для портових терміналів, де здійснюються операції перевалки зернових вантажів. Відповідно до екологічних норм портові оператори повинні забезпечувати функціонування систем пилопригнічення, аспірації, очищення стічних вод, контролю викидів та шумового навантаження. Сучасні контейнерні термінали також впроваджують автоматизовані системи екологічного моніторингу, які дозволяють контролювати стан довкілля в режимі реального часу.

У практичному аспекті це означає, що організація перевезень зернових за участю автомобільного та водного транспорту повинна враховувати не лише технологічні параметри перевезення вантажу, а й вимоги щодо екологічної безпеки транспортних засобів, портової інфраструктури, якості палива, рівня шкідливих викидів та умов виконання вантажно-розвантажувальних операцій. Дотримання екологічних нормативів є необхідною умовою забезпечення сталого

розвитку транспортно-логістичної системи України та підвищення конкурентоспроможності українського зернового експорту на міжнародному ринку.

3.5 Заходи щодо зниження екологічного навантаження в системі перевезень зернових у контейнерах

З урахуванням специфіки досліджуваного маршруту та організації перевезень зернових вантажів у контейнерах доцільно запропонувати комплекс практичних заходів, спрямованих на зниження негативного впливу на довкілля.

Першим заходом є оптимізація співвідношення видів транспорту. Доцільно скорочувати найдовшу ділянку автомобільного пробігу та збільшувати роль водного транспорту у загальному транспортному ланцюгу. Це дозволяє зменшити сумарні викиди від перевезення, а також знизити навантаження на дорожню мережу.

Другим заходом є мінімізація холостих пробігів та простоїв автомобілів. Для цього необхідно застосовувати погодинне планування прибуття контейнерів до перевалочних пунктів, цифровий моніторинг транспортного потоку, попереднє бронювання часових слотів для заїзду на термінал. Такі заходи дають екологічний ефект через скорочення роботи двигунів на холостому ходу.

Третім заходом є пило- та пилогазозахисне оснащення місць перевалки. Для зниження пилових викидів доцільно використовувати закриті перевантажувальні вузли, локальні аспіраційні системи, пилопригнічення, герметизацію зон пересипання, регулярне очищення твердих покриттів і контейнерних майданчиків. UNECE прямо вказує на доцільність технічних заходів контролю викидів пилу під час транспортування, зберігання та перевалки сипучих матеріалів.

Четвертим заходом є використання технічно справного та екологічно ефективного рухомого складу. Для автомобільної ланки це означає залучення транспортних засобів із сучасними екологічними характеристиками, а для водної — використання суден, що відповідають чинним вимогам щодо енергоефективності та викидів.

П’ятим заходом є удосконалення контейнерної технології. Йдеться про використання справних контейнерів, що виключають просипання вантажу, а також про впровадження раціональної послідовності операцій завантаження, підвезення, перевалки та відправлення. Чим менше непродуктивних маніпуляцій із вантажем, тим нижчий екологічний ризик.

Шостим заходом є екологічний контроль у транспортно-логістичних вузлах. Доцільно здійснювати моніторинг рівня запиленості, фіксацію випадків просипання вантажу, контроль санітарного стану майданчиків, а також планові перевірки технічного стану перевантажувального обладнання [20] [21].

3.6 Висновки до розділу 3

У третьому розділі бакалаврської кваліфікаційної роботи було досліджено екологічні аспекти організації перевезень зернових вантажів у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту. Проведений аналіз показав, що в сучасних умовах екологічна складова транспортних процесів набуває особливо важливого значення, оскільки транспортна галузь є одним із найбільших джерел викидів забруднюючих речовин і парникових газів. Для України питання екологізації логістики зернового експорту є актуальним не лише з точки зору зменшення негативного впливу на довкілля, а й у контексті інтеграції до європейських транспортних та екологічних стандартів.

У ході дослідження встановлено, що основний негативний вплив на навколишнє середовище під час перевезення зернових вантажів формується на етапі автомобільного транспортування та перевалки вантажів у портових вузлах. Вантажні автомобілі є джерелом викидів оксидів азоту, оксиду вуглецю, дрібнодисперсного пилу та вуглекислого газу, а також створюють значне шумове навантаження на територіях транспортних коридорів та портових зон. Додатковим екологічним чинником є утворення пилу під час навантаження, розвантаження та перевалки зернових вантажів, що може негативно впливати на санітарний стан

прилеглих територій. Водночас водний транспорт, незважаючи на значно нижчі питомі викиди на одиницю транспортної роботи, також залишається джерелом забруднення атмосфери та потребує дотримання міжнародних екологічних вимог щодо експлуатації суден.

Проведений аналіз підтвердив, що контейнеризація зернових перевезень має низку важливих екологічних переваг у порівнянні з традиційними способами транспортування сипучих вантажів. Використання контейнерів забезпечує вищий рівень герметизації вантажу, дозволяє зменшити втрати зерна, скоротити пилоутворення та мінімізувати забруднення територій під час перевалки. Крім цього, контейнер виступає універсальною транспортною одиницею, що значно спрощує взаємодію між автомобільним та водним транспортом і дозволяє більш ефективно організовувати мультимодальні перевезення. Завдяки цьому скорочується кількість перевантажувальних операцій із самим зерном, зменшуються простої транспортних засобів та оптимізується робота логістичних вузлів.

Особливу увагу у розділі було приділено порівнянню автомобільного та водного транспорту з екологічної точки зору. Встановлено, що автомобільний транспорт забезпечує високу гнучкість доставки та оперативність перевезень, однак характеризується значним рівнем викидів і високим енергоспоживанням. Водний транспорт, навпаки, має значно нижчі питомі викиди на одиницю транспортної роботи та є більш екологічно ефективним для перевезення великих партій вантажів на далекі відстані. Саме тому найбільш доцільною є організація перевезень, за якої автомобільний транспорт використовується переважно для коротких підвізних операцій, а основна частина маршруту виконується морським транспортом.

У результаті дослідження було визначено, що екологічна ефективність системи перевезення зернових значною мірою залежить від рівня організації логістичних процесів, технічного стану транспортних засобів, пропускної спроможності терміналів та рівня координації між учасниками транспортного процесу. Для зменшення екологічного навантаження доцільним є впровадження сучасних

контейнерних технологій, оновлення парку вантажних автомобілів, оптимізація маршрутів перевезення, скорочення простоїв транспорту в портах та використання енергоефективного перевантажувального обладнання.

Таким чином, проведений аналіз підтверджує, що розвиток контейнерних мультимодальних перевезень зернових вантажів за участю автомобільного та водного транспорту є не лише економічно доцільним, а й екологічно обґрунто-ваним напрямом розвитку транспортної системи України. Використання контейнеризації дозволяє підвищити ефективність логістики зернового експорту, забезпечити стабільність транспортних процесів та одночасно знизити негативний вплив транспортної діяльності на довкілля.

ВИСНОВОК

У бакалаврській кваліфікаційній роботі проведено дослідження організації перевезень зернових у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту на прикладі маршруту Полтава–Одеса–Александрія. Актуальність теми обумовлена необхідністю адаптації логістичної системи України до умов воєнного часу, зміни традиційних експортних маршрутів та зростання ролі контейнеризації у системі зернового експорту.

У ході виконання роботи було вирішено поставлені завдання дослідження.

1. По-перше, проведено аналіз обсягів експорту зерна в Україні у довоєнний період та в сучасних умовах функціонування транспортної системи. Встановлено, що у 2021 році експорт зернових та олійних культур через порти Чорного моря становив понад 47 млн т, а основну роль у структурі перевезень відігравала залізниця. Водночас частка автомобільного транспорту поступово зростала та досягла 31 %, що свідчило про посилення ролі гнучких логістичних схем. Після початку повномасштабної війни структура логістики суттєво трансформувалась: зросли транспортні витрати, змінились напрямки перевезень, а логістична система була змушена адаптуватися до нових умов роботи. Разом із тим у 2024–2025 роках спостерігається поступове відновлення морського експорту через порти Одеського регіону та активне впровадження контейнерних перевезень зернових вантажів. За підсумками 2024/2025 року експорт зернових та олійних культур становив близько 46,7 млн т, що підтверджує збереження значного експортного потенціалу України.

2. По-друге, у роботі виконано розрахунок параметрів контейнерних перевезень на маршруті Полтава–Одеса–Александрія за умови збільшення обсягів експорту зернових. На основі статистичних даних та прогнозної моделі визначено перспективний обсяг перевезення кукурудзи у розмірі 1,665 млн т на рік з урахуванням збільшення експортного навантаження на 50 %. Для організації перевезень запропоновано використання 20-футових контейнерів вантажомісткістю 21

т із подальшим транспортуванням морським шляхом до Александрії. Проведено розрахунок часу обороту автомобілів, необхідної кількості контейнерів, місткості терміналу та витрат на перевезення. Визначено, що повна собівартість доставки одного контейнера становить 121 413 грн, або 5782 грн/т вантажу. Загальні річні витрати на перевезення складають близько 9,6 млрд грн, а при рівні рентабельності 15 % річний прибуток може становити близько 1,47 млрд грн. Це підтверджує економічну доцільність організації контейнерних перевезень зернових за досліджуваним маршрутом.

3. По-третє, було досліджено екологічні аспекти організації перевезень зернових вантажів у контейнерах за участю автомобільного та водного транспорту. Проведено аналіз впливу транспортно-логістичних процесів на навколишнє середовище та визначено основні екологічні переваги контейнеризації зернових перевезень. Встановлено, що використання контейнерної технології дозволяє зменшити втрати зерна, скоротити рівень пилового забруднення, підвищити герметичність перевезення та знизити негативний вплив на довкілля. Також здійснено порівняння екологічних характеристик автомобільного та водного транспорту, у результаті чого визначено, що водний транспорт має нижчий рівень викидів шкідливих речовин і меншу енергоємність при перевезенні великих обсягів вантажу. Окрему увагу приділено нормативно-правовому регулюванню екологічної безпеки перевезень зернових вантажів та вимогам щодо дотримання екологічних стандартів у процесі мультимодальних перевезень. Крім того, запропоновано заходи щодо зниження екологічного навантаження транспортної системи, зокрема використання сучасних контейнерних технологій, оптимізацію логістичних маршрутів, впровадження систем контролю викидів і цифрового моніторингу транспортних процесів.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що контейнеризація зернових перевезень є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку експортної логістики України в сучасних умовах. Проведені розрахунки підтвердили, що мультимодальна схема перевезення за маршрутом Полтава– Одеса–

Александрія дозволяє забезпечити транспортування значних обсягів зернових вантажів навіть за умови збільшення експортного навантаження на 50 %. Запропонована система поєднання автомобільного та водного транспорту забезпечує необхідну гнучкість доставки, можливість оперативного реагування на зміни логістичної ситуації та збереження стабільності експортних потоків в умовах воєнних ризиків.

Встановлено, що використання контейнерів сприяє зменшенню втрат зерна під час перевалки, підвищує ефективність взаємодії між окремими видами транспорту та спрощує організацію мультимодальних перевезень. Крім економічної ефективності, контейнеризація має також важливі екологічні переваги, оскільки дозволяє знизити пилоутворення, покращити контроль за вантажем та частково скоротити негативний вплив транспортного процесу на навколишнє середовище. У роботі підтверджено, що водний транспорт залишається найбільш ефективним способом перевезення великих партій зернових на далекі відстані, тоді як автомобільний транспорт виконує важливу функцію оперативного підвезення контейнерів до портових терміналів.

Разом із тим дослідження показало, що подальше збільшення обсягів контейнерного експорту зерна потребує розвитку транспортної інфраструктури, модернізації контейнерних терміналів, підвищення пропускної спроможності портів Одеського регіону та вдосконалення організації роботи автомобільного транспорту. Особливо важливим є забезпечення стабільної роботи морського коридору, оскільки саме морська складова визначає загальну ефективність експортного логістичного ланцюга. Отримані результати можуть бути використані для подальшого вдосконалення організації контейнерних перевезень зернових вантажів, планування роботи транспортно-логістичних центрів та обґрунтування перспектив розвитку мультимодальних перевезень у системі аграрного експорту України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

[1] United States Department of Agriculture (USDA). Ukraine Grain Transportation. August 2022. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/UkraineAugust2022.pdf

[2] Офіційний веб-портал Парламенту України https://www.rada.gov.ua/en/news/News/263429.html

[3] United States Department of Agriculture (USDA). Ukraine Grain Transportation. June 2023. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/UkraineJune2023.pdf

[4] United States Department of Agriculture (USDA). Ukraine Grain Transportation. June 2025. https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/Ukraine%20June%202025.pdf

[5] Hongocean. How Long Does It Take to Load and Unload a Container. https://hongocean.com/how-long-does-it-take-to-load-and-unload-a-container

[6] Work.ua. Середня заробітна плата водія вантажного автомобіля в Україні https://www.work.ua

[7] Paltos Logistics. Контейнерні та портові послуги. https://paltos.com.ua/

[8] Міністерство фінансів України. Ціни на дизельне паливо в Україні. https://minfin.com.ua

[9] INSAT. Технічні характеристики вантажних автомобілів. https://insat.org.ua

[10] IndexBox. Price for road tractor for semitrailer in Ukraine. https://www.indexbox.io/search/price-for-road-tractor-for-semitrailer-ukraine

[11] Методичні рекомендації з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті : наказ Міністерства транспорту України від 05.02.2001 № 65.

https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0065361-01#Text

[12] Українська зернова асоціація. Підсумки сезону 2024/2025: експорт зернових та олійних культур – 46,7 млн т. https://uga.ua/news/pidsumky-sezonu-2024-2025-eksport-zernovyh-ta-olijnyh-46-7-mln-t

[13] Delo.ua.“Експорт зерна з України впав на 6,7 млн тонн порівняно з минулим сезоном.” https://delo.ua/news/eksport-zerna-z-ukrayini-vpav-na-67-mln-tonn-porivnyano-z-minulim-sezonom-459097

[14] Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року та операційний план її реалізації у 2025–2027 роках : розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 № 1550-р.

[15] European Environment Agency. *Sustainability of Europe’s mobility systems 2024: Climate*. Дані щодо частки дорожнього транспорту у транспортних викидах. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/sustainability-of-europes-mobility-systems/climate

[16] European Environment Agency. *Rail and waterborne — best for low-carbon motorised transport*. Дані про нижчі питомі викиди водного транспорту. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/rail-and-waterborne-best-for-low-carbon-motorised-transport

[17] IMO. *Climate action and clean air in shipping*. Вимоги MARPOL Annex VI щодо зниження забруднення повітря від суден. https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/decarbonization%20and%20clean%20air%20in%20shipping.aspx

[18] IMO. *2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships*. Цілі щодо зниження вуглецевої інтенсивності міжнародного судноплавства. https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/2023-imo-strategy-on-reduction-of-ghg-emissions-from-ships.aspx

[19] IMO. *Short-term GHG reduction measure*. Вимоги EEXI та SEEMP для суден. https://www.imo.org/en/ourwork/environment/pages/short-term-ghg-reduction-measure.aspx

[20] UNECE. *Guidance document on control techniques for emissions of sulphur, NOx, VOC, particulate matter*. Відомості щодо пилових викидів при транспортуванні та зберіганні сипучих вантажів. https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/air/WGSR_50th/Informal/Informal_document_no2_stationary_sources_rev.pdf

[21] UNECE. *Informal Complementary Document on control techniques for emissions from handling of solids*. Дані щодо пилових викидів під час перевалки, зберігання та переміщення твердих сипучих матеріалів. https://unece.org/sites/default/files/2025-05/TFTEI-Informal-Complementary-document.pdf

[22] Freightos. Глобальна цифрова платформа для бронювання вантажних перевезень, яка надає послуги порівняння, ціноутворення та бронювання для міжнародної логістики. https://www.freightos.com

[23] Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Організація вантажних автомобільних перевезень». https://e-library.kpefk.com.ua/wp-content/uploads/2023/11/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96-%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2%D0%BA%D0%B8-%D0%B4%D0%BE-%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D1%85-%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%82-%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9F.pdf

[24] Мєшков Ю. Є. Методичні рекомендації і контрольні завдання до виконання практичних занять з дисципліни «Організація автомобільних перевезень». Кропивницький : ЦНТУ, 2024. 56 с.

[25] Кужель В. П., Кашканов А. А., Кашканов В. А. Проєктування транспортно-термінальних систем : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2025. 219 с.

[26] Методичні рекомендації з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті : наказ Міністерства транспорту України від 05.02.2001 № 65.

[27] Коскіна Ю. О. Розвиток теоретичних основ організації і управління змішаними перевезеннями масових вантажів за участю флоту : дис. … д-ра техн. наук : 05.22.01. Харків, 2020. 487 с.

[28] Чичуліна К. В. Ціни і ціноутворення : навчальний посібник. Полтава : Полтавська політехніка, 2020. 113 с.

[29] Лисак О. І., Андрєєва Л. О., Болтянська Л. О. Економіка підприємства : навчальний посібник. Мелітополь : Люкс, 2020. 272 с.

[30] Containerization as a tool for transformation of agricultural logistics. Бізнес-навігатор. 2025. № 93. https://bses.in.ua/journals/2025/93_2025/17.pdf

[31] Транспортно-логістичне забезпечення ланцюга постачання зерна в умовах війни та регіональної продовольчої безпеки. Ukrainian Journal of Ecology and Economics. https://jeej.wunu.edu.ua/index.php/ukjee/article/view/1929

[32] Про охорону праці : Закон України від 14 жовт. 1992 р. № 2694-XII // Відомості Верховної Ради України. 1992. № 49. Ст. 668.

[33] Правила охорони праці на автомобільному транспорті : НПАОП 0.00-1.62-12. Київ : МНС України, 2012. 116 с.

[34] Кодекс законів про працю України. Київ : Право, 2026. 152 с.

[35] ДБН В.2.2-8-98. Підприємства, будівлі і споруди зі зберігання та переробки зерна. Київ : Держбуд України, 1998. 32 с.

[36] Safety and Health in Ports / International Labour Organization. Geneva : ILO, 2022. 96 p.

[37] Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12

[38] Закон України «Про транспорт» : Закон України від 10.11.1994 № 232/94-ВР. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232/94-%D0%B2%D1%80