

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва та транспорту

Кафедра транспортних технологій

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Транспортних технологій

Олександр САВОЙСЬКИЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «Удосконалення технології перевезення зернових культур на прикладі ТОВ «Красноколядинське»»

Виконав:

(підпис)

Ярослав ОСТАШКО

Група:

ТРТ 2401м

Науковий керівник:

(підпис)

Олександр СОЛАРЬОВ

Науковий керівник:

(підпис)

Євген Гецович

Рецензент:

(підпис)

Сергій АНДРУХ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра транспортних технологій

Ступінь вищої освіти «Магістр»
Спеціальність 275 «Транспортні технології (за видами)»
Спеціалізація 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Завідувач кафедри
транспортних технологій
Олександр САВОЙСЬКИЙ
« ___ » _____ 202_ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ
ОСВІТИ

Ярославу ОСТАШКУ

1. **Тема кваліфікаційної роботи:** «Удосконалення технології перевезення зернових культур на прикладі ТОВ «Красноколядинське»»
2. **Керівник кваліфікаційної роботи:** кандидат технічних наук, доцент Соларьов О.О.
затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» січня 2025 року
№ 38/ос
3. **Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи:** 17 грудня 2025 року
4. **Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:** річні звіти базового підприємства, нормативно технічна документація, наукові та літературні джерела
5. **Зміст розрахунково – пояснювальної записки:** анотація, вступ, аналітична частина, основна частина, охорона праці на підприємстві, економічне обґрунтування, висновки, список використаної літератури, додатки

6. перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:
ілюстративний матеріал у вигляді презентації Microsoft Power Point на аркушах (слайдах) формату А4

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	с. викладач Таценко О. В.		
Економічне обґрунтування	к.т.н., доцент Тарельник Н. В.		

8. Дата видачі завдання: «03» січня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 03.01.2025 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 17.02.2025 р.	
3.	Складання плану роботи	до 03.03.2025 р.	
4.	Написання вступу	до 17.03.2025 р.	
5.	Підготовка розділу «Аналітична частина»	до 04.05.2025 р.	
6.	Підготовка розділу «Основна частина»	до 01.09.2025 р.	
7.	Підготовка розділу «Охорона праці на підприємстві»	до 06.10.2025 р.	
8.	Підготовка розділу «Економічне обґрунтування»	до 17.11.2025 р.	
9.	Написання висновків та пропозицій	до 01.12.2025 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.12.2025 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 13.12.2025 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 17.12.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ Ярослав ОСТАШКО
 (підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Олександр СОЛАРЬОВ
 (підпис)

АНОТАЦІЯ

Осташко Ярослав Олександрович. Удосконалення технології перевезення зернових культур на прикладі ТОВ «Красноколядинське», с. Красний Колядин, Прилуцький район, Чернігівської області.

Кваліфікаційна робота на здобуття магістра за освітньою програмою «Транспортні технології» зі спеціальності 275 «Транспортні технології». Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Кваліфікаційна робота присвячена аналізу та вдосконаленню технологічних процесів транспортування зернових культур у ТОВ «Красноколядинське» з метою підвищення ефективності логістики, зниження експлуатаційних витрат і забезпечення стабільного функціонування збирально-транспортного комплексу. Актуальність дослідження визначається потребою аграрних підприємств підвищувати продуктивність перевантажувальних операцій, оптимізувати роботу техніки й мінімізувати витрати на перевезення сільськогосподарської продукції.

У першому розділі проаналізовано виробничу діяльність господарства, структуру посівних площ, напрями транспортування продукції та наявний машинно-тракторний парк. Наведено детальний опис комбайнів, перевантажувальних бункерів, автотранспорту й причіпного обладнання. Визначено основні логістичні проблеми, серед яких: нерівномірне завантаження техніки, вплив якості дорожнього покриття та обмежена пропускна здатність елеваторних комплексів.

Другий розділ містить розширені розрахунки продуктивності перевантажувальних бункерів ПБН – 20 і ПБН – 50. Установлено, що ПБН – 50 демонструє кращі техніко-економічні показники: фактичну продуктивність 112,46 т/год, коефіцієнт використання часу 74,2 %, трудомісткість 0,008 год/т. Це підтверджує його економічну перевагу над ПБН-20. Окрім того, здійснено розрахунок потреби в обладнанні, який засвідчив перевищення фактичної продуктивності над потребами комбайнового парку на 175,08 т/год. Визначено оптимальну схему

завантаження зі складу та проведено оцінку ефективності використання зерномета ЗМ – 120У порівняно з телескопічним навантажувачем MANITOU.

Третій розділ зосереджено на питаннях охорони праці. Ідентифіковано основні небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час завантаження зерна в польових умовах і під час його розвантаження на елеваторі. Зокрема, розглянуто ризики зіткнення техніки, можливість перекидання машин, небезпеку травмування рухомими частинами, вплив пилових та шумових чинників, а також загрози виникнення пожеж і вибухів. Запропоновано комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці.

У четвертому розділі виконано економічне обґрунтування вибраної технологічної схеми завантаження. Проведено оцінку амортизаційних витрат, енергоспоживання, собівартості години роботи обладнання та вартості завантаження 1 т зерна. Доведено, що застосування зерномета ЗМ – 120У є найбільш економічно вигідним рішенням, адже собівартість виконання операцій на 45 % нижча порівняно з телескопічним навантажувачем MANITOU. Це підтверджує раціональність його використання для виконання масових завантажувальних робіт.

Проведені дослідження дозволили сформулювати практичні рекомендації щодо оптимізації транспортно-логістичних процесів, підвищення продуктивності техніки, зменшення витрат підприємства та покращення рівня безпеки праці. Запропоновані заходи здатні суттєво підвищити ефективність функціонування логістичної системи господарства.

Ключові слова: зернові культури, логістика транспортування, перевантажувальний бункер-накопичувач, ПБН – 20, ПБН – 50, продуктивність техніки, завантаження зерна, ЗМ – 120У, телескопічний навантажувач MANITOU, економічна ефективність, охорона праці, елеватор.

ABSTRACT

Ostashko Yaroslav Oleksandrovych. Improvement of Grain Transportation Technology on the Example of LLC “Krasnokolyadynske”, Krasnyi Kolyadin Village, Pryluky District, Chernihiv Region.

Master’s qualification thesis in the educational program “Transport Technologies”, specialty 275 “Transport Technologies”. Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The qualification thesis is dedicated to the analysis and improvement of grain transportation technologies at LLC “Krasnokolyadynske” with the aim of enhancing logistics efficiency, reducing operational costs, and ensuring the stable functioning of the harvesting and transport system. The relevance of the study is driven by the need for agricultural enterprises to increase the productivity of grain handling operations, optimize machinery performance, and minimize transportation expenses.

The first chapter provides an analysis of the enterprise’s production activities, crop structure, transportation routes, and the composition of the machine and tractor fleet. A detailed description of the combines, grain transfer bunkers, vehicles, and trailers is presented. The main logistical challenges are identified, including uneven equipment loading, road condition constraints, and the limited throughput capacity of elevator facilities.

The second chapter includes extended calculations of the performance of grain transfer bunkers PBN-20 and PBN-50. It has been established that the PBN-50 demonstrates superior technical and economic indicators: an actual capacity of 112.46 t/h, a time utilization factor of 74.2%, and a labor input of 0.008 h/t. This confirms its economic advantage over the PBN-20. Furthermore, calculations of equipment requirements indicate that the actual capacity exceeds the needs of the fleet of combines by 175.08 t/h. An optimal grain loading scheme from storage facilities has been developed, and the efficiency of the ZM-120U loader compared to the MANITOU telescopic loader has been evaluated.

The third chapter focuses on occupational safety issues. Key hazardous and harmful production factors during field loading and elevator unloading operations have been identified. These include risks of machinery collisions, machine overturning, injuries caused by moving components, exposure to dust and noise, as well as fire and explosion hazards. A system of organizational and technical measures aimed at ensuring safe working conditions is proposed.

The fourth chapter presents an economic assessment of the selected loading technology. Depreciation costs, energy consumption, hourly operating costs, and the cost of loading 1 ton of grain were determined. The analysis shows that the ZM-120U grain loader is the most economically efficient option, as its loading cost is 45% lower compared to the MANITOU telescopic loader. This confirms its suitability as the primary equipment for large-scale loading operations.

The results of the study made it possible to formulate practical recommendations for optimizing grain transportation and handling processes, increasing machinery productivity, reducing production costs, and improving occupational safety. The implementation of these measures contributes to enhancing the overall logistics system and improving the economic efficiency of the enterprise.

Keywords: grain crops, transportation logistics, grain transfer bunker, PBN-20, PBN-50, machinery productivity, grain loading, ZM-120U, MANITOU telescopic loader, economic efficiency, occupational safety, grain elevator.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ABSTRACT	6
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МАШИНО – ТРАКТОРНОГО ПАРКУ	11
1.1. Аналіз роботи підприємства	11
1.2 Основні маршрути перевезення продукції	12
1.3. Склад машинно – тракторного та допоміжного парку	13
РОЗДІЛ 2. ТЕОРИТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОБХІДНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ	21
2.1. Розрахунок продуктивності перевантажувальних бункерів накопичувачів	21
2.2. Розрахунок необхідної кількості обладнання	25
2.3. Обґрунтування раціональної системи завантаження зі складу	26
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС РОБОТИ З ЗЕРНОЗАВАНТАЖУВАЛЬНОЮ ТЕХНІКОЮ	31
3.1 Аналіз шкідливих факторів та небезпек під час завантаження автомобільного транспорту у польових умовах	31
3.2 Безпека праці під час розвантаження автомобільного транспорту на території елеватора	34
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	38
ВИСНОВКИ	41
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	44
ДОДАТКИ	46

ВСТУП

Сільське господарство є однією з ключових галузей економіки України, а зернове виробництво відіграє провідну роль у формуванні експортного потенціалу держави та забезпеченні продовольчої безпеки. В умовах зростання обсягів виробництва зернових культур, підвищення вартості паливно-енергетичних ресурсів і загострення конкуренції особливого значення набуває ефективна організація транспортно-логістичних процесів, зокрема перевезення та перевантаження зерна під час збирання врожаю і подальшої реалізації продукції.

Процеси транспортування зернових культур характеризуються значною трудомісткістю, високими експлуатаційними витратами та залежністю від технічного стану машинно-тракторного і автомобільного парку. Недостатня узгодженість роботи зернозбиральних комбайнів, перевантажувальної техніки та автотранспорту призводить до простоїв, зниження продуктивності збиральних робіт і збільшення собівартості перевезень. Тому актуальним завданням для аграрних підприємств є впровадження раціональних технологічних схем перевезення зернових культур, які забезпечують безперервність логістичного процесу, мінімізацію витрат і ефективне використання технічних ресурсів.

Особливої уваги потребує застосування сучасних перевантажувальних бункерів-накопичувачів та завантажувального обладнання, які дозволяють зменшити час простою комбайнів, підвищити пропускну здатність транспортної системи та знизити навантаження на дорожню інфраструктуру. Водночас вибір конкретних технічних засобів і технологічних рішень повинен базуватися на детальних техніко-економічних розрахунках з урахуванням виробничих умов конкретного господарства.

У цьому контексті актуальним є дослідження та вдосконалення технології перевезення зернових культур на прикладі ТОВ «Красноколядинське», яке спеціалізується на вирощуванні зернових та олійних культур і здійснює транспортування значних обсягів продукції до

елеваторних комплексів. Аналіз існуючої організації транспортних процесів і розробка ефективних рішень щодо перевантаження та завантаження зерна дають змогу підвищити загальну ефективність логістичної системи підприємства.

Крім того, раціональна організація перевезень зернових культур сприяє зменшенню втрат продукції, скороченню строків збирання врожаю та підвищенню рівня використання наявного технічного потенціалу підприємства. Важливим аспектом є також забезпечення безпечних умов праці під час виконання завантажувально-розвантажувальних операцій, оскільки інтенсивна робота техніки в польових умовах і на території елеваторів супроводжується підвищеним рівнем виробничих ризиків.

Удосконалення технології перевезення зерна повинно здійснюватися з урахуванням вимог економічної доцільності, надійності логістичних процесів та дотримання нормативів охорони праці. Саме комплексний підхід до аналізу транспортно-логістичної системи дає можливість обґрунтувати ефективні технічні та організаційні рішення, спрямовані на підвищення продуктивності та конкурентоспроможності аграрного підприємства.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА МАШИНО – ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

1.1. Аналіз роботи підприємства

ТОВ «Красноколядинське» розміщується в Чернігівській області, Прилуцькому районі, у селі Красний Колядин за адресою: вул. Ігоря Лобаня, 20. Підприємство спеціалізується на вирощуванні зернових та олійних культур і здійснює їх подальшу реалізацію. Земельний фонд господарства охоплює 3600 га орних площ. У 2025 році було зібрано врожай озимої пшениці з площі 1000 га, соняшник займав 1200 га, а посіви кукурудзи — 1400 га. Для подальшого зберігання, сушіння та відвантаження продукція доставляється на елеватор у місті Бахмач, а також на елеваторні потужності в населених пунктах Дубов'язівка та Вирівка, звідки зерно реалізується шляхом завантаження у залізничні вагони.



Рис. 1. Відсотковий склад посівів культур у 2025 році.

1.2 Основні маршрути перевезення продукції

Основний обсяг вирощеного зерна підприємство транспортує на елеватор, розташований у місті Бахмач, звідки й здійснюється його подальша реалізація. Відстань від полів до елеватора становить у середньому 45–60 км. Доставка здійснюється дорогою територіального значення Т 25–14 через населені пункти Дмитрівка, Григорівка, Тиниця та інші. Пропускна здатність елеватора дозволяє приймати до 2000 тонн зерна на добу залежно від культури. Потужність зберігання становить 52,2 тис. тонн. Зерносушильний комплекс при зніманні 10 % вологи з кукурудзи забезпечує продуктивність 23 т/год, що дорівнює приблизно 550 т за добу. Добова можливість відвантаження — до 10 вагонів, тобто близько 700 тонн. Схему маршруту руху автотранспорту до Бахмацького елеватора наведено на рисунку 2.

У випадку, коли елеватор у місті Бахмач не справляється з обсягами сушіння або відвантаження зерна, підприємство використовує альтернативний елеватор у селі Вирівка. Його місткість становить 35 тис. тонн, а добовий прийом — до 500 тонн зерна. Сушарка забезпечує зниження вологості кукурудзи на 10% у кількості до 500 тонн за добу. Максимальний обсяг відвантаження — 8 вагонів, що орієнтовно дорівнює 560 тоннам. Відстань до цього елеватора сягає 90–110 км, а маршрут пролягає через Дмитрівку, Григорівку, Тиницю, Городище, Митченки та Красне. Маршрут представлено на рисунку 3.

Стан дорожнього покриття на напрямку до Бахмача загалом задовільний, за винятком ділянок поблизу сіл Григорівка та Тиниця, де асфальт зазнав суттєвого руйнування. Дорога до Вирівки перебуває в гіршому технічному стані та потребує ремонту, оскільки значно постраждала внаслідок тривалих військових дій у 2022 році.

Інтенсивність руху на маршрутах є помірною. Найбільше транспортне навантаження спостерігається у селах Тиниця та Красне, де місцеві жителі активно використовують дороги для поїздок до міст Бахмач та Конотоп. Це

створює додаткові затримки для автотранспорту підприємства та ускладнює логістичний процес.

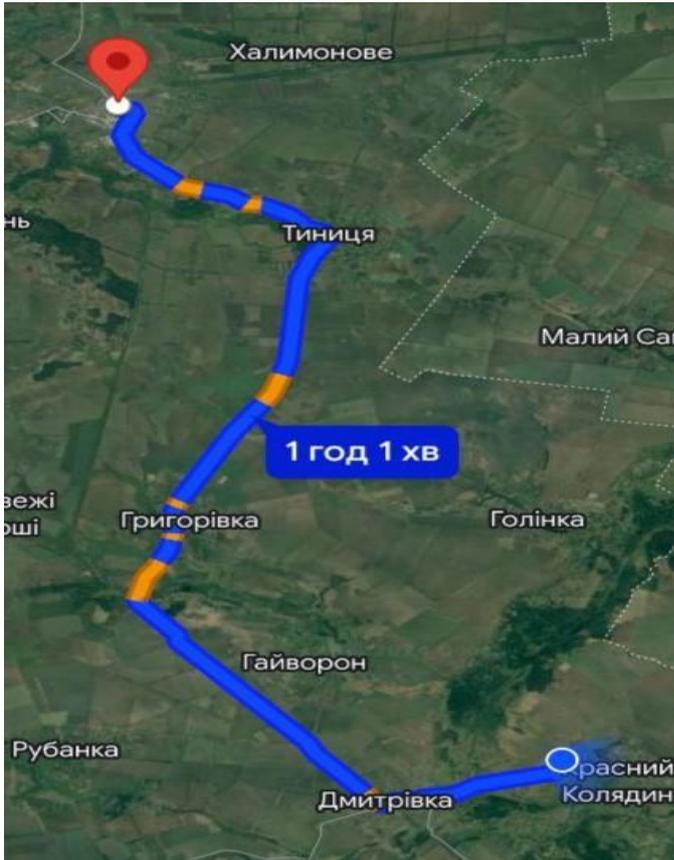


Рис. 2. Маршрут до елеватора у м. Бахмач.

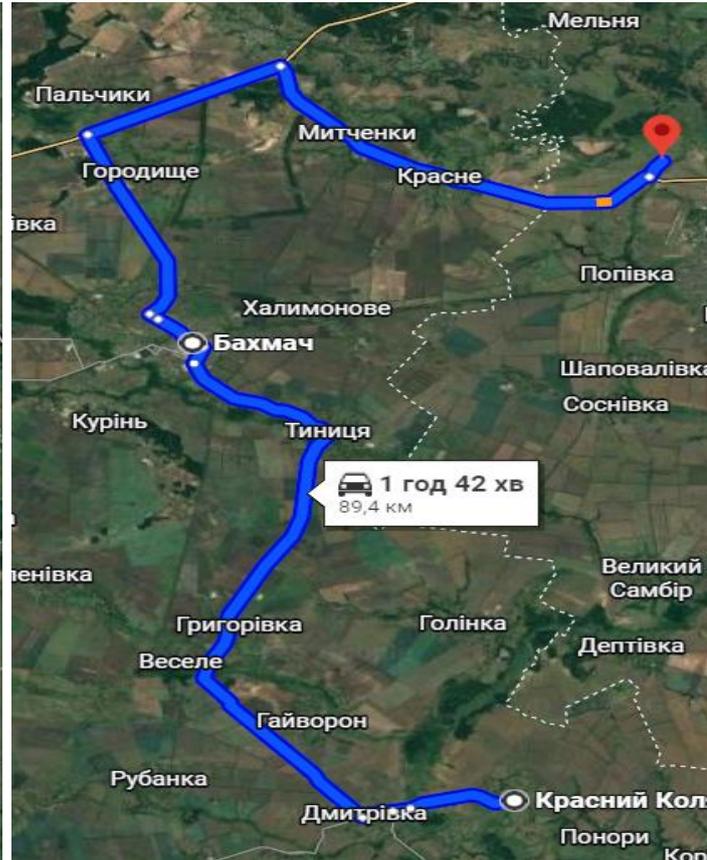


Рис. 3. Маршрут до леватора у с. Вирівка.

1.3. Склад машинно – тракторного та допоміжного парку

Під час періоду збирання врожаю використовуються різні типи техніки : комбайни, трактори, перевантажувальні бункери накопичувачі, автомобілі тягачі разом з напівпричепами самоскидами, а також автомобілі самоскиди з причепами. Ввесь склад техніки яка використовується під час активної фази збирання врожаю представлено в таблицях 1.1, 1.2, 1.3, 1.4.

Таблиця 1.1

Перелік сільськогосподарської техніки яка використовується під час збирання врожаю.

Марка, модель	Кількість	Об'єм двигуна (л)	Потужність двигуна (к.с.)	Витрати пального на (л./год.)	Повна маса (кг)
 <p>Case IH Magnum 340</p>	1	8,7	340	35	15 500
 <p>New Holland CX 6090</p>	2	8,7	333	50	13 400
 <p>Case IH Axial Flow 9120</p>	1	12,9	483	83	16 600
 <p>Case IH Axial Flow 9230</p>	1	12,9	500	98	17 900

Продовження таблиці 1.1

 <p>Case IH Axial Flow 5088</p>	2	8,3	285	60	14 500
 <p>Case IH Puma 155</p>	1	6,7	158	17	7 600
 <p>XT3 17221</p>	2	7,12	212	25	8 600
 <p>MT3 1221.2</p>	1	7,12	130	19	5 600

Задля збільшення продуктивності комбайнів та зменшення ущільнення ґрунту використовуються перевантажувальні бункери накопичувачі, які слугують проміжною ланкою між зернозбиральною технікою та автомобільним транспортом. Використання такої техніки як перевантажувальні бункери накопичувачі збільшують продуктивність комбайнів на 20 – 40 %, а також при їх використанні автомобілям не доводиться заїжджати у поле коли є надмірна вологість ґрунту.

Таблиця 1.2

Перелік перевантажувальних бункерів накопичувачів.

Марка, модель	Кількість	Об'єм кузова (м ³)	Вантажо – підйомність (кг)	Власна маса (кг)
 <p>Завод Кобзаренка ПБН – 20</p>	4	20	16 000	4 800
 <p>Завод Кобзаренка ПБН – 50</p>	1	50	40 000	12 500

Таблиця 1.3

Перелік вантажного автотранспорту

Марка, модель	Кількість	Об'єм кузова (м ³)	Потужність двигуна (к.с.)	Витрати пального л./100 км.	Рік випуску
 <p>SCANIA R 460</p>	9	-	460	32	2024
 <p>MAN TGX 18.480</p>	1	-	480	40	2013
 <p>MAN TGS 26.440</p>	1	35	440	43	2010

Продовження таблиці 1.3

	2	30	285	54	2011
<p>КамАЗ 65117</p>	7	15	260	51	2012
	1	22	330	45	2019
<p>КамАЗ 45143</p>	2	12,5	230	48	2012
	2	12,5	230	48	2012
<p>МАЗ 6501С5</p>	2	12,5	230	48	2012
	2	12,5	230	48	2012
<p>МАЗ 5551А2</p>					

Ознайомитися з причепами до автомобілів – тягачів можна в таблиці

1.4.

Таблиця 1.4

Причепи підприємства

Марка, модель	Тип кузова	Кількість	Об'єм кузова (м ³)	Рік випуску
 <p>WIELTON NW – 3 A6 PDK</p>	Напівпричіп самоскид	9	55	2024
 <p>Bodex KIS 3W-S</p>	Напівпричіп самоскид	1	55	2004
 <p>WIELTON PCW 133</p>	Причіп-самоскид	2	40	2010
 <p>НЕФАЗ 8560</p>	Причіп-самоскид	6	15,5	2012

Продовження таблиці 1.4

 <p>Krone AZ SAF Intrax</p>	Причіп-самоскид	2	37,5	2024
 <p>ПС 1424</p>	Причіп-самоскид	1	24	2019
 <p>МАЗ 8571</p>	Причіп-самоскид	2	14,6	2012

У даному розділі проведено комплексний аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства ТОВ «Красноколядинське» для визначення вихідних даних, необхідних для моделювання логістичних процесів. Таким чином, у розділі визначено поточний стан та основні проблеми логістики перевезення врожаю у ТОВ «Красноколядинське», що є основою для подальшого теоретичного дослідження та розробки практичних рекомендацій щодо вдосконалення завантажувальних робіт і оптимізації маршрутів.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРИТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕОБХІДНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

2.1. Розрахунок продуктивності перевантажувальних бункерів накопичувачів

Основне завдання підрозділу полягає у визначенні фактичної продуктивності експлуатованих перевантажувальних бункерів накопичувачів та аналізі можливостей їх оновлення для досягнення кращих показників ефективності. Для порівняння візьмемо два перевантажувальних бункера накопичувача які є в господарстві, це ПБН – 20 та ПБН – 50, українського виробництва «Завод Кобзаренка».

Першим показником розрахуємо середній час завантаження ($t_{зав}$) для обох перевантажувальних бункерів накопичувачів за формулою:

$$t_{зав} = \frac{V_{бун}}{Q_{виг}}, \quad (2.1)$$

де,

$V_{бун}$ (т) – ємність перевантажувального бункера накопичувача;

$Q_{виг}$ (т/хв) – середня продуктивність вивантаження комбайна (4,97);

ПБН – 20:

$$t_{зав1} = \frac{16}{4,7} = 3,40 \text{ хв};$$

ПБН – 50:

$$t_{зав2} = \frac{40}{4,7} = 8,51 \text{ хв.}$$

Другим показником розрахуємо час вивантаження ($t_{вигр}$) для обох перевантажувальних бункерів накопичувачів за формулою:

$$t_{вигр} = \left(\frac{V_{бун}}{Q_{шнек}} \right) + t_{поїзд}, \quad (2.2)$$

де,

$Q_{шнек}$ (т/хв) – продуктивність вивантажувального шнека;

$t_{поїзд}$ (хв) – час поїздки до автомобіля та назад.

ПБН – 20:

$$t_{\text{вигр1}} = \left(\frac{16}{6}\right) + 2,6 = 5,26 \text{ хв};$$

ПБН – 50:

$$t_{\text{вигр2}} = \left(\frac{40}{12}\right) + 4 = 7,33 \text{ хв.}$$

Розрахунок часу витраченого на подолання шляху до автомобіля та назад ($t_{\text{поїзд}}$) розраховується за формулою:

$$t_{\text{поїзд}} = \left(\frac{L_{\text{серед}}}{V_{\text{транспорт}}} \times 60\right) \times 2 \quad (2.3)$$

де,

$L_{\text{серед}}$ (км) – середня відстань від точки завантаження до точки вивантаження у автомобіль;

$V_{\text{транспорт}}$ (км/год) – середня транспортна швидкість по полю.

ПБН – 20:

$$t_{\text{поїзд1}} = \left(\frac{0,5}{23} \times 60\right) \times 2 = 2,6 \text{ хв};$$

ПБН – 50:

$$t_{\text{поїзд2}} = \left(\frac{0,5}{15} \times 60\right) \times 2 = 4 \text{ хв.}$$

Час повного циклу ($T_{\text{цикл}}$) можна розрахувати за формулою:

$$T_{\text{цикл}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{поїзд}} + t_{\text{маневр}} + t_{\text{вигр}} \quad (2.4)$$

де,

$t_{\text{маневр}}$ (хв) – час для маневрування перевантажувального бункера накопичувача (1,5хв).

ПБН – 20:

$$T_{\text{цикл1}} = 3,40 + 2,6 + 1,5 + 5,26 = 12,76 \text{ хв};$$

ПБН – 50:

$$T_{\text{цикл2}} = 8,51 + 4 + 1,5 + 7,33 = 21,34 \text{ хв.}$$

Розрахунок фактичної годинної продуктивності ($Q_{\text{факт}}$) розраховується за формулою:

$$Q_{\text{факт}} = \frac{V_{\text{бун}}}{T_{\text{цикл}}} \times 60 \quad (2.5)$$

ПБН – 20:

$$Q_{\text{факт1}} = \frac{16}{12,76} \times 60 = 75,23 \text{ т/год};$$

ПБН – 50:

$$Q_{\text{факт2}} = \frac{40}{21,34} \times 60 = 112,46 \text{ т/год}.$$

Також розраховано коефіцієнт використання часу (η), що дало змогу зрозуміти скільки відсотків часу від 1 циклу перевантажувальний бункер накопичувач витрачає на завантаження та розвантаження.

$$\eta = \frac{t_{\text{зав}} + t_{\text{вигр}}}{T_{\text{цикл}}} \times 100 \quad (2.6)$$

ПБН – 20:

$$\eta_1 = \frac{3,40 + 5,26}{12,76} \times 100 = 67,8\%$$

ПБН – 50:

$$\eta_2 = \frac{8,51 + 7,33}{21,34} \times 100 = 74,2\%$$

Питомі трудові витрати ($W_{\text{труд/т}}$) розраховуються за формулою:

$$W_{\text{труд/т}} = \frac{T_{\text{цикл}}}{V_{\text{бун}}} \times \frac{1}{60} \quad (2.7)$$

ПБН – 20:

$$W_{\text{труд/т1}} = \frac{12,76}{16} \times \frac{1}{60} = 0,013 \text{ год/т};$$

ПБН – 50:

$$W_{\text{труд/т2}} = \frac{21,34}{40} \times \frac{1}{60} = 0,008 \text{ год/т}.$$

Проведені розрахунки встановили, що перевантажувальний бункер накопичувач ПБН – 50 демонструє значно вищі показники ефективності:

Фактична годинна продуктивність: ПБН – 50 досягає 112,46 т / год, що істотно перевищує продуктивність ПБН – 20 (75,23 т / год), таким чином, один ПБН – 50 забезпечує продуктивність, еквівалентну 1,5 одиницям ПБН – 20. Це означає що ПБН – 50 ефективніше замінює ПБН – 20 на 50%.

Коефіцієнт використання часу: Вищий показник ефективності використання робочого часу у ПБН – 50 (74,2%), порівняно з ПБН -20 (67,8%).

Ключовим результатом є показник питомих трудових витрат, який безпосередньо відображає економічну доцільність використання техніки. Витрати робочого часу на перевезення однієї тони врожаю для ПБН – 50 становлять лише 0,008 год / т. це значно менший показник порівняно з ПБН – 20, для якого цей показник дорівнює 0,013 год / т..

Таким чином, заміна менш продуктивного перевантажувального бункера накопичувача ПБН – 20 на ПБН – 50 дозволяє знизити питомі трудові витрати на перевезення 1 тони врожаю на 33%, що є прямим підтвердженням економічної вигоди.

З точки зору загальної продуктивності, парк, де переважають ПБН – 20, дає більший сумарний тоннаж, але з точки зору економічної ефективності та мінімізації витрат на тону, що і є метою даної роботи, існуючий склад парку є неефективним з точки зору капітальних та експлуатаційних витрат на тонну. З часом господарству вигідніше замінити зношені і не вигідні ПБН – 20 на одиниці типу ПБН – 50, оскільки, це знижує питому собівартість перевезення.

2.2. Розрахунок необхідної кількості обладнання

Для розрахунку необхідної кількості обладнання (перевантажувальних бункерів накопичувачів) було проведено ряд розрахунків, для досягнення найвищих показників продуктивності та визначити оптимальні параметри задля уникнення надмірних витрат.

Кількість необхідних перевантажувальних бункерів накопичувачів визначається потребою у транспортуванні, яка має відповідати продуктивності зернозбиральних комбайнів.

Першим показником розраховано годинну продуктивність комбайнів ($Q_{\text{комб}}$) які є я в господарстві і вона розраховується за формулою:

$$Q_{\text{комб}} = \frac{M_{\text{бун}} \times 60}{T_{\text{цикл.комб.}}} \quad (2.8)$$

де,

$M_{\text{бун}}$ (т) – ємність бункера комбайна (взято із технічних характеристик);

$T_{\text{цикл.комб.}}$ (хв.) – загальний час повного робочого циклу комбайна, (взяті з даних про хронометраж 2023р.)

Продуктивність комбайна Case IH 9120;

$$Q_{\text{комб1}} = \frac{9 \times 60}{12,8} = 42,1 \text{ т/год};$$

Case IH 9230:

$$Q_{\text{комб2}} = \frac{9,3 \times 60}{12,5} = 44,6 \text{ т/год};$$

Case IH 5088:

$$Q_{\text{комб3}} = \frac{6,6 \times 60}{10,8} = 36,6 \text{ т/год};$$

New Holland CX 6090:

$$Q_{\text{комб4}} = \frac{7 \times 60}{10,4} = 39,2 \text{ т/год}.$$

Сумарна необхідна продуктивність ($Q_{\text{сум}}$) розраховується за формулою:

$$Q_{\text{сум}} = Q_{\text{комб1}} + Q_{\text{комб2}} + (Q_{\text{комб3}} \times 2) + (Q_{\text{комб4}} \times 2) \quad (2.9)$$

$$Q_{\text{сум}} = 42,1 + 44,6 + (36,6 \times 2) + (39,2 \times 2) = 238,3 \text{ т/год.}$$

Сумарна наявна продуктивність ($Q_{\text{наяв}}$) прораховано за формулою:

$$Q_{\text{наяв}} = (Q_{\text{факт1}} \times 4) + Q_{\text{факт2}} \quad (2.10)$$

$$Q_{\text{наяв}} = (75,23 \times 4) + 112,46 = 413,38 \text{ т/год.}$$

Обчислення дефіциту / надлишку (ΔQ) проведено за формулою:

$$\Delta Q = Q_{\text{сум}} - Q_{\text{наяв}} \quad (2.11)$$

$$\Delta Q = 238,3 - 413,38 = -175,08 \text{ т/год.}$$

Розрахунок показав, що сумарна фактична продуктивність наявного парку перевантажувальних бункерів накопичувачів перевищує загальну загальну необхідну продуктивність комбайнів на 175,08 т/год. Це підтверджує, що поточний парк більш ніж достатній для забезпечення безперебійної роботи комбайнів і що на даному етапі відсутня необхідність у придбанні додаткового обладнання.

2.3. Обґрунтування раціональної системи завантаження зі складу

Раціональна система завантаження зернової продукції зі складу є вирішальною для мінімізації логістичних витрат, забезпечення своєчасної реалізації продукції та ефективного використання власного автомобільного парку.

Незважаючи на те, що основний збут відбувається шляхом відвантаження на залізничні вагони (з елеваторів у м. Бахмач та м. Вирівка), господарство має бути готовим до оперативного відвантаження великих партій на власний автотранспорт у таких випадках:

- Перевезення зерна між елеваторами для консолідації партій або додаткового сушіння;
- Пряма реалізація партій кінцевому споживачу автотранспортом;
- Відвантаження із підлогових складів під час пікових навантажень або при використанні тимчасового зберігання.

Саме в такі випадки для швидкого відвантаження господарство використовує зернометач самопересувний ЗМ – 120У «БУЛАВА» та телескопічний навантажувач «MANITOU MLT – X 735 T LSU TURBO».

Завданням даного розділу є розрахунок продуктивності та раціональності використання ресурсів.

Першим показником який розраховується є експлуатаційна продуктивність ($Q_{\text{експ}}$), яка розраховується за формулою:

$$Q_{\text{експ}} = Q_{\text{техн}} \times K_{\text{в.ч}} \times K_{\text{н}} \quad (2.12)$$

де,

$Q_{\text{техн}}$ (т/год) – технічна (паспортна) продуктивність (для ЗМ – 120У= 120 т/год);

$K_{\text{в.ч}} = 0,8 – 0,9$ – коефіцієнт використання часу зміни (враховує простой на технічне обслуговування, перерви);

$K_{\text{н}} = 0,9 – 0,95$ коефіцієнт надійності.

$$Q_{\text{експ}} = 120 \times 0,85 \times 0,9 = 91,80 \text{ т/год};$$

Для телескопічного навантажувача $Q_{\text{наван}}$ використовується інша формула:

$$Q_{\text{наван}} = \frac{3600 \times q}{T_{\text{цикл.наван}}} \quad (2.13)$$

де,

3600 – кількість секунд у годині;

q (т) – середня маса зерна в ковші за один цикл (формула 2.14);

$T_{\text{цикл.наван}}$ (с) – тривалість повного робочого циклу навантажувача (зазвичай становить 40 – 60с);

$$Q_{\text{наван}} = \frac{3600 \times 1,75}{55} = 114,54 \text{ т/год}$$

Розрахунок середньої маси зерна в коші за один цикл розраховується за формулою:

$$q = V_k \times \rho \quad (2.14)$$

Де,

V_k (м³) – об'єм ковша для зерна;

ρ (т/м³) – насипна щільність зерна (насипна щільність кукурудзи 0,7 т/м³).

$$q = 2,5 \times 0,7 = 1,75 \text{ т.}$$

У розділі 2 було проведено комплексне теоретичне дослідження, спрямоване на визначення ефективності існуючих перевантажувальних бункерів-накопичувачів, обґрунтування можливостей їх модернізації та формування раціональної системи організації завантажувальних робіт у господарстві.

Розрахунки продуктивності показали, що між моделями ПБН-20 та ПБН-50 існує суттєва різниця у техніко-економічних показниках. Перевантажувальний бункер ПБН-50 забезпечує фактичну годинну продуктивність 112,46 т/год, що на 50 % перевищує можливості ПБН-20. Крім того, ПБН-50 має вищий коефіцієнт використання часу (74,2 % проти 67,8 %), а також характеризується значно нижчими питомими трудовими витратами — 0,008 год/т, що на 33 % менше за ПБН-20. Це доводить високу економічну доцільність поступової заміни малих бункерів на більші за продуктивністю.

Аналіз відповідності продуктивності перевантажувальних бункерів потребам зернозбирального парку засвідчив, що наявний склад обладнання не тільки повністю покриває потреби комбайнів, а й має резерв продуктивності у 175,08 т/год. Це свідчить про відсутність необхідності у додатковому придбанні техніки та підтверджує достатність існуючих потужностей для забезпечення стабільного ритму збирання врожаю.

У підрозділі щодо раціональної системи завантаження зі складу було визначено експлуатаційні можливості ЗМ-120У та телескопічного

навантажувача MANITOU. Розрахунки підтвердили, що зернометач забезпечує значно нижчу собівартість обслуговування та є оптимальним засобом для масового завантаження зерна, тоді як телескопічний навантажувач доцільно використовувати лише як допоміжну техніку.

У цілому проведені теоретичні дослідження засвідчили, що оптимізація перевантажувальних операцій шляхом підвищення частки високопродуктивних бункерів-накопичувачів, а також впровадження раціональної системи організації завантаження дозволить зменшити трудові витрати, уникнути простоїв комбайнів і забезпечити більш економічну та ефективну логістику збирання й транспортування зерна.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС РОБОТИ З ЗЕРНОЗАВАНТАЖУВАЛЬНОЮ ТЕХНІКОЮ

3.1 Аналіз шкідливих факторів та небезпек під час завантаження автомобільного транспорту у польових умовах

Процес збирання врожаю є одним із найбільш відповідальних та напружених періодів у сільськогосподарському виробництві. Завантаження зерна безпосередньо в полі, що є невід'ємною частиною логістичного ланцюга, пов'язане з високим рівнем виробничих ризиків. Спільна робота великогабаритної сільськогосподарської техніки (комбайнів, перевантажувачів, тракторів) та транспортних засобів (вантажних автомобілів/причепів) на обмеженій, часто нерівній території, створює комплекс небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Ефективний аналіз цих факторів є запорукою розробки дієвих заходів з охорони праці.

Основними небезпеками, що виникають при завантаженні зерна на полі, є механічні, пожежо – вибухонебезпечні, а також фактори, пов'язані з виробничим середовищем та психофізіологічним навантаженням на персонал.

Транспортні небезпеки та ризики зіткнення. Роботи з завантаження зерна завжди супроводжуються інтенсивним рухом великої кількості техніки. Комбайни, перевантажувачі та вантажні автомобілі маневрують близько один до одного, часто в умовах пилу або недостатнього освітлення, що значно підвищує ризик зіткнень. Наїзд на пішоходів, які можуть перебувати в робочій зоні (наприклад, для контролю наповнення кузова чи усунення дрібних несправностей), є однією з найпоширеніших причин травматизму. Необхідність руху по нерівному полю та ґрунтових дорогах збільшує гальмівний шлях та погіршує керованість техніки, що вимагає від водіїв та операторів граничної уважності.

Небезпека перекидання. Нерівний рельєф поля, схили, наявність ям, а також вологі ґрунти створюють ризик перекидання важкої техніки, особливо вантажівок і тракторів з причепами, які мають високий центр ваги. Цей ризик

зростає при різкому маневруванні або перевищенні швидкості. Перекидання техніки є однією з найбільш трагічних небезпек, що зазвичай призводить до тяжких травм або смертельних наслідків.

Небезпека падіння з висоти та травмування рухомими частинами. При завантаженні зерна персонал може потребувати піднятися на кузов автомобіля, причіп або платформу для візуального контролю та рівномірного розподілу зерна. Падіння з такої висоти, особливо на тверду поверхню або елементи техніки, є серйозною небезпекою. Крім того, небезпеку становлять робочі органи машин — шнеки, карданні вали та інші обертові елементи. Потрапляння одягу чи кінцівок у ці механізми, особливо під час їх роботи, призводить до важких травм. Тому експлуатація машин без встановленого захисного обладнання є категорично забороненою.

Ризик займання паливно-мастильних матеріалів. В умовах високих температур та інтенсивної роботи двигунів зростає ймовірність перегріву елементів техніки, витоку палива або мастил. Будь-яка іскра, що може виникнути від несправності електрообладнання, короткого замикання або від системи випуску відпрацьованих газів, може спричинити займання. Критично важливою вимогою є заборона заправки збиральної техніки паливом у польових умовах ближче, ніж за 30 метрів від місця роботи, а сам процес заправки повинен відбуватися лише при заглушеному двигуні. Куріння та використання відкритого вогню в робочій зоні також є суворо заборонено.

Вибухонебезпечна концентрація зернового пилу. При інтенсивному перевантаженні зерна в повітрі утворюється велика кількість дрібнодисперсного органічного пилу. За певних концентрацій цей пил у суміші з повітрям стає вибухонебезпечним. Наявність джерела займання (іскри, тління) може призвести до вибуху, що становить велику небезпеку для персоналу та техніки.

Запиленість, шум та вібрація. Процес завантаження зерна, особливо на відкритому полі, завжди супроводжується значною запиленістю повітря. Це

безпосередньо впливає на здоров'я працівників, спричиняючи подразнення слизових оболонок, кон'юнктивіти та, при хронічному впливі, захворювання дихальних шляхів. Робота потужних двигунів протягом тривалого часу створює високий рівень шуму та вібрації, що може призводити до погіршення слуху, підвищеної втоми та негативного впливу на нервову та опорно – рухову системи.

Вплив метеорологічних умов та вихлопних газів. Робота в польових умовах найчастіше відбувається під впливом несприятливих погодних факторів. У літній період висока температура та пряме сонячне опромінення можуть спричинити тепловий удар, зневоднення та загальне виснаження організму. Крім того, оператори техніки можуть вдихати вихлопні гази двигунів, що містять токсичні компоненти (чадний газ, оксиди азоту), які негативно впливають на центральну нервову систему та загальне самопочуття.

Перевтома та зниження уваги. Ненормований графік роботи, необхідність працювати в умовах авралу для швидкого збору врожаю, а також монотонність циклічних операцій завантаження призводять до фізичного та нервового перенапруження, зниження концентрації уваги та швидкості реакції. Це, своєю чергою, значно збільшує ймовірність помилок в управлінні та виникнення аварійних ситуацій.

Напруга зору та уваги. Оператор техніки повинен постійно контролювати як власне маневрування, так і рух інших транспортних засобів у робочій зоні. Необхідність зосередження в умовах запиленості та постійної зміни освітлення (особливо при роботі на світанку чи в сутінках) спричиняє швидку втому зору.

Для мінімізації всіх зазначених небезпек обов'язковим є проведення ретельних інструктажів з охорони праці та пожежної безпеки, використання необхідних засобів індивідуального захисту (світловідбиваючі жилети, захисні окуляри, респіратори, навушники), а також суворий контроль за технічним станом обладнання та дотриманням правил дорожнього руху.

3.2 Безпека праці під час розвантаження автомобільного транспорту на території елеватора

Розвантаження автомобільного транспорту на території елеватора є однією з найбільш відповідальних та потенційно небезпечних операцій у загальній технологічній схемі приймання зерна. Процес передбачає взаємодію водіїв, працівників елеватора, навантажувально-розвантажувального обладнання, рухомих механізмів та транспортних засобів. Саме тому під час виконання цих робіт особливу увагу приділяють дотриманню вимог охорони праці та безпеки виробничих процесів.

Організаційні вимоги до забезпечення безпеки.

До керування та обслуговування обладнання на пунктах розвантаження допускаються працівники, які:

- пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці;
- мають відповідну кваліфікацію;
- ознайомлені з інструкціями з безпечного виконання робіт;
- забезпечені засобами індивідуального захисту (каска, сигнальний жилет, спецвзуття, рукавиці).

Перед початком зміни відповідальний працівник проводить огляд:

- стану приймального бункера;
- гідравлічних систем самоскидів;
- роботи шиберів, транспортерів, норій;
- справності огорожень, сигналізації та освітлення.

Роботи виконуються лише після усунення всіх виявлених несправностей.

Вимоги безпеки під час заїзду автомобіля на розвантажувальний майданчик.

Водій повинен дотримуватися встановленої схеми руху на території елеватора, не перевищувати швидкість 5 км/год та виконувати маневри тільки за сигналом оператора або працівника, відповідального за розвантаження.

На під'їзді до вагової та зерно приймальної ями необхідно:

- зупинятися у визначених місцях;
- чекати дозволу на подальший рух;
- уникати різких маневрів і гальмування;
- не перевозити сторонніх осіб у кабіні та кузові.

Проїзд заднім ходом дозволяється тільки при наявності супроводжуючого або системи відео контролю.

Безпека під час відкривання бортів та підняття кузова.

Процес відкривання заднього або бокового борта пов'язаний з ризиком травмування у разі неконтрольованого висипання зерна або закривання борта. Тому необхідно:

- перед відкриванням борта переконатися, що поблизу немає людей;
- не підходити під піднятий кузов;
- перевірити справність блокувальних механізмів та запірної арматури;
- не використовувати сторонні предмети для підважування бортів.

Підйом кузова дозволяється тільки на рівному майданчику та при повній зупинці автомобіля. Водій повинен перебувати у кабіні, тримаючи руку на пульті управління, контролюючи рівномірність вивантаження.

Правила безпеки на зерно приймальній ямі.

Територія приймальної ями є зоною підвищеної небезпеки через можливість:

- падіння працівника у бункер;
- засмокування елементами транспортера;
- наїзду техніки;
- зіткнення з рухомими частинами механізмів.

Забороняється:

- перебувати на краю ями ближче ніж на 1 метр;
- ставити ногу на кришку, що частково відкрита;
- переходити через яму у невстановлених місцях;
- очищати транспортери або шибери при працюючому обладнанні.

Усі приймальні отвори повинні бути огорожені, а решітки — справні та міцно закріплені. Заборонено перебування людей у зоні роботи шнека, транспортера чи норії без їх повного відключення та блокування.

Вимоги безпеки в умовах запиленості та шуму.

Процес розвантаження супроводжується значним утворенням пилу, що може спричинити пожежонебезпечні ситуації та шкідливий вплив на органи дихання. Тому:

- допускається робота лише при увімкнених аспіраційних установках;
- усі працівники повинні використовувати респіратори;
- забороняється паління та використання відкритого вогню.

Рівень шуму у зоні роботи транспортерів та норій може перевищувати нормативні значення, тому необхідно використовувати протишумові навушники або беруші.

Пожежна та вибухопожежна безпека.

Елеваторні об'єкти належать до категорії вибухо – та пожежонебезпечних через високу концентрацію зернового пилу. Для запобігання аваріям:

- проводиться регулярне очищення від пилу та залишків зерна;
- заборонено використання іскроутворюючих інструментів;
- електрообладнання повинне бути у вибухозахищеному виконанні;

- встановлені та справні засоби пожежогасіння повинні бути доступні у кожній зоні розвантаження.

Вимоги безпеки для водія.

Водієві категорично забороняється:

- залишати кабіну під час підняття кузова, якщо інструкція передбачає перебування в ній;
- знаходитися у зоні під кузовом;
- самостійно очищати механізми елеватора;
- перебувати у зоні роботи навантажувальних механізмів без дозволу оператора.

Після завершення розвантаження водій повинен опустити кузов до робочого положення, перекрити борти, перевірити їх фіксацію та отримати дозволу на виїзд з території елеватора.

У цьому розділі визначено, що процеси завантаження зерна в польових умовах і розвантаження на елеваторі супроводжуються високим рівнем небезпек: ризиком зіткнень техніки, перекидання машин, травмування рухомими механізмами, впливом пилу, шуму, вібрації, а також пожежо- та вибухонебезпечними факторами. Для зниження виробничих ризиків необхідно забезпечити належну підготовку персоналу, технічну справність обладнання, дотримання встановлених правил руху та експлуатації машин, використання засобів індивідуального захисту й виконання вимог пожежної безпеки. Комплексне дотримання цих заходів гарантує безпечне та ефективне виконання вантажно-розвантажувальних операцій.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗАПРОПОНОВАЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Для розрахунку економічної ефективності потрібно розрахувати декілька показників. Першим показником що потребує розрахунку є годинна амортизація (А).

$$A = \frac{C_{\text{бал}}}{T_{\text{сл}} \times F_{\text{річ}}} \quad (4.1)$$

Де,

$C_{\text{бал}}$ (грн..) – балансова вартість;

$T_{\text{сл}}$ – нормативний термін служби (роки експлуатації);

$F_{\text{річ}}$ – річний фонд робочого часу.

Годинна амортизація для ЗМ – 120У:

$$A_1 = \frac{265000}{8 \times 1000} = 33,12 \text{ грн/год};$$

Для телескопічного навантажувача «MANITOU»:

$$A_2 = \frac{4900000}{10 \times 1600} = 306,25 \text{ грн/год}.$$

Розрахунок енергетичних погодинних витрат (Е) розраховується за формулою:

Для ЗМ – 120У:

$$E_{\text{зм}} = N \times k_{\text{загр}} \times C_{\text{ел}} \quad (4.2)$$

де,

N – потужність електродвигуна (7,5 кВт);

$k_{\text{загр}}$ – коефіцієнт навантаження електродвигуна (0,85)

$C_{\text{ел}}$ – ціна за електрику (9,5 грн. кВт/год.)

$$E_{\text{зм}} = 7,5 \times 0,85 \times 9,5 = 60,56 \text{ грн/год}$$

Для телескопічного навантажувача «MANITOU»:

$$E_{\text{ман}} = q_{\text{пал}} \times C_{\text{дт}} \quad (4.3)$$

де,

q – витрати палива;

$C_{\text{дт}}$ (грн.) – ціна за літр палива;

$$E_{\text{ман}} = 3 \times 57,90 = 173,70 \text{ грн.}$$

Повна погодинна собівартість $C_{\text{год}}$ розраховується наступним чином:

$$C_{\text{год}} = A + E + Z \quad (4.4)$$

де,

Z – заробітна плата оператора за годину.

Для ЗМ – 120У:

$$C_{\text{год1}} = 33,12 + 60,56 + 80 = 173,68 \text{ грн/год};$$

Для телескопічного навантажувача «MANITOU»:

$$C_{\text{год2}} = 306,25 + 173,70 + 98 = 577,95 \text{ грн/год.}$$

Собівартість завантаження 1т продукції S розраховується наступним чином:

$$S = \frac{C_{\text{год}}}{Q} \quad (4.5)$$

Для ЗМ – 120У:

$$S_1 = \frac{173,68}{91,80} = 1,89 \text{ грн};$$

Для телескопічного навантажувача «MANITOU»:

$$S_2 = \frac{577,95}{114,54} = 5,04 \text{ грн.}$$

Економічний ефект ΔS (економія при використанні ЗМ – 120У замість телескопічного навантажувача MANITOU), розраховується за формулою:

$$\Delta S = S_2 - S_1 \quad (4.6)$$

$$\Delta S = 5,04 - 1,89 = 3,15 \text{ грн.}$$

У розділі було проведено комплексну економічну оцінку запропонованої технологічної схеми завантаження зерна зі складу із порівнянням двох основних видів обладнання — зерномета ЗМ-120У та телескопічного навантажувача MANITOU. Розрахунки амортизаційних відрахувань, енергетичних затрат, погодинної собівартості роботи та вартості завантаження одиниці продукції дали змогу об'єктивно визначити економічно вигідніший варіант виконання технологічної операції.

Отримані результати свідчать, що зерномет ЗМ-120У має значно нижчі експлуатаційні витрати, зумовлені меншою балансовою вартістю, нижчими енерговитратами та відсутністю витрат на паливно-мастильні матеріали. Повна собівартість завантаження однієї тонни продукції для ЗМ-120У є на 45 % меншою, ніж для телескопічного навантажувача MANITOU. Це доводить економічну доцільність його використання як основного виду обладнання для масового завантаження зерна зі складу.

Телескопічний навантажувач MANITOU, зважаючи на високі витрати палива, більшу амортизаційну ставку та загальну дорожнечу експлуатації, є менш ефективним у виконанні даної операції. Його застосування доцільне переважно у допоміжних процесах, де необхідні підвищена маневреність чи специфічні вантажні характеристики.

Таким чином, економічне обґрунтування підтверджує, що використання зерномета ЗМ-120У як основного технологічного засобу є оптимальним рішенням для зниження виробничих витрат та підвищення ефективності логістичних операцій. Реалізація запропонованої технологічної схеми сприятиме підвищенню економічної стійкості підприємства, зменшенню собівартості зернопереробних робіт та раціональному використанню технічних ресурсів.

ВИСНОВКИ

У даній роботі виконано детальний аналіз діяльності сільськогосподарського підприємства ТОВ «Красноколядинське» з метою отримання вихідних даних, потрібних для моделювання логістичних процесів. В межах дослідження визначено актуальний стан та основні труднощі, пов'язані з логістикою перевезення врожаю на підприємстві. Це створило основу для подальшого теоретичного обґрунтування та розроблення практичних пропозицій щодо вдосконалення процесів завантаження й оптимізації транспортних маршрутів.

У другому розділі здійснено поглиблене теоретичне дослідження, спрямоване на оцінку ефективності роботи наявних перевантажувальних бункерів-накопичувачів, визначення можливостей їх удосконалення та формування оптимізованої системи організації завантажувальних операцій у господарстві.

Розрахунки продуктивності показали виразну різницю між моделями ПБН-20 і ПБН-50 за основними техніко-економічними параметрами. Перевантажувальний бункер ПБН-50 забезпечує фактичну продуктивність 112,46 т/год, що на 50 % більше порівняно з ПБН-20. Крім того, він характеризується вищим коефіцієнтом використання часу (74,2 % проти 67,8 %) та нижчими питомими трудозатратами — 0,008 год/т, що на третину менше. Такі результати підтверджують доцільність заміни менш продуктивних бункерів на високопродуктивні.

Дослідження відповідності продуктивності бункерів потребам комбайнового парку засвідчило, що наявне технічне забезпечення не лише повністю задовольняє потреби машин, але й має додатковий резерв — 175,08 т/год. Це означає, що закупівля нового обладнання наразі не потрібна, а чинні потужності достатні для підтримання стабільного темпу збору врожаю.

У підрозділі, присвяченому визначенню раціональної системи завантаження складу, оцінено можливості зернометача ЗМ-120У та телескопічного навантажувача MANITOU. Проведені розрахунки показали,

що ЗМ-120У має значно нижчу собівартість експлуатації та є найефективнішим для виконання масових завантажувальних робіт, тоді як MANITOU доцільно застосовувати як допоміжну техніку.

Загалом теоретичні результати доводять, що вдосконалення процесів перевантаження через збільшення частки високопродуктивних бункерів і впорядкування системи завантажувальних операцій дасть змогу скоротити трудові витрати, усунути простої комбайнів та забезпечити більш економічну й ефективну логістику збору та транспортування зерна.

У третьому розділі «охорона праці під час роботи з зернозавантажувальною технікою» підкреслюється, що процеси завантаження зерна в польових умовах і його розвантаження на елеваторі пов'язані з підвищеними ризиками: можливими зіткненнями техніки, перекиданням машин, травмуванням від рухомих елементів обладнання, впливом пилу, шуму та вібрації, а також загрозою пожеж і вибухів. Щоб зменшити ці виробничі небезпеки, необхідно забезпечити якісну підготовку персоналу, підтримувати техніку в справному стані, суворо дотримуватися правил руху та експлуатації машин, застосовувати засоби індивідуального захисту та виконувати заходи пожежної безпеки. Комплексне виконання цих вимог забезпечує безпечне й ефективне здійснення вантажно – розвантажувальних процесів.

У четвертому розділі здійснено всебічну економічну оцінку запропонованої технологічної схеми завантаження зерна зі складу шляхом порівняння двох типів обладнання — зерномета ЗМ-120У та телескопічного навантажувача MANITOU. Проведені розрахунки амортизаційних витрат, енергоспоживання, погодинної собівартості роботи та вартості завантаження однієї тонни продукції дали можливість об'єктивно визначити, який із варіантів є економічно вигіднішим для виконання технологічної операції.

Отримані дані демонструють, що зерномет ЗМ-120У характеризується значно нижчими експлуатаційними витратами. Це пояснюється меншою первісною вартістю, нижчими енергетичними затратами та відсутністю

потреби у паливно-мастильних матеріалах. Повна собівартість завантаження тонни зерна за допомогою ЗМ-120У на 45 % менша порівняно з телескопічним навантажувачем MANITOU, що підтверджує економічну перевагу використання цього обладнання для масового завантаження зернової продукції.

Телескопічний навантажувач MANITOU, через високі витрати палива, більші амортизаційні нарахування та загальну дорожнечу експлуатації, виявляється менш ефективним у цьому процесі. Його використання є доцільним переважно в допоміжних операціях, де важливими є висока маневреність або специфічні вантажопідйомні можливості.

Таким чином, економічний аналіз підтверджує, що застосування зерномета ЗМ-120У як основного технологічного засобу є оптимальним рішенням для скорочення виробничих витрат і підвищення ефективності логістичних процесів. Запровадження запропонованої технологічної схеми сприятиме підвищенню економічної стійкості підприємства, зменшенню собівартості зернопереробних операцій та раціональнішому використанню технічних ресурсів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення.- К.: Слово, 2010.- 408 с.
2. Норми витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт по базових марках автомобілів.- К.: Мінтранс України, 1995. - 21с. [P] [SEP]
3. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті.-К.: Мінтранс України, 1998. - 41с.
4. Кальченко А.Г. Логістика.- К.: 2003. - 283 с. [P] [SEP]
5. Галузева Угода між Міністерством інфраструктури України, Федерацією роботодавців транспорту України, спільним представницьким органом Профспілки працівників автомобільного транспорту та шляхового господарства України і Всеукраїнської незалежної профспілки працівників транспорту у сфері автомобільного транспорту на 2013 – 2015 роки. К.: 2013. - 19 с.
6. Правила перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні. - Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z2197> - 13 [P] [SEP]
7. Пістун І.П., Хомяк Й.В., Хомяк В.В. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник.- Суми: Університетська книга, 2005.- 374 с. [P] [SEP]
8. Вільковський Є. К., Кельман І. І, Бакуліч О.О.. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад). – Л.: «Інтелект-захід». 2007. [P] [SEP]
9. Воркут А. І. Вантажні автомобільні перевезення. –К.: Вища школа, 1986. [P] [SEP]
10. Закон України «Про автомобільний транспорт». Глава 2. Державне регулювання та контроль діяльності автомобільного транспорту. Стаття 5. Завдання та функції державного регулювання та контролю діяльності автомобільного транспорту. [P] [SEP]
11. ЗУ “Про охорону навколишнього природного середовища” від 26.06.91, ВВР, 1991, N 41, ст.547. [P] [SEP]
12. Канарчук О. В. Міжнародні перевезення і транспортне право. – К.: Арістей, 2006. [P] [SEP]

13. Костюченко Л. М., Наапетян М. Р. Автомобільні перевезення у міжнародному сполученні. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2007. ^[P]_[SEP]
14. Левковець П. Р., Маруніч В. С., Ткаченко А. М., Ігнатенко О. С., ^[P]_[SEP]
15. Мірошніченко Л., Саприкін Г.. Автомобільні перевезення: організація та облік. – Х. : Фактор, 2004. ^[P]_[SEP]
16. Нормативний документ «Правила охорони праці на автомобільному транспорті». ^[P]_[SEP]
17. Постанова Кабінету міністрів України від 9 листопада 2000 р. № 1684 «Про затвердження Концепції реформування транспортного сектору економіки».
18. Вільковський Є.К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство. – Львів: "Інтелект-Захід", 2007, – 250 с. ^[P]_[SEP]
19. Горяїнов О.М. Транспортні технології і логістика. Книга 1. Теорія і практика дисципліни «Вантажні перевезення» (для транспортних технологів): Підручник. – Харків: ХНТУСГ ім.П. Василенка, 2013. – 490 с. ^[P]_[SEP]
20. Планування діяльності автотранспортного підприємства: підручник / М. О. Турченко, М. Д. Швець, О. Г. Кірічок, М. Є. Кристопчук. - Вид. 2-ге, перероб. та доповн. - Рівне: РГУВГП, 2017. - 367 с. ^[P]_[SEP]
21. Томляк С.І. Шляхи підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом / С. І. Томляк, А. П. Поляков // Наукові нотатки. - 2014. - Вип. 46. - С. 529-537. ^[P]_[SEP]
22. Шевчук М.Ю. Дослідження ефективності перевезення вантажів автотранспортним підприємством з врахуванням сезонності. Режим доступу:
https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/35634/1/dyplom_Shevchuk_M_2021.pdf

Додаток А

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ШНЕКОВИМ ТРАНСПОРТЕРОМ

Осташко Я.О., здобувач ІЖ «Автомобільний транспорт»
Коцура І.І., здобувач ІЖ «Автомобільний транспорт»
Сумський НАУ

Процес завантаження зернових культур шнековим транспортером є одним із найбільш поширених способів механізації перевалки зерна. Цей апарат складається з гвинтового вала, що обертається всередині циліндричного або відкритого кожуха, забезпечуючи безперервну подачу продукту. Шнеки ефективно використовуються в аграрному секторі для точного наповнення сівалок, Біг-Бегів, зерносховищ (силосів) та вантажного транспорту.

Функціонування шнекового конвеєра для зерна включає три ключові етапи:

1. Завантаження: Зернові культури надходять у початкову точку системи – або через спеціальний приймальний бункер, або безпосередньо подаються на робочий елемент, яким є гвинтовий вал.
2. Транспортування: Коли гвинтовий вал починає обертатися в нерухомому корпусі (трубі чи жолобі), його лопаті захоплюють матеріал і створюють силу, яка забезпечує безперервне та поступове переміщення зерна вздовж усієї довжини конвеєра.
3. Розвантаження: На кінцевій точці шляху, тобто на вихідному отворі конвеєра, потік зерна залишає систему і спрямовується до цільової ємності чи місця призначення (наприклад, у сховище, автомобільний причіп чи технологічну лінію)

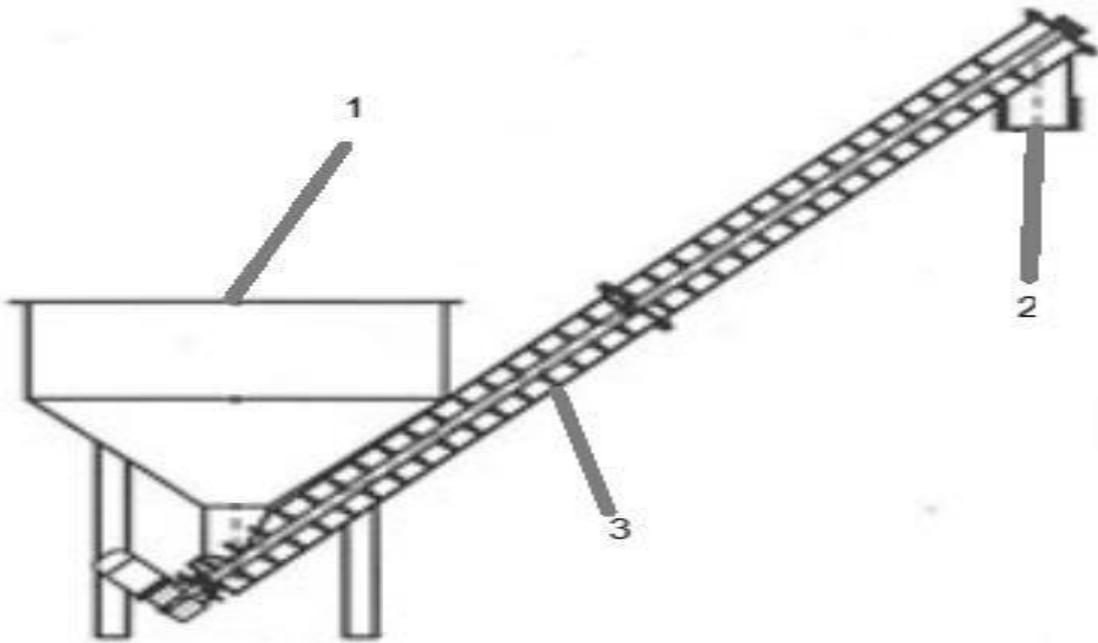


Рис.1. Принцип роботи шнекового транспортера

Під час експлуатації шнекових транспортерів можливі пошкодження зерна, підвищене енергоспоживання при перевантаженні та зношування робочих елементів, що потребує регулярного обслуговування та заміни.. Але втім шнекові транспортери вирізняються низкою значних переваг. Завдяки їхній конструктивній простоті забезпечується висока ремонтпридатність і нескладне технічне обслуговування. Ще однією ключовою перевагою є повна герметичність робочої зони, яка запобігає будь – яким втратам зернових мас, а також захищає зернові культури від впливу навколишнього середовища. Також ці механізми мають компактні габарити, що значно спрощує їхнє переміщення до робочого місця та інтеграцію у вже існуючі виробничі системи. Нарешті, технічна простота принципу дії дозволяє ефективно використовувати всі можливості обладнання навіть персоналу, який не проходив спеціалізованого навчання.

Дослідження підтверджує, що шнековий транспортер є одним із найбільш поширених та ефективних засобів механізації перевалки зернових культур. Його конструктивна простота, що складається з гвинтового вала та кожуха, забезпечує безперервну подачу продукту , ефективно виконуючи ключові етапи: завантаження, транспортування та розвантаження.

Додаток Б
**ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНОВИХ
КУЛЬТУР АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ**

Осташко Я.О., здобувач І8 «Автомобільний транспорт»

Коцура І.І., здобувач І8 «Автомобільний транспорт»

Сумський НАУ

Вивчення можливостей автомобільного перевезення зернових передбачає оцінку його функції в логістичних схемах і зіставлення його переваг та недоліків із залізничним чи водним транспортом. Зважаючи на гнучкість, мобільність та зростаючі труднощі в роботі альтернативних видів транспорту, автомобільний транспорт відіграє все більш ключову роль у доставці зерна до морських терміналів і переробних комплексів.

Значення автомобільного транспорту:

✓ Головний шлях до портів: Автомобільні перевезення мають вирішальне значення, оскільки ними сьогодні доправляється основна частина експортного зерна до морських терміналів України;

✓ Інтеграція в логістику: Автотранспорт може виконувати функцію допоміжного засобу, забезпечуючи доставку зернових до точок завантаження залізничного чи річкового транспорту, що створює цілісну логістичну систему.

Ключовими перевагами автомобільного транспорту є його гнучкість та мобільність, оскільки він пропонує пряму доставку вантажу "від дверей до дверей", що спрощує планування маршруту та часу. На невеликих і середніх дистанціях цей вид транспорту може забезпечити вищу швидкість перевезення. Важливою перевагою також є його маневреність, яка дозволяє обслуговувати агровиробників у віддалених регіонах, куди не прокладено залізничних шляхів. З огляду на проблеми та обмеження інших транспортних систем, частка автомобільного транспорту у логістиці зерна зростає.

Головним недоліком автомобільного транспорту є його висока вартість,

особливо коли йдеться про великі відстані, де він може бути дорожчим за інші види перевезень. Додатково, обмежена вантажопідйомність вантажівок вимагає здійснення великої кількості рейсів для перевезення значних обсягів зерна, що також збільшує загальні витрати на доставку. Крім того, автомобільні перевезення залежать від погодних умов і є більш чутливими до них, що може спричинити значні затримки в логістичному ланцюгу. Нарешті, поганий стан дорожньої інфраструктури, особливо в сільській місцевості, часто створює додаткові проблеми та ризики під час транспортування зерна.

В умовах зростаючих економічних і геополітичних викликів логістика зернових в Україні потребує постійного вдосконалення, адаптації та впровадження інноваційних підходів. Нестабільність паливного ринку, періодичні обмеження на заправках, воєнні ризики, а також коливання цін на дизельне паливо створюють суттєві труднощі для забезпечення безперебійного транспортування продукції аграрного сектору. У таких умовах першочергового значення набуває розробка стійких, гнучких і технологічно досконалих логістичних рішень, здатних гарантувати стабільне функціонування агропромислового комплексу навіть за умов кризи.

Для підвищення ефективності перевезень зерна необхідно не лише вдосконалювати технічну базу, а й активно використовувати сучасні інформаційні технології, що дозволяють оптимізувати транспортні процеси. Впровадження систем GPS-моніторингу, цифрових платформ для автоматизованого управління перевезеннями та алгоритмів розумного планування маршрутів забезпечує оперативне відстеження руху транспорту, зменшує витрати пального та підвищує рівень безпеки дорожнього руху. Використання таких інструментів сприяє кращому контролю за дотриманням графіків постачання і дає змогу швидко реагувати на зміни у транспортній ситуації чи погодних умовах.

Не менш важливим є питання якості перевезення зернових культур. Транспортні засоби, призначені для перевезення сільськогосподарської продукції, повинні бути сухими, чистими та відповідати санітарно-

гігієнічним вимогам. Будь-яке забруднення або наявність вологи в кузові може призвести до псування зерна, зниження його товарних характеристик і фінансових втрат для виробника. Тому доцільно впроваджувати стандарти контролю якості на всіх етапах перевезення — від підготовки транспорту до приймання вантажу на складі чи елеваторі.

Особливу увагу слід приділяти екології автоперевезень: перехід на альтернативне паливо, електровантажівки та гібриди зменшують вуглецевий слід і підвищують енергоефективність аграрної логістики. Застосування біопалива з аграрної сировини створює замкнутий цикл сталого розвитку, а розвиток перевезень зернових в Україні залежить від інноваційності транспортної системи. Поєднання мобільності автомобільного транспорту з цифровими технологіями, автоматизованим контролем і екологічною модернізацією підвищить ефективність аграрної логістики, а інновації визначатимуть успішність зернового експорту та конкурентоспроможність українського агросектору.