

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 завантажувально-розвантажувальних робіт при перевезенні великогабаритної сільськогосподарської техніки»

Виконав: _____ Юрій МОСКАЛЕНКО
(підпис)

Група: ТРТ 2401м

Науковий керівник: _____ Олександр СОЛАРЬОВ
(підпис)

Рецензент: _____ Дмитро БОРОДАЙ
(підпис)

Суми – 2025

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

Юрій МОСКАЛЕНКО

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення завантажувально-розвантажувальних робіт при перевезенні великогабаритної сільськогосподарської техніки»
2. Керівник кваліфікаційної роботи: 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 12 аркушах (слайдах) формату А4

7. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	ст. викладач Таценко О. В.		
Економічне обґрунтування	к.е.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

(підпис)

Юрій МОСКАЛЕНКО

**Керівник
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Олександр СОЛАРЬОВ

АНОТАЦІЯ

Москаленко Ю.Є. «Удосконалення завантажувально-розвантажувальних робіт при перевезенні великогабаритної сільськогосподарської техніки».

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

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та удосконаленню процесу перевезення великогабаритної сільськогосподарської техніки, зокрема зернозбиральних комбайнів, в умовах діяльності аграрного підприємства. Актуальність теми обумовлена зростанням рівня механізації аграрного виробництва, необхідністю оперативного переміщення техніки під час сезонних робіт, підвищенням вимог до безпеки дорожнього руху та мінімізації логістичних витрат.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення процесу перевезення великогабаритної сільськогосподарської техніки шляхом розроблення логістичної моделі оптимізації маршрутів, вибору раціонального способу переміщення та застосування сучасних цифрових інструментів планування і GPS-моніторингу. Для досягнення поставленої мети виконано аналіз нормативно-правового забезпечення перевезень негабаритних вантажів, досліджено особливості організації транспортного процесу, здійснено розрахунок основних техніко-економічних показників та обґрунтовано доцільність використання логістичних програмних рішень.

Робота складається з чотирьох розділів. У першому розділі розглянуто теоретичні основи організації перевезень великогабаритної техніки, класифікацію негабаритних вантажів та чинні нормативні вимоги до їх транспортування. Визначено фактори, що впливають на вибір транспортного засобу, маршруту руху та способу перевезення.

Другий розділ присвячено аналізу виробничо-господарської діяльності підприємства та існуючої системи організації перевезень. Проведено

моделювання маршрутів переміщення комбайнів, визначено витрати часу, пального та вартості транспортних операцій.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки руху при перевезенні великогабаритної сільськогосподарської техніки. Визначено потенційно небезпечні фактори, вимоги до персоналу, технічного стану транспортних засобів, засобів кріплення та супроводу.

Четвертий розділ містить економічне обґрунтування запропонованих заходів з удосконалення логістики перевезень. Встановлено, що оптимізація маршрутів та застосування GPS-моніторингу дозволяють зменшити витрати на транспортування, скоротити простої техніки та підвищити ефективність використання транспортних ресурсів підприємства.

У результаті виконаного дослідження доведено, що впровадження логістичного підходу до організації перевезень великогабаритної сільськогосподарської техніки сприяє підвищенню економічної ефективності діяльності підприємства, покращенню безпеки транспортного процесу та забезпеченню своєчасного виконання сезонних польових робіт.

Ключові слова: великогабаритна техніка, комбайн, негабаритний вантаж, перевезення, логістика, маршрут, трал, економічна ефективність, GPS-моніторинг.

ABSTRACT

Moskalenko Yu.E. «Improvement of loading and unloading operations during the transportation of large-sized agricultural machinery"».

Qualification work for the master's degree in the educational program «Transport Technologies» in specialty 275 «Transport Technologies». Sumy National Agrarian University, Sumy, 2025.

The qualification work is devoted to the study and improvement of the process of transporting large-sized agricultural machinery, in particular combine harvesters, in the conditions of an agricultural enterprise. The relevance of the topic is due to the increase in the level of mechanization of agricultural production, the need for prompt movement of machinery during seasonal work, increased requirements for road safety and minimizing logistics costs.

The purpose of the qualification work is to improve the process of transporting large-sized agricultural machinery by developing a logistics model for optimizing routes, choosing a rational method of movement and using modern digital planning tools and GPS monitoring. To achieve the set goal, an analysis of the regulatory and legal support for the transportation of oversized cargo was performed, the features of the organization of the transport process were studied, the calculation of the main technical and economic indicators was carried out and the feasibility of using logistics software solutions was substantiated.

The work consists of four sections. The first section considers the theoretical foundations of organizing the transportation of oversized equipment, the classification of oversized cargo and the current regulatory requirements for their transportation. Factors influencing the choice of vehicle, route and method of transportation were determined.

The second section is devoted to the analysis of the production and economic activities of the enterprise and the existing transportation organization system. The modeling of the routes of combine harvesters was carried out, the time, fuel and cost of transport operations were determined.

The third section considers the issue of labor protection and traffic safety during the transportation of oversized agricultural machinery. Potentially dangerous factors, requirements for personnel, technical condition of vehicles, means of fastening and support were determined.

The fourth section contains an economic justification of the proposed measures to improve transportation logistics. It was found that route optimization and the use of GPS monitoring allow reducing transportation costs, reducing idle equipment and increasing the efficiency of using the enterprise's transport resources.

As a result of the research, it was proven that the implementation of a logistical approach to organizing the transportation of large-sized agricultural machinery contributes to increasing the economic efficiency of the enterprise's activities, improving the safety of the transport process and ensuring the timely completion of seasonal field work.

Keywords: large-sized machinery, combine, oversized cargo, transportation, logistics, route, trawl, economic efficiency, GPS monitoring.

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ABSTRACT	6
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПИТАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕГАБАРИТНОЇ ТЕХНІКИ	11
1.1. Правила перевезення негабаритної, сільськогосподарської техніки	11
1.2. Особливості роботи підприємства	13
1.3. Особливості перевезення негабаритних вантажів на прикладі перевантажувачів ТОВ «Завод Кобзаренка»	16
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ НАВАНТАЖУВАЛЬНО- РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ	21
2.1. Визначення осьового навантаження автомобіля та обладнання для його контролю	21
2.2. Розрахунок осьових навантажень при перевезенні перевантажувачів зерна ТОВ «Кобзаренко»	23
2.3. Вибір техніки для завантаження перевантажувачів зерна ТОВ «Кобзаренко»	26
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ	29
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ	34
ВИСНОВКИ	39
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	40
ДОДАТКИ	43

ВСТУП

1. Актуальність теми.

Актуальність обраної теми зумовлена зростанням рівня механізації аграрного виробництва та необхідністю оперативного і безпечного переміщення великогабаритної сільськогосподарської техніки, зокрема зернозбиральних комбайнів, між виробничими підрозділами та полями підприємств. У період сезонних польових робіт своєчасність перевезення техніки безпосередньо впливає на ритмічність виробничих процесів, рівень використання машинно-тракторного парку та економічні показники діяльності підприємства. Нераціональна організація транспортного процесу призводить до простоїв техніки, перевитрат пального та підвищення логістичних витрат.

2. Аналіз стану наукової розробки проблеми.

Питання організації перевезень великогабаритних і негабаритних вантажів, у тому числі сільськогосподарської техніки, розглядаються в наукових працях вітчизняних і зарубіжних дослідників. Разом із тим у практичній діяльності аграрних підприємств часто використовуються застарілі підходи до планування маршрутів і вибору способів транспортування, що не враховують сучасні можливості логістичних моделей і цифрових інструментів управління. Це обумовлює необхідність подальших досліджень, спрямованих на удосконалення транспортної логістики з урахуванням економічних, технологічних і безпекових факторів.

3. Мета дослідження.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення завантажувально-розвантажувальних робіт при перевезенні великогабаритної сільськогосподарської техніки.

4. Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження є процес перевезення великогабаритної сільськогосподарської техніки автомобільним транспортом

5. Предмет дослідження.

Предметом дослідження є технологія та організація виконання завантажувально-розвантажувальних робіт під час перевезення великогабаритної сільськогосподарської техніки.

6. Завдання дослідження.

Для досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі передбачено вирішення таких завдань:

- проаналізувати нормативно-правові вимоги до перевезення великогабаритної сільськогосподарської техніки;
- дослідити існуючі способи транспортування комбайнів і умови їх застосування;
- розробити логістичну модель оптимізації маршрутів перевезення;
- виконати розрахунок витрат часу, пального та вартості транспортних операцій;
- обґрунтувати економічну ефективність запропонованих заходів.

7. Методи дослідження.

У процесі дослідження використано аналіз і узагальнення наукових джерел та нормативно-правових документів з питань перевезення негабаритних вантажів; системний підхід — для дослідження логістичних процесів перевезення сільськогосподарської техніки; розрахунково-аналітичний метод — для визначення витрат часу, пального та вартості перевезень; методи економічного аналізу — для оцінки ефективності різних варіантів організації транспортного процесу.

8. Структура та обсяг роботи.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. У роботі наведено 7 таблиць, 6 рисунків, використано 20 джерел літератури.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПИТАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕГАБАРИТНОЇ ТЕХНІКИ

1.1. Правила перевезення негабаритної, сільськогосподарської техніки

У 2021 році з метою забезпечення належного стану автомобільних доріг загального користування Верховна Рада України ухвалила нормативний акт, яким було встановлено, що переміщення сільськогосподарської техніки, віднесеної до категорії негабаритної, дозволяється лише за наявності відповідного дозволу Національної поліції.

Унаслідок запровадження цієї норми значна кількість українських аграріїв зазнала адміністративних стягнень, що спричинило масові протести представників аграрного сектору. Реакцією на суспільне невдоволення стало розроблення нового законопроекту, яким передбачено, що за дотримання визначених правил руху отримання спеціального дозволу на перевезення негабаритної техніки більше не є обов'язковим.



Рис. 1.1. Параметри негабарита сільхозтехники

Перш ніж розглядати нормативні вимоги до транспортування великогабаритної сільськогосподарської техніки, варто чітко окреслити, що саме законодавство України визначає під терміном «негабарит». До цієї категорії належить техніка, розміри або маса якої перевищують установлені параметри, що забезпечують безпечний рух дорогами загального користування [4, 5, 8].

Станом на 2023 рік перевезення сільськогосподарських машин автомобільними дорогами дозволено лише за умови дотримання таких граничних показників:

- висота — не більше 4 м;
- загальна довжина з вантажем — до 12 м для одиночних транспортних засобів і до 22 м для автопоїздів;
- повна маса автопоїзда або тягача з вантажем — не більше 40 т.

Спеціалізована техніка, що перевищує зазначені параметри, вважається негабаритною. У випадку її пересування без відповідного дозволу власник транспортного засобу може бути притягнутий до адміністративної відповідальності та оштрафований на суму від 8 500 до 51 000 гривень, залежно від характеру порушення, зафіксованого працівниками поліції [4, 5].

Основні правила перевезення негабаритної техніки

Відповідно до оновленого законопроекту Верховної Ради України, власники сільськогосподарських машин шириною до 3,75 м більше не зобов'язані отримувати дозвіл Національної поліції для їх перевезення дорогами загального користування.

Водночас для техніки, ширшої за 2,6 м, запроваджено низку обов'язкових правил безпеки, яких необхідно суворо дотримуватися:

1. Супровід автомобілем прикриття. Машина супроводу повинна рухатися позаду сільськогосподарської техніки, з лівого боку від її габаритів, бути оснащена оранжевим проблісковим маячком (який не надає переваги в русі) та мати дорожній знак «Об'їзд перешкоди з лівого боку».

2. Позначення транспортного засобу. На техніці має бути встановлено ідентифікаційний знак транспортного засобу.

3. Освітлення. З обох боків необхідно встановити габаритні вогні, що відповідають повній ширині техніки.

4. Обмеження руху. Заборонено рух колоною та виїзд на зустрічну смугу.

5. Погодні умови. Рух не допускається під час снігопаду, туману, диму, смогу та за будь-яких інших умов, що знижують видимість.

Дотримання цих вимог забезпечує безпечне перевезення негабаритної сільськогосподарської техніки, мінімізує ризики аварійних ситуацій та дає змогу уникнути адміністративних штрафів [7, 10 - 12].

1.2. Особливості роботи підприємства

Першим і одним із найвідповідальніших етапів підготовки до організації перевезень негабаритних вантажів є визначення оптимального маршруту руху та відбір автотранспортного засобу з необхідним технічним оснащенням, який відповідає характеристикам вантажу та наявним можливостям автопарку підприємства (у даному випадку — ТОВ «Кобзаренко»).

Таблиця 1.1.

Автотранспортні засоби ТОВ «Кобзаренко»

Реєстраційний №	Марка ТЗ	Тип ТЗ	Рік випуску ТЗ	Повна маса ТЗ
AI2016BH	Мерседес	вант. сідловий тягач	2011 р.	40000
AI5868HK	Рено	вант. сідловий тягач	2013 р.	40000
AI0275CE	Рено	вант. сідловий тягач	2011 р.	39000
18118KI	DAF	вант. сідловий тягач	2002 р.	40000
AA2898CP	DAF	вант. сідловий тягач	2005 р.	40000
AI6708TC	IVECO	вант. сідловий тягач	2007 р.	40000
AI6357CB	MAN	вант. сідловий тягач	2003 р.	40000
Trailer 18-21	TAD	вант. сідловий тягач	2018	40000
Jumbo 25-22	TAD	вант. сідловий тягач	2017 р.	40000
Classic 30-3	TAD	вант. сідловий тягач	2012 р.	40000
Classic 40-3	TAD	вант. сідловий тягач	2019 р.	43000
Classic 50-3	TAD	вант. сідловий тягач	2019 р.	50000

Компанія ТОВ «Кобзаренко», маючи потужний автопарк спеціалізованих транспортних засобів для виконання негабаритних вантажних перевезень, забезпечила своє Білоцерківське відділення необхідною технікою для виконання численних замовлень із транспортування великогабаритних об'єктів (див. табл. 1.1). Як видно з наведеної таблиці, матеріально-технічна база підприємства представлена широким спектром сідельних тягачів і вантажних платформ, призначених для перевезення різних типів негабаритних вантажів.

У сфері перевезення великогабаритних і важких вантажів такі платформи традиційно називають тралами [1-3]. Трал — це спеціалізований транспортний засіб (напівпричіп або причіп), що використовується підприємствами-перевізниками у будівельній, аграрній та промисловій галузях для транспортування масивної або неподільної техніки.

Основне призначення тралів полягає у перевезенні різних типів будівельного та спеціального обладнання, зокрема екскаваторів, бульдозерів, котків, бурових установок, асфальтоукладальників, а також контейнерів, секцій труб і сільськогосподарської техніки.

Виходячи з аналізу типів і функціонального призначення тралів, для перевезення сільськогосподарських тракторів у південній частині Білоцерківського району доцільно використовувати моделі причепів серії 18–21 (рис. 1.2).

Ці транспортні засоби оптимально підходять для перевезення одиничних агрегатів сільськогосподарської техніки з порожнім зворотним пробігом і найчастіше застосовуються на маятникових маршрутах, що забезпечує стабільність логістичного процесу та ефективне використання наявного автопарку підприємства.



Рис. 1.2. Загальний вигляд платформи Trailer 18-22

Однією з ключових переваг обраної платформи є її невелика маса та висока економічність в експлуатації. Мінімальна власна вага конструкції становить лише 4 т, що забезпечує зменшене навантаження на тягач і нижчі витрати пального [15-18].

Конструктивне виконання платформи передбачає можливість від'єднання заднього візка, що дозволяє безпечно здійснювати самостійне завантаження самохідної техніки. Додатковою зручністю є система, яка забезпечує зняття коліс безпосередньо на тралі, без необхідності використання зовнішніх підйомних механізмів. Для цього транспортний засіб обладнано пневматичною системою, яка спрощує виконання технічних операцій. Завдяки поєднанню мобільності, зручності в роботі та помірної вартості, така платформа є практичним рішенням для виконання негабаритних перевезень.

Ще одним прикладом ефективної конструкції є напівпричіп JUMBO 35–37 (рис. 1.2). Він може мати від 2 до 7 осей і забезпечує вантажопідйомність у межах 20–90 т, що робить його універсальним для транспортування техніки різних типів [21-22].

Основною перевагою цієї моделі є раціональне співвідношення власної маси до вантажопідйомності, що підвищує її ефективність під час експлуатації. Для полегшення процесу завантаження напівпричіп обладнаний механічними або гідравлічними навантажувальними рампами, які забезпечують зручність та безпечність проведення вантажних операцій.

1.3. Особливості перевезення негабаритних вантажів на прикладі перевантажувачів ТОВ «Завод Кобзаренка»

Загальна характеристика процесу

Перевантажувачі зерна типу ПБН-20, ПБН-30, ПБН-40 належать до негабаритної та важкої техніки, що характеризується значними масогабаритними показниками:

- довжина — до 12–14 м;
- ширина — понад 3,2 м;
- висота — до 4,2 м;

– маса — 18–30 т залежно від модифікації.

Такі агрегати не підлягають транспортуванню власним ходом на значні відстані, тому застосовується спеціальна технологія завантаження, кріплення та перевезення за допомогою низькорамних платформ або тралів (типу *Goldhofer, Faymonville, Broshuis*).

Основна мета операції — забезпечення безпечного, стійкого розташування вантажу на транспортному засобі без пошкодження несучих елементів машини, гідравлічних вузлів і ходової частини.

Підготовчий етап

Перед завантаженням здійснюється комплекс технічних і організаційних дій:

1. Оцінка масогабаритних характеристик. Визначається фактична маса, центр ваги, геометрія опорних точок. Це дозволяє обрати тип трала, кількість осей, розподіл навантаження по мостах.

2. Підготовка вантажного майданчика. Поверхня має бути рівною, ущільненою, з нахилом не більше 3°, очищеною від сміття, льоду чи пилу.

3. Підбір допоміжного обладнання:

– апарелі (трап-сходи) вантажопідйомністю не менше 15–20 т на вісь;

– лебідки або тяглові механізми;

– гідравлічні домкрати (вантажопідйомністю 20–50 т);

– блоки та троси для направлення техніки;

– сигнальні стійки, обмежувальні клини, противідкотні упори.

4. Перевірка справності транспортного засобу: робочі гальма, система освітлення, тиск у шинах, робота пневмосистеми, фіксатори апарелей [4, 5].

2. Основні способи завантаження негабаритних машин

Залежно від конструкції перевантажувача зерна та умов роботи застосовуються три основні методи:

Завантаження по апарелях (метод RO/RO)

Найпоширеніший спосіб, що передбачає самозаїзд техніки на платформу.

Етапи виконання:

1. Встановлення апарелей під кутом не більше 12° та фіксація їх до трала.
2. Перевірка співвісності колії трала з колесами техніки.
3. Повільний заїзд під керівництвом сигнальника, який координує рух.
4. Зупинка в розрахунковому положенні, контроль балансу центра маси.
5. Фіксація стоянкових гальм, встановлення клинів під колеса.
6. Кріплення стяжними ланцюгами або ременями (за стандартом EN 12195-1) з попереднім натягом ($STF \geq 5000 \text{ H}$).

Переваги:

- швидкість виконання;
- мінімальне використання підйомного обладнання.

Недоліки:

- потреба у функціональному стані ходової частини;
- обмеження по куту заїзду (особливо при великій базі).

2.2. Завантаження краном або автокраном

Застосовується у випадках, коли техніка не має можливості самостійного руху або коли платформа не має апарелей.

Етапи:

1. Вибір крана вантажопідйомністю не менше $1,25 \times$ маси перевантажувача.
2. Використання спеціальних стропувальних схем з траверсами для рівномірного розподілу навантаження.
3. Підйом на 200–300 мм для перевірки балансу.
4. Плавне опускання техніки на платформу в розрахункові опорні точки.

5. Зняття стропів лише після встановлення упорів і попереднього фіксування ланцюгів.

Переваги:

- можливість завантаження несправної техніки;
- точне позиціонування вантажу.

Недоліки:

- потреба у рівному майданчику, відсутність ЛЕП;
- підвищені вимоги до координації персоналу [9].

Комбінований спосіб

Передбачає часткове піднімання передньої або задньої частини техніки краном із подальшим заїздом по апарелях. Це дозволяє мінімізувати кут нахилу і зменшити навантаження на гідросистему машин.

Обладнання, що використовується

Таблиця 1.1

Для забезпечення безпечного завантаження застосовуються такі основні технічні засоби:

Найменування обладнання	Призначення	Основні технічні параметри
Низькорамний трал	Перевезення негабаритних вантажів	вантажопідйомність 40–80 т, висота платформи 0,8–0,9 м
Апарелі (трап-сходи)	Заїзд техніки на платформу	вантажопідйомність 15–25 т/вісь
Гідравлічний домкрат	Підйом частин перевантажувача	вантажопідйомність 30–50 т
Ланцюги/стропи класу 8	Кріплення вантажу	LC = 5000–10000 Н
Траверса розподільча	Рівномірний розподіл навантаження	ширина до 3–5 м
Сигнальні прапорці, стійки	Позначення зони роботи	—
GPS-трекер	Моніторинг маршруту	точність до 2 м

4. Контроль правильності розташування вантажу

Після розміщення перевантажувача проводиться:

- вимір відстані від країв платформи до коліс або опор — не менше 0,1 м;
- контроль розподілу навантаження по осях;
- перевірка натягу кріплень через 30 хвилин після початку руху;
- візуальний огляд кожні 100 км маршруту або під час зупинок.

Процес завантаження негабаритної техніки є одним із найвідповідальніших етапів транспортно-логістичної операції.

Його ефективність залежить від:

- правильного вибору методу завантаження;
- технічного стану обладнання;
- кваліфікації персоналу;
- дотримання стандартів безпеки (ДСТУ 4278:2006, EN 12195-1, НПАОП

0.00-1.80-18).

Застосування сучасних технологій, таких як гідравлічні апарелі, телескопічні трали, автоматичні системи натягу ланцюгів, дозволяє суттєво зменшити ризики, підвищити швидкість виконання робіт та гарантувати цілісність негабаритного вантажу при транспортуванні.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ НАВАНТАЖУВАЛЬНО- РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ РОБІТ

2.1. Визначення осьового навантаження автомобіля та обладнання для його контролю

Останнім часом перевізники та власники вантажних автомобілів дедалі частіше стикаються з необхідністю точного визначення осьового навантаження. Це важливо для дотримання нормативів та уникнення штрафів за перевищення допустимих вагових параметрів транспортних засобів.

Відповідно до ч. 2 ст. 132-1 Кодексу України про адміністративні правопорушення, максимальне осьове навантаження не повинно перевищувати встановлених нормативів.

Осьове навантаження — це частка загальної маси автомобіля, яка припадає на одну вісь або візок.

Для автомобільних доріг України гранично допустимі значення становлять:

- для одиночної осі — до 11 т,
- для здвоєної — до 16 т,
- для строєної — до 22 т.

Методика розрахунку осьового навантаження [1, 2]

Осьове навантаження — це тиск, який створює на дорожнє покриття сумарна маса транспортного засобу, що передається через колеса однієї осі.

Загальна маса автомобіля дорівнює сумі навантажень на всі осі:

$$M = N_1 + N_2 + \dots + N_n,$$

де N_i — навантаження на i -ту вісь.

На перший погляд, можна просто поділити загальну масу автомобіля на кількість осей. Однак у реальності розподіл навантаження є нерівномірним: задні осі зазвичай сприймають більшу частину маси, ніж передні. Тому для визначення осьового навантаження застосовують спеціальні алгоритми або вагове обладнання.

Теоретичний розрахунок дає лише орієнтовне значення, а середня похибка може сягати 10%.

Практичний приклад розрахунку

Для оцінки навантаження потрібно знати:

- масу тягача (M_T),
- масу напівпричепа (M_P),
- масу вантажу (M_G).

Розрахунок проводять так:

1. Знаходимо суму мас прицепа і вантажу ($M_P + M_G$).
2. 25% цього значення припадає на тягач, 75% — на напівприцеп.

Отже:

$$N_P = 0,75 \times (M_P + M_G)$$

$$N_T = M_T + 0,25 \times (M_P + M_G)$$

Щоб визначити навантаження на одну вісь, отримане значення ділять на кількість осей відповідної частини автопоїзда.

Системи та обладнання для визначення осьового навантаження

1. Автоматичні системи вагового контролю (WIM-системи)

На дорогах України контроль за навантаженнями здійснюється за допомогою систем Weigh-In-Motion (WIM). Вони складаються з датчиків, вбудованих у дорожнє покриття, і відеокамер, що фіксують номер, марку та габарити транспортного засобу.

Під час руху автомобіля (зі швидкістю 7–140 км/год) система визначає як сумарну масу, так і навантаження на кожну вісь. Похибка таких систем зазвичай не перевищує 10%.

2. Бортові системи зважування

Для власних автопарків ефективним рішенням є встановлення бортових систем контролю маси.

До складу входять: датчики тиску у пневмосистемі, модуль обробки та передавання даних, мобільний додаток.

На екрані в режимі реального часу відображаються маса вантажу, загальна маса автомобіля та навантаження на кожну вісь.

Похибка — 1–3%.

3. Динамічне зважування

Виконується при русі автомобіля зі швидкістю 3–5 км/год.

Використовують стаціонарні або мобільні ваги.

Стаціонарні встановлюються врівень із дорожнім покриттям (похибка 1–2%), а мобільні — використовуються на будь-якій рівній ділянці.

Такі ваги застосовуються «Укртрансбезпекою» для контролю перевантажень.

4. Статико-динамічне зважування

Поєднує високу точність статичних ваг (до 0,1%) і можливість оцінювати навантаження на кожну вісь (похибка до 2%).

Такі системи дозволяють автоматично формувати товарно-транспортні накладні та талони зважування.

2.2. Розрахунок осьових навантажень при перевезенні перевантажувачів зерна ТОВ «Кобзаренко»

У цьому підрозділі виконано розрахунок та порівняння осьових навантажень при транспортуванні перевантажувачів зерна

ПБН-20, ПБН-30 та ПБН-40 різними автопоїздами:

- Варіант А — тривісний низькорамний напівпричіп + тягач 6×4.

- Варіант Б — двовісний напівпричіп + тягач 4×2.

Розрахунок проведено у спрощеному статичному наближенні з використанням формул розподілу маси між тягачем та напівпричепом.

Таблиця 2.1.

Вихідні дані

Модель перевантажувача	Маса, т	Кількість осей тягача	Кількість осей напівпричепа
ПБН-20	5,8	3 (6×4)	3 або 2
ПБН-30	7,0	3 (6×4)	3 або 2
ПБН-40	8,2	3 (6×4)	3 або 2

Основні формули:

$$N_p = 0,75 \times (M_p + M_9)$$

$$N_t = M_t + 0,25 \times (M_p + M_9)$$

Приклад для ПБН-30:

Варіант А: $N_p = 0,75 \times (8 + 7) = 11,25$ т; $N_t = 8 + 0,25 \times (8 + 7) = 11,75$ т.

Варіант Б: $N_p = 0,75 \times (6 + 7) = 9,75$ т; $N_t = 7 + 0,25 \times (6 + 7) = 10,25$ т.

Таблиця 2.2.

Результати розрахунків

Модель	N_p (А), т	N_t (А), т	N_p (Б), т	N_t (Б), т
ПБН-20	10.35	11.45	8.85	9.95
ПБН-30	11.25	11.75	9.75	10.25
ПБН-40	12.15	12.05	10.65	10.55

Графічне порівняння навантажень

Порівняння навантажень для ПБ

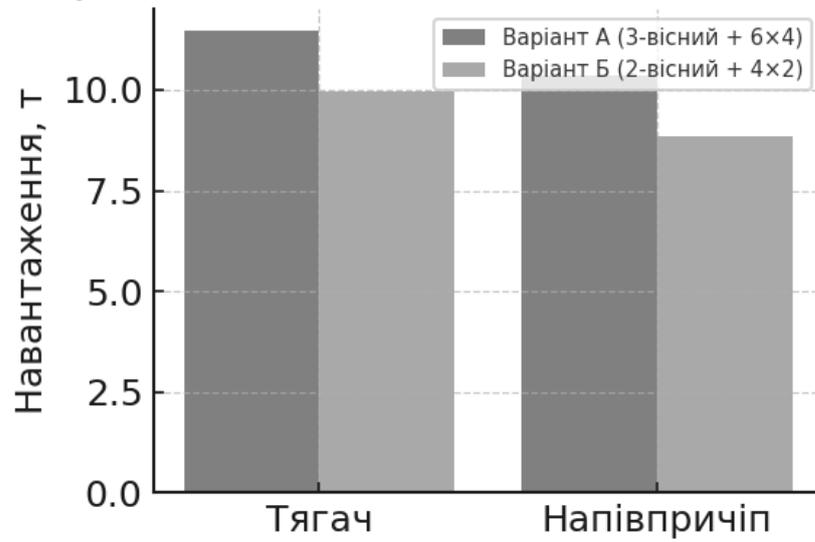


Рис. 2.1. ПБН-20: Порівняння навантажень для варіантів А і Б.

Порівняння навантажень для ПБ

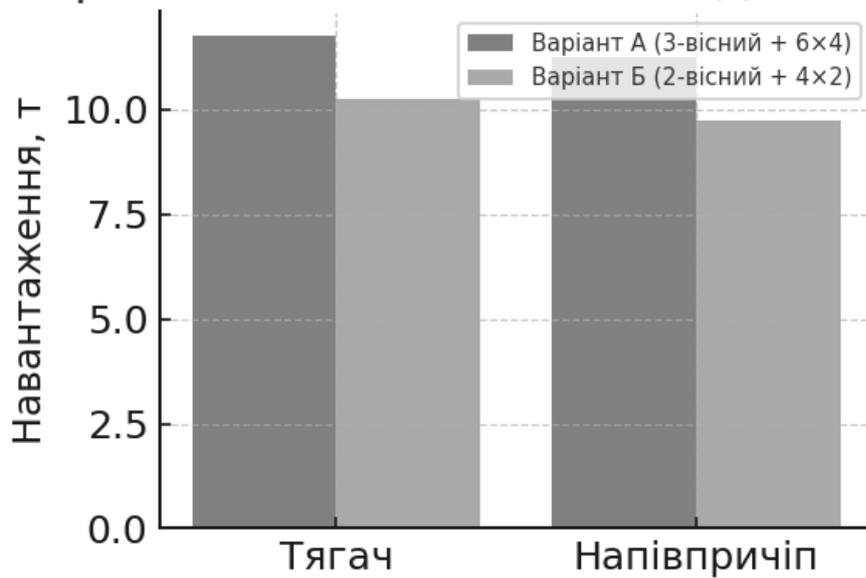


Рис. 2.1. ПБН-30: Порівняння навантажень для варіантів А і Б

Порівняння навантажень для ПБ

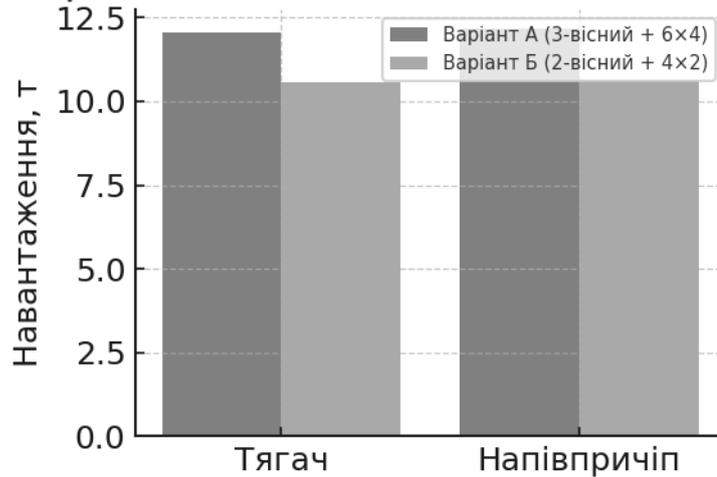


Рис. 2.2. ПБН-40: Порівняння навантажень для варіантів А і Б

2.3. Вибір техніки для завантаження перевантажувачів зерна ТОВ «Кобзаренко»

Цей розділ містить детальний аналіз методів завантаження перевантажувачів зерна моделей ПБН-20, ПБН-30 та ПБН-40.

Розглянуто два поширені варіанти: завантаження по трапах (RO/RO) та завантаження з використанням автокрана.

Варіант А — Завантаження по трапах

Метод полягає у заїзді перевантажувача власним ходом або за допомогою тягача чи лебідки по спеціальних трапах на платформу напівпричепа.

Формула розрахунку тягового зусилля:

$$T = W (\sin\alpha + \mu \cos\alpha) \cdot \gamma$$

де W — вага перевантажувача (т);

α — кут нахилу трапів (°);

μ — коефіцієнт тертя (0,02–0,05);

γ — коефіцієнт запасу (1,3–1,5).

Приклад розрахунку для ПБН-30:

$$T \approx 7 \times (0,173 + 0,03 \times 0,985) \times 1,4 \approx 1,99 \text{ тс} (\approx 19,5 \text{ кН})$$

Отже, для заїзду достатньо лебідки або тягача тягового класу 2–3 тс. Необхідно контролювати стан трапів, кут нахилу ($\leq 12^\circ$) та забезпечити протиковзне покриття.

Варіант В — Завантаження автокраном

Цей метод передбачає підйом перевантажувача зерна за допомогою крана (вантажопідймальністю 25–50 т) та встановлення його на платформу напівпричепа. Підходить для випадків, коли неможливо організувати заїзд по трапах через обмежений простір або висоту платформи.

Таблиця 2.3.

Типові параметри автокранів

Тип крана	Радіус, м	Вантажопідймальність, т
25 т	8–10	7–10
35 т	10–12	10–14
50 т	12–16	12–18

Для ПБН-20 і ПБН-30 доцільно застосовувати кран 25–35 т класу, для ПБН-40 — 35–50 т залежно від радіуса.

Перевагою є висока точність і безпечність операцій, однак тривалість робіт і вартість оренди більші.

Таблиця 2.4.

Порівняльна таблиця

Критерій	Варіант А (RO/RO)	Варіант В (Кран)	Коментар
Швидкість робіт	20–40 хв	45–120 хв	RO/RO швидший
Вартість	Низька	Висока	Кран потребує оренди
Безпека	Залежить від кута та тертя	Висока при правильному стропуванні	Кран безпечніший для важких машин
Вимоги до майданчика	Рівна поверхня, кут $\leq 12^\circ$	Площина під опори, без ЛЕП	RO/RO потребує прямого під'їзду
Сфера застосування	Польові умови, елеватори	Міські або обмежені майданчики	Кран зручніший у щільній забудові

Рекомендації

Для ПБН-20 та ПБН-30 оптимальним є використання методу RO/RO — він економічний, швидкий і безпечний за дотримання технічних вимог. Для ПБН-40 або у випадку обмеженого простору рекомендовано застосовувати кран вантажопідіймальністю 35–50 т.

При виборі способу необхідно враховувати:

- розміри майданчика, можливість заїзду;
- масу та габарити перевантажувача;
- стан і кут нахилу трапів;
- технічні характеристики крана, включно з вантажопідіймальністю на заданому радіусі.

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ

У розділі наведено основні заходи з охорони праці при перевезенні негабаритних та великовагових вантажів, зокрема перевантажувачів зерна типу ПБН- 20, ПБН- 30, ПБН- 40. Мета — забезпечення безпечних умов праці, попередження травматизму й аварійних ситуацій під час виконання транспортних операцій.

Загальні положення

Процес перевезення негабаритних та великовагових вантажів, зокрема перевантажувачів зерна типу ПБН- 20, ПБН- 30, ПБН- 40, належить до робіт підвищеної небезпеки. Під час їх виконання на водіїв, машиністів кранів, стропальників, механіків, а також на осіб, відповідальних за організацію перевезення, покладається особлива відповідальність за безпеку праці, збереження вантажу та попередження аварійних ситуацій на дорогах і вантажних майданчиках.

Основними нормативними документами, що регламентують вимоги безпеки, є:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Правила дорожнього руху України (розділ 22 «Перевезення вантажів»);
- НПАОП 0.00- 1.80- 18 — Правила охорони праці під час навантажувально- розвантажувальних робіт;
- ДСТУ 4278:2006 — Вантажі великогабаритні та великовагові. Правила перевезення;
- EN 12195- 1 — Європейський стандарт кріплення вантажів у дорожньому транспорті.

Метою системи охорони праці при перевезенні негабаритних вантажів є створення безпечних умов для працівників, запобігання травматизму, пошкодженню техніки, а також недопущення порушень правил дорожнього руху та перевантаження дорожнього покриття.

Основні небезпечні та шкідливі фактори

Під час перевезення великих перевантажувачів зерна можуть виникати такі небезпечні фактори:

1. Механічні ризики: перекидання вантажу, відрив стяжок, падіння або ковзання під час навантаження/розвантаження.
2. Фізичні навантаження: робота в незручних позах, піднімання важких елементів кріплення.
3. Транспортні небезпеки: зниження стійкості автопоїзда, збільшення гальмівного шляху, зміщення центра маси.
4. Електричні ризики: робота автокрана поблизу ліній електропередачі.
5. Погодні умови: вітер понад 10–12 м/с, опади, ожеледиця під час робіт на відкритих майданчиках.
6. Психофізіологічні фактори: перевтома водіїв і машиністів, стрес унаслідок складних дорожніх умов.

Для мінімізації впливу зазначених факторів необхідно дотримуватися технологічної дисципліни, забезпечувати персонал засобами індивідуального захисту та використовувати техніку лише за прямим призначенням.

Вимоги безпеки перед початком робіт

Перед початком перевезення виконується комплекс підготовчих заходів:

- Перевірка технічного стану транспортних засобів: гальмівна система, рульове керування, освітлення, сигнальні пристрої, тиск у шинах.
- Контроль кріпильного обладнання: ланцюги, стяжки, канати повинні мати сертифікати та відповідати навантаженням, визначеним стандартом EN 12195- 1.
- Огляд вантажу: перевіряють масу, габарити, положення центра маси. Якщо вантаж перевищує нормативні розміри (ширина понад 2,6 м, висота понад 4,0 м), необхідно оформити спеціальний дозвіл на перевезення негабариту.
- Підготовка маршруту: погодження із службами дорожнього руху, поліцією та місцевими адміністраціями; вибір траси з урахуванням вантажопідйомності мостів, радіусів поворотів, висоти контактної мережі.

- Інструктаж персоналу: всі учасники процесу проходять цільовий інструктаж з охорони праці та підписують журнал допуску до робіт.

Безпечне виконання навантажувально- розвантажувальних робіт

Завантаження по трапах (RO/RO)

- Забороняється виконувати заїзд при куті нахилу трапів понад 12°.

- Трапи мають бути сухими, не слизькими, з поперечними упорами.

- Перед заїздом перевіряється фіксація трапів до платформи, їхня міцність на кожну вісь.

- Під час заїзду присутні лише водій та стропальник, який подає сигнали.

- Заборонено перебувати стороннім особам у зоні можливого руху або падіння вантажу.

Завантаження краном

- Вибір крана здійснюється з урахуванням маси вантажу та радіуса підйому з коефіцієнтом запасу не менше 1,25.

- Місце встановлення крана має бути вирівняне, ущільнене, поза зоною дії ЛЕП (відстань не менше 1,5 м на кожні 10 кВ).

- Стропування виконують сертифікованими стропами, траверсами; кути між вітками не перевищують 90°.

- Перед підйомом вантаж піднімають на 200–300 мм для перевірки стійкості та правильності стропування.

- Усі сигнали машиністу подає один відповідальний стропальник.

Кріплення вантажу

- Використовуються ланцюги, стяжки, канати з робочим навантаженням (LC) не менше 0,8–1,0 від ваги вантажу.

- Мінімальна кількість точок кріплення — 4, симетрично відносно центра маси.

- Натяг стяжок контролюється за моментом (STF) згідно з техпаспортом.

- Місця дотику кріплень до фарбованих поверхонь або гострих кромek захищають прокладками.

Вимоги безпеки під час руху автопоїзда

- Водій повинен мати допуск до перевезення негабаритних вантажів та досвід роботи не менше 3 років.

- Швидкість руху з негабаритом обмежується до 50 км/год на прямих ділянках і 30 км/год на поворотах або в населених пунктах.

- При русі вночі або за умов недостатньої видимості включаються габаритні вогні та пробліскові маячки.

- На автопоїзді встановлюють інформаційні таблички «Негабаритний вантаж» та червоно- жовті прапорці.

- При габаритах, що перевищують допустимі, забезпечується супровід автомобілем дорожньої служби або поліції.

- Заборонено різке гальмування, обгін, рух по ґрунтових або нерівних дорогах без попередньої оцінки покриття.

- На кожній зупинці проводиться контроль натягу кріплень та візуальний огляд вантажу.

Вимоги безпеки після завершення робіт

- Після розвантаження слід перевірити цілісність стяжок, трапів, гака крана, тросів.

- У разі виявлення пошкоджень елементи знімають із експлуатації до проведення технічної діагностики.

- Робоча зона очищується від сторонніх предметів, а транспортні засоби ставляться на стоянку з вимкненим двигуном і закріпленими колесами.

- Водій і стропальник звітують відповідальному за безпеку про завершення робіт.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

Кожен працівник, задіяний у процесі перевезення, має бути забезпечений відповідними ЗІЗ:

- захисна каска, рукавиці, спецвзуття з металевим носком;

- сигнальний жилет зі світловідбивними елементами;

- для робіт у вітряну або дощову погоду — куртка з водонепроникного матеріалу;

- стропальники додатково мають використовувати пояси безпеки під час роботи на висоті понад 1,3 м.

Організаційні заходи

- Призначення відповідального за безпеку перевезення, який координує роботу всіх служб і підписує дозвіл на рух.

- Проведення інструктажів з безпечних методів праці для всіх учасників процесу.

- Забезпечення зв'язку між водієм, супровідною машиною та диспетчером.

- Використання GPS- системи моніторингу маршруту для попередження небезпечних маневрів і перевищення швидкості.

- Після завершення перевезення проводиться аналіз можливих відхилень і коригування інструкцій.

Висновки

Перевезення негабаритних вантажів і великих перевантажувачів зерна є складним багатокомпонентним процесом, що потребує високого рівня підготовки персоналу, дотримання технологічної дисципліни та суворого виконання правил безпеки.

Ключовими умовами зниження ризиків є попередній аналіз маршруту, ретельне закріплення вантажу, використання справної техніки та дотримання інструкцій з охорони праці.

Завдяки системному підходу до безпеки праці забезпечується не лише збереження життя і здоров'я працівників, але й надійність виконання транспортних операцій, зниження аварійності та підвищення ефективності логістичного процесу.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНИХ ВАРІАНТІВ

Економічна ефективність процесів перевезення великогабаритних перевантажувачів зерна визначається раціональним вибором транспортних засобів, маршруту руху та технології завантаження-розвантаження. У сучасних умовах підвищення вартості паливно-мастильних матеріалів та зростання експлуатаційних витрат особливої актуальності набуває аналіз собівартості перевезення різними типами автопоїздів і методами навантаження.

Метою цього розділу є визначення загальних витрат на одну транспортну операцію для перевантажувачів типу ПБН-20, ПБН-30 і ПБН-40, а також порівняння вартості застосування двох способів виконання робіт — заїзд по трапах (RO/RO) та використання автокранів різної вантажопідймальності. Отримані результати дозволяють оцінити доцільність вибору певного варіанту з економічної точки зору та сформулювати практичні рекомендації щодо зниження витрат під час перевезення негабаритних сільськогосподарських машин.

Транспортна складова: $C_{tr} = (2 \times D) \times \text{Тариф}$

де $D = 400$ км; $2 \times D = 800$ км; Тариф $\in \{ 40$ грн/км (низькорамний), 36 грн/км (платформа) $\}$.

RO/RO (заїзд по трапах): $C_{ro} = C_{winch} + C_{cons} = 300 + 200 = 500$ грн.

Кран: $C_{cr} = C_{mob} + t \times \text{Rate} + C_{cons}$

де $C_{mob} = 5000$ грн; t — тривалість, год; Rate $\in \{25\text{т}: 1200, 35\text{т}: 2500, 50\text{т}: 1800\}$ грн/год; $C_{cons} = 200$ грн.

Дозвіл на негабарит: $C_{perm} = 2500$ грн

Загальна сума: $C_{tot} = C_{tr} + C_{perm} + C_{load}$

Підстановки для ПБН-20

Транспорт (низькорамний): $C_{tr} = 2 \times 400 \times 40 = 800 \times 40 = 32\,000$ грн.

Транспорт (платформа): $C_{tr} = 2 \times 400 \times 36 = 800 \times 36 = 28\,800$ грн.

RO/RO: $C_{ro} = 300 + 200 = 500$ грн.

Кран (25т): $C_{cr} = 5000 + 1.5 \times 1200 + 200 = 5000 + 1800 + 200 = 7\,000$ грн.

Повні суми за сценаріями:

А) 3-вісний низькорамний + RO/RO: $C_{tot} = 32\,000 + 2500 + 500 = 35\,000$ грн.

В) 3-вісний низькорамний + Кран: $C_{tot} = 32\,000 + 2500 + 7\,000 = 41\,500$ грн.

С) 2-вісна платформа + RO/RO: $C_{tot} = 28\,800 + 2500 + 500 = 31\,800$ грн.

Д) 2-вісна платформа + Кран: $C_{tot} = 28\,800 + 2500 + 7\,000 = 38\,300$ грн.

Найдешевший варіант для ПБН-20: 2-вісна платформа + RO/RO — 31 800 грн.

Підстановки для ПБН-30

Транспорт (низькорамний): $C_{tr} = 2 \times 400 \times 40 = 800 \times 40 = 32\,000$ грн.

Транспорт (платформа): $C_{tr} = 2 \times 400 \times 36 = 800 \times 36 = 28\,800$ грн.

RO/RO: $C_{ro} = 300 + 200 = 500$ грн.

Кран (35т): $C_{cr} = 5000 + 1.5 \times 2500 + 200 = 5000 + 3750 + 200 = 8\,950$ грн.

Повні суми за сценаріями:

А) 3-вісний низькорамний + RO/RO: $C_{tot} = 32\,000 + 2500 + 500 = 35\,000$ грн.

В) 3-вісний низькорамний + Кран: $C_{tot} = 32\,000 + 2500 + 8\,950 = 43\,450$ грн.

С) 2-вісна платформа + RO/RO: $C_{tot} = 28\,800 + 2500 + 500 = 31\,800$ грн.

Д) 2-вісна платформа + Кран: $C_{tot} = 28\,800 + 2500 + 8\,950 = 40\,250$ грн.

Найдешевший варіант для ПБН-30: 2-вісна платформа + RO/RO — 31 800 грн

Підстановки для ПБН-40

Транспорт (низькорамний): $C_{tr} = 2 \times 400 \times 40 = 800 \times 40 = 32\,000$ грн.

Транспорт (платформа): $C_{tr} = 2 \times 400 \times 36 = 800 \times 36 = 28\,800$ грн.

RO/RO: $C_{ro} = 300 + 200 = 500$ грн.

Кран (50т): $C_{cr} = 5000 + 2.0 \times 1800 + 200 = 5000 + 3600 + 200 = 8\,800$ грн.

Повні суми за сценаріями:

А) 3-вісний низькорамний + RO/RO: $C_{tot} = 32\,000 + 2500 + 500 = 35\,000$ грн.

В) 3-вісний низькорамний + Кран: $C_{tot} = 32\,000 + 2500 + 8\,800 = 43\,300$ грн.

С) 2-вісна платформа + RO/RO: $C_{tot} = 28\,800 + 2500 + 500 = 31\,800$ грн.

D) 2-вісна платформа + Кран: $C_{tot} = 28\,800 + 2\,500 + 8\,800 = 40\,100$ грн.

Таблиця 4.1.

Розрахунок для ПБН-20

Сценарій	Тип завант.	Тип автопоїзда	Транспор т	Дозві л	Завант./ розв.	Разом
С: 2-вісна платформа + RO/RO	RO/R O	Платформа 2-вісна	28 800	2 500	500	31 800
А: 3-вісний низькорамний + RO/RO	RO/R O	Низькорамний 3-вісний	32 000	2 500	500	35 000
Д: 2-вісна платформа + Кран	Кран	Платформа 2-вісна	28 800	2 500	7 000	38 300
В: 3-вісний низькорамний + Кран	Кран	Низькорамний 3-вісний	32 000	2 500	7 000	41 500

Найдешевший сценарій: С: 2-вісна платформа + RO/RO — 31 800 грн.

Таблиця 4.2.

Розрахунок для ПБН-30

Сценарій	Тип завант.	Тип автопоїзда	Транспорт	Дозвіл	Завант./розв.	Разом
С: 2-вісна платформа + RO/RO	RO/RO	Платформа 2-вісна	28 800	2 500	500	31 800
А: 3-вісний низькорамний + RO/RO	RO/RO	Низькорамний 3-вісний	32 000	2 500	500	35 000
Д: 2-вісна платформа + Кран	Кран	Платформа 2-вісна	28 800	2 500	8 950	40 250
В: 3-вісний низькорамний + Кран	Кран	Низькорамний 3-вісний	32 000	2 500	8 950	43 450

Найдешевший сценарій: С: 2-вісна платформа + RO/RO — 31 800 грн.

Таблиця 4.3.

Розрахунок для ПБН-40

Сценарій	Тип завант.	Тип автопоїзда	Транспорт	Дозвіл	Завант./розв.	Разом
С: 2-вісна платформа + RO/RO	RO/RO	Платформа 2-вісна	28 800	2 500	500	31 800
А: 3-вісний низькорамний + RO/RO	RO/RO	Низькорамний 3-вісний	32 000	2 500	500	35 000
Д: 2-вісна платформа + Кран	Кран	Платформа 2-вісна	28 800	2 500	8 800	40 100
В: 3-вісний низькорамний + Кран	Кран	Низькорамний 3-вісний	32 000	2 500	8 800	43 300

Найдешевший сценарій: С: 2-вісна платформа + RO/RO — 31 800 грн.

Зведена таблиця (мінімальні значення по моделях)

Модель	Найдешевший сценарій	Вартість, грн
ПБН-20	С: 2-вісна платформа + RO/RO	31 800
ПБН-30	С: 2-вісна платформа + RO/RO	31 800
ПБН-40	С: 2-вісна платформа + RO/RO	31 800

Найдешевший варіант для ПБН-40: 2-вісна платформа + RO/RO — 31 800 грн.

За мінімальних ставок і відстані 400 км у всіх трьох кейсах найекономічніший сценарій — «2-вісна платформа + RO/RO». Кранові сценарії дорожчі через мобілізацію й погодинні ставки.

ВИСНОВКИ

Для всіх моделей ПБН-20, ПБН-30, ПБН-40 варіант А (3-вісний напівпричіп + тягач 6×4) забезпечує більш рівномірний розподіл маси, менші осьові навантаження та кращу стійкість під час транспортування. Варіант Б має меншу масу автопоїзда, але вищі навантаження на кожен вісь напівпричепа, що може бути критичним при перевезенні важкої техніки.

Метод RO/RO залишається універсальним рішенням для більшості ситуацій, тоді як кранове завантаження є доцільним при транспортуванні важких моделей або на обмежених майданчиках. Оптимальний вибір визначається поєднанням факторів безпеки, часу та вартості.

Перевезення негабаритних вантажів і великих перевантажувачів зерна є складним багатокомпонентним процесом, що потребує високого рівня підготовки персоналу, дотримання технологічної дисципліни та суворого виконання правил безпеки.

Ключовими умовами зниження ризиків є попередній аналіз маршруту, ретельне закріплення вантажу, використання справної техніки та дотримання інструкцій з охорони праці.

Завдяки системному підходу до безпеки праці забезпечується не лише збереження життя і здоров'я працівників, але й надійність виконання транспортних операцій, зниження аварійності та підвищення ефективності логістичного процесу.

За мінімальних ставок і відстані 400 км у всіх трьох кейсах найекономічніший сценарій — «2-вісна платформа + RO/RO». Кранові сценарії дорожчі через мобілізацію й погодинні ставки.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вільковський Є.К., Кельман І.І., Бакуліч О.О. Вантажознавство. – Львів: "Інтелект-Захід", 2007, – 250 с.
2. 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.
3. 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. 1. Босняк М.Г. Вантажні автомобільні перевезення.- К.: Слово, 2010.-408 с.
4. Семірненко С.Л., Семірненко Ю.І., Соларьов О.О., Таценко О.В. Організація та управління навантажувальнорозвантажувальними роботами: навчальний посібник / С.Л. Семірненко та ін. – Суми: СНАУ, 2024. – 224с.
5. Соларьов О.О., Савойський О.Ю. Інформаційні технології та навігаційні системи управління транспортом і складом: навчальний посібник / О.О. Соларьов, О.Ю. Савойський – Суми: СНАУ, 2025. – 160с.
6. Норми витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт по базових марках автомобілів.- К.: Мінтранс України, 1995. -21с.
7. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті.-К.: Мінтранс України, 1998. -41с.
8. 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.

9. Томляк С.І. Шляхи підвищення ефективності перевезення вантажів автомобільним транспортом / С. І. Томляк, А. П. Поляков // Наукові нотатки. - 2014. - Вип. 46. - С. 529-537.
10. 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
11. Cui M., Levinson D. Full cost accessibility // Journal of Transport and Land Use. – 2018. – Vol. 11. – No. 1. – pp. 661–679.
12. Jacyna M., Wasiak M. Costs of road transport depending on the type of vehicles // Combustion Engines. – 2015. – Vol. 162. – pp. 85–90.
13. Ozbay K., Bartin B., Berechman J. Estimation and evaluation of full marginal costs of highway transportation in New Jersey // Journal of Transportation and Statistics. – 2001. – Vol. 4. – No. 1. – pp. 81–103.
14. Ozbay K., Bartin B., Yanmaz-Tuzel O. Alternative methods for estimating full marginal costs of highway transportation // Transportation Research Part A: Policy and Practice. – 2007. – Vol. 41. – No. 8. – pp. 768–786.
15. Poliak M. et al. Identification of costs structure change in road transport companies // Communications Scientific letters of the University of Zilina. – 2019. – Т. 21. – №. 3. – pp. 8–12.
16. Perspektywy unowocześnienia parku ciężarowego w Polsce m. in. w aspekcie wprowadzenia elektronicznego systemu poboru opłat za korzystanie z infrastruktury drogowej / Z. Kordel [et al.] // Transport Samochodowy. – 2012. – No. 2. – pp. 5–29.
17. Persyn D., Díaz-Lanchas J., Barbero J. Estimating road transport costs between and within European Union regions // Transport Policy. – 2020. – pp. 1–10.
18. Sternad M. Cost Calculation in road freight transport // Business Logistics in Modern Management. – 2019. – pp. 215–225.

19. The economics of transportation system: a reference for practitioners [Text] / K. Kockelman, T. D. Chen, K. Larsen, B. Nichols. – Austin : University of Texas at Austin, 2014. – 316 p.

20. Winston C. Efficient Transportation Infrastructure Policy [Text] / C. Winston // Journal of Economic Perspectives. – 1991. – 5 (1). – P. 113-127.

21. Wasiak M. Vehicle selection model with respect to economic order quantity //Archives of Transport. – 2016. – Vol. 40. – No. 4. – pp. 77–85.

22. Постанова Кабінету міністрів України від 9 листопада 2000 р. № 1684 «Про затвердження Концепції реформування транспортного сектору економіки».

ДОДАТКИ