

УДК 656.225 : 656.615

М. І. БЕРЕЗОВИЙ<sup>1\*</sup>, Я. В. БОЛЖЕЛАРСЬКИЙ<sup>2\*</sup>, С. В. ГРЕВЦОВ<sup>3\*</sup>, С. В. БОРИЧЕВА<sup>4\*</sup>

<sup>1\*</sup> Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 03, ел. пошта: m.i.berezovyi@ust.edu.ua, ORCID 0000-0001-6774-6737

<sup>2\*</sup> Каф. «Залізничного транспорту», Інститут механічної інженерії і транспорту Національного університету «Львівська політехніка», вул. Професорська, 1, м. Львів, Україна, 79000, тел. +38 (050) 678 15 03, ел. пошта: Yaroslav.V.Bolzhelarskiy@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-4787-1781

<sup>3\*</sup> Каф. «Транспортних технологій», Інститут механічної інженерії і транспорту Національного університету «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 32, м. Львів, Україна, 79052, тел. +38 (067) 771 77 59, ел. пошта: serhii.v.hrevtsov@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-2925-4293

<sup>4\*</sup> Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (097) 677 37 57, ел. пошта: s.v.borycheva@ust.edu.ua, ORCID 0000-0002-2064-6621

## АНАЛІЗ ЛОГІСТИЧНИХ РИЗИКІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ЗЕРНОВОЇ ГРУПИ В ЄВРОПЕЙСЬКІ ПОРТИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОНТРЕЙЛЕРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

**Мета.** З початком повномасштабної агресії росії проти України наша держава втратила існуючі налагоджені маршрути експорту зернових вантажів. Експорт зерна та продуктів перемелу базувався на доставці зерна сухопутними видами транспорту та в незначних обсягах річковим транспортом до морських портів з подальшою перевалкою на морський транспорт. Традиційними ринками збуту українського зерна та продуктів перемелу є Азія, Африка та Близький Схід. Обмеженість європейського ринку зерна вимагає пошуку нових шляхів доставки зернових вантажів до ринків збуту. У якості альтернативних морських портів для перевалки зернових вантажів розглядаються польські порти Гданськ, Гдиня, Щецин та румунський порт Констанца. На фоні проблем перетину кордону залізничним та автомобільним транспортом та необхідності мінімізації транспортно-логістичних витрат виникає задача пошуку альтернативних варіантів перевезення з мінімальною тривалістю перетину кордонів і одним з варіантів є застосування контрейлерної технології перевезень. Метою дослідження є оцінка логістичних ризиків використання контрейлерної технології для підвищення ефективності мультимодального процесу перевезення зернових вантажів. **Методи.** Комплексний аналіз технічного оснащення та технології роботи залізничного транспорту у взаємодії з автомобільним, інфраструктури прикордонних переходів та технології їх перетину при виконанні вантажних перевезень, статистичний аналіз. **Результати.** На підставі аналізу основних схем перетину кордону при перевезенні зернових вантажів та логістичних ризиків, що при цьому виникають, було обрано наступну схему. Зерно автомобільним транспортом доставляється до залізничної станції Хирів, до якої заходить суміщена колія 1435-1520 мм, а також є колії шириною 1435 мм, де здійснюється завантаження автопоїздів на платформи контрейлерного поїзда системи Ro-La. Подальше перевезення здійснюється залізничним транспортом до порту без перевантаження та зміни візків. Час перевезення автопоїздів може бути суміщеним з відпочинком водія у відповідності з режимом роботи за тахографом. **Практична значимість.** Організація на станції Хирів РФ «Львівська залізниця» пункту навантаження автопоїздів на залізничні платформи системи Ro-La дозволить прискорити термін доставки зернових вантажів з України до одного з портів Чорного чи Балтійського морів та скоротити загальні логістичні витрати.

*Ключові слова:* зерно, заміна візків, перевантаження, мультимодальні перевезення, контрейлерний поїзд, система Ro-La, морський порт, перетин кордону.

### Вступ

З початком повномасштабної агресії росії проти нашої держави і блокування чорноморських морських портів питання експорту зернових набуло критичного значення не лише для України, але й для багатьох країн світу. Повноцінної реалізації Чорноморської зернової угоди досягти не вдалося. За інформацією мультимедійної платформи іномовлення України «Укрінформ»

[1] з 29 квітня до кінця травня цього року жодному судну не було надано дозвіл на захід в порт «Південний», хоча це один з трьох портів перевалки зерна, що передбачений зерною угодою.

За інформацією Української зернової асоціації (УЗА) Україна через простій суден у чергах так званого «зернового коридору» зазнала збитків, що перевищують 1 млрд доларів США [2].

Негативним результатом у т.ч. наведених

вище проблем стало зниження фактичних обсягів експорту Україною зерна за 2022/2023 маркетинговий рік (липень 2022 – червень 2023) у порівнянні з минулим маркетинговим роком. Станом на 21 квітня 2023 року експорт зерна склав 40,557 млн тонн, що на 10,8%, або на 4,918 млн тонн менше, ніж за минулорічний аналогічний період [3].

Як відомо основний обсяг експорту зерна з України спрямовується на ринки Азії, Африки та Близького Сходу через морські порти Великої Одеси, Херсон та Миколаїв. Експорт через західні сухопутні переходи був незначним, а його обсяги обмежувались внутрішніми потребами країн Євросоюзу.

Намагання українських експортерів зерна з початком військової агресії росії спрямувати вантажопотоки зернових та продуктів перемелу у напрямку західних сухопутних переходів та встановлення демпінгових цін призвели до введення Євросоюзом тимчасових заборон на експорт. Такі заборони спрямовані, перш за все на захист європейських аграріїв, що зіштовхнулися зі значним рівнем конкуренції з боку українських експортерів сільгосппродукції та намаганням її збуту безпосередньо в Європі, зокрема країнах Східної Європи. Так, виконавчий орган ЄС Європейська комісія, з 2 травня заборонила постачання пшениці, кукурудзи, ріпаку та насіння соняшнику з України до п'яти країн – Болгарії, Угорщини, Польщі, Румунії та Словаччини. Заборона діє до 5 червня. Слід відзначити, що транзит української сільськогосподарської продукції через перелічені вище країни дозволений. Таким чином, зернова продукція може бути реалізована в країнах Західної Європи чи за межами європейського континенту [4].

У зв'язку з цим та, зважаючи на обмеженість європейського ринку зерна, особливо гостро постало питання пошуку нових шляхів перевезення зернових вантажів на експорт саме через європейські морські порти і одним з можливих варіантів є перевалка зерна із сухопутного транспорту на морський у портах Європейського Союзу.

Морськими портами в Польщі, через які можлива організація транзиту українського зерна до традиційних ринків збуту є порти Гданськ, Гдиня, Щецин, у Румунії – порт Констанца. Морські порти у Північному морі розташовані на такій відстані від кордонів України, яка через високу вартість перевезення може нанести серйозної шкоди економіці експорту продукції.

У зв'язку з цим залишається актуальною про-

блема зменшення витрат протягом всього логістичного ланцюга доставки. Однією з найважливіших є ланка перетину кордону.

Слід відзначити, що після початку воєнних дій експортні вантажні потоки, що традиційно рухалися через морські порти, було спрямовано у напрямку західних сухопутних переходів, причому це стосується не тільки зернових вантажів. На фоні обмеженої пропускної здатності пунктів перестановки вагонів та перевантажувальних терміналів зросли черги із завантажених вагонів в очікуванні перетину кордону та виконання вантажних операцій.

Автомобільні перевезення з однієї сторони є у приведеному розрахунку більш дорогими у порівнянні із залізничними, з іншої – залежать від пропускної спроможності пунктів перетину кордону, яка теж виявилось недостатньою для підвищених обсягів вантажопотоків та пасажиропотоків.

### **Постановка завдання дослідження**

Одним із ефективних способів прискорення доставки зернових вантажів та зменшення її вартості є використання контрейлерних технологій. На території України на суміжних із східно-європейськими територіями є певна мережа залізничних колій шириною 1435 мм та суміщеної колії 1520-1435 мм. Це дає можливість організації мультимодальних залізнично-автомобільних перевезень. При цьому територією України зернові вантажі перевозяться автомобільним транспортом до пункту постановки автомобілів з напівпричепами чи напівприцепів на європейські залізничні платформи, та далі – територією Європи залізничним транспортом.

Завданням дослідження, результати якого наведені у даній статті, є аналіз використання можливих контрейлерних технологій, а саме варіантів перевантаження та використання вагонного парку для здійснення мультимодальних перевезень. Супутнім завданням є аналіз логістичних ризиків, що можуть призводити до збільшення вартості та терміну доставки вантажу в залежності від схеми доставки та вибору технології вантажних робіт.

### **Мета дослідження**

Підвищення ефективності мультимодального перевізного процесу зернових вантажів у міждержавному сполученні шляхом оцінки логістичних ризиків при виборі технології перетину Державного кордону України.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Розглядаючи внесок вітчизняних вчених у сфері організації перевезень зернових вантажів необхідно, в першу чергу, відзначити роль наукової школи Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та його правонаступника – Українського державного університету науки і технологій. Вченими згаданих вишів за останні роки опубліковано понад 100 робіт, присвячених тим чи іншим аспектам перевезень зернових вантажів залізничним транспортом.

Ці наукові праці присвячені широкому колу питань – новим технологіям перевезень зернових вантажів, конструкції вантажних механізмів та технології навантаження зерна у залізничні вагони на вузлових елеваторах, технології міжнародних перевезень тощо.

Так, у роботі [5] розглянуто перспективи використання технології транспортування зернових вантажів у контейнерах, проаналізовано проблеми, що виникають, і надано оцінку економічної ефективності залізничних контейнерних перевезень зерна у порівнянні з технологією його перевезення у вагонах-зерновозах. В сучасних умовах застосування наведеної технології на залізничному транспорті не дасть якогось помітного ефекту через неможливість обійти перевантажувальні прикордонні термінали чи пункти перестановки вагонів. Перевезення таких контейнерів автомобільним транспортом є неефективним через неповне використання вантажопідйомності контейнерів і черги на кордонах.

Роботи [6, 7] присвячені бімодальній технології перевезення зерна. Теоретичні дослідження існуючої структури парку вагонів-зерновозів, особливостей функціонування припортових залізничних станцій при організації перевезень зерна кільцевими маршрутами, а також оцінка можливості підвищення конкурентоспроможності бімодальних перевезень дозволили сформулювати певні висновки:

- бімодальні технології перевезення зерна є конкурентними на відстанях 200-500 км;
- застосування бімодальної технології у вказаному діапазоні відстаней дозволяє зменшити собівартість перевезень на 10-15 %;
- маршрутизація перевезень є ефективною за наявності рухомого складу та інфраструктури для формування маршрутів;
- ефективною є технологія формування маршрутів із бімодальних платформ з контейнерами на площадках у безпосередньому наближенні до зерносховищ виробників.

Однак можливість застосування бімодальної

технології в Україні в найближчій перспективі є досить сумнівною. З однієї сторони це потребуватиме значних інвестицій, з іншої – бімодальні напівпричепа не сертифіковані в Україні, що вимагає певного часу, крім того необхідно забезпечити дозволені в Україні навантаження на вісь при автомобільних перевезеннях.

Заслужують уваги дослідження, результати яких наведені в роботі [8]. Стаття присвячена створенню експортно-орієнтованої мережі елеваторів в Україні. Метою даної роботи є пошук шляхів підвищення ефективності експортних залізничних перевезень зернових вантажів в Україні за рахунок впровадження відправницької маршрутизації й концентрації навантаження зерна на вузлових елеваторах. На основі сучасного математичного апарату авторами розроблена методика вибору вузлових станцій та районів концентрації навантаження зернових вантажів на мережі залізниць України з урахуванням економічної ефективності процесу. Однак розглянуті напрямки перевезень базуються на традиційній технології експортування зерна – через морські порти, яка, як було сказано раніше, не може бути реалізована в даний час.

Як відомо, перші регулярні контрейлерні поїзди на українських залізницях були запущені ще в 2003 році. У довоєнний час АТ «Укрзалізниця» декларувала можливість здійснення контрейлерних перевезень у міжнародному сполученні двома поїздами – «Вікінг» (Литва – Білорусь – Україна – Болгарія/Молдова/Румунія/Грузія – Азербайджан) та «Ярослав» (Україна – Польща). Однак фактично контрейлерні перевезення на вказаних маршрутах не виконувалися. Причиною цього стала недосконалість технології перевізного процесу та висока вартість перевезень. Не дивлячись на те, що одним зі стратегічних напрямків Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [9] є розвиток ефективної конкурентоспроможної мультимодальної національної транспортної системи, саме контрейлерні перевезення як у внутрішніх, так у міждержавних сполученнях розвитку не отримали.

Таким чином, аналіз наукових джерел, присвячених проблемі перевезень зернових вантажів, показав, що не дивлячись на значну кількість робіт, присвячених цьому питанню, взаємозв'язок між вимогами інтеперабельності та трансграничними перевезеннями висвітлено недостатньо.

## Основний матеріал дослідження

### Правова база міжнародних контрейлерних перевезень.

Основоположним документом, що регламентує основні принципи комбінованих перевезень у країнах ЄС, є Директива 92/106/ЕЕС від 7 грудня 1992 року [10].

В Директиві [10], зокрема, вказано, що зростання внутрішнього ринку ЄС призводить до зростання обсягів перевезень та необхідності забезпечення оптимального управління транспортними ресурсами. Акцентовано увагу на проблемах перевантаження автодоріг, охороні навколишнього середовища та безпеці дорожнього руху і, як наслідок, потребі подальшого розвитку комбінованих перевезень у якості альтернативи автомобільним перевезенням.

Директивою [10] передбачене державне регулювання мультимодальних перевезень, наприклад, відшкодування податків на транспортні засоби, пропорційно відстані, яку вказані засоби долають за допомогою залізничного або автомобільного транспорту та звільнення автоперевізників від певної частини податків за участь у комбінованих перевезеннях.

В Україні перевезення контрейлерів у міжнародному сполученні здійснюються згідно з пунктом 16 розділу III Правил перевезень вантажів (додаток 1 до СМГС).

У рамках імплементації Директиви [10] в Україні прийнято Закон «Про мультимодальні перевезення» [11], а стаття 6 Закону узгоджена з Директивою [10].

### Основні схеми перетину кордону при перевезенні зернових вантажів Україна – ЄС.

Таким чином, перетин Державного кордону України завантаженими транспортними засобами можливий за наступними принциповими схемами:

- схема №1. Залізничні перевезення територією України до прикордонної станції з подальшою заміною візків 1520 мм на 1435 мм і подальше перевезення до пункту призначення в українських вагонах;

- схема №2. Залізничні перевезення територією України до прикордонного перевантажувального пункту з подальшим перевантаженням в європейські вагони і подальше перевезення до пункту призначення в європейських вагонах;

- схема №3. Автомобільні перевезення від пункту навантаження зерна в Україні до пункту призначення в Європі без перевантаження на шляху прямування;

- схема №4. Автомобільні перевезення від пу-

нкту навантаження зерна в Україні до прикордонного перевантажувального пункту з подальшим перевантаженням в європейські вагони і подальше перевезення до пункту призначення в європейських вагонах;

- схема №5. Автомобільні перевезення від пункту навантаження зерна в Україні до прикордонної станції, навантаження напівпричепів чи автопоїздів у повному складі на європейські залізничні платформи і подальше перевезення до пункту призначення в європейських вагонах.

### Аналіз основних схем перетину кордону при перевезенні зернових вантажів Україна – ЄС.

Схема №1 є найпростішою з точки зору організації перевізного процесу і однією з двох схем, що використовуються на даний час. Основними ризиками такої схеми перевезень є необхідність відбору вагонів з габаритом рухомого складу, який би дозволив їх пропуск європейськими залізницями та обмежена пропускна спроможність пунктів перестановки.

Наразі на українському ринку вагонів є певна пропозиція зерновозів моделі 19-752, з габаритом рухомого складу 1-ВМ, що може експлуатуватися на залізницях країн Євросоюзу, з конструкцією гальмової системи, що відповідає вимогам ЄС та адаптована до ведення в поїздах європейськими локомотивами. Існують також і пропозиції оригінальних вагонних візків колії 1435 мм серії Y25Ls, що повністю адаптовані для їх постановки під українські вагони.

Складніша ситуація з пунктами перестановки вагонів: зараз в експлуатації лише 4 такі пункти з сумарною добовою пропускною спроможністю близько 270 вагонів.

Схема №2 не потребує заміни візків. Одним із ризиків такої схеми є обмежена переробна спроможність перевантажувальних зернових терміналів, яка в сумі не перевищує 730 вагонів на добу або близько 15...16 млн т зерна на рік.

Однак необхідно враховувати і можливості приймаючої сторони. До ризиків транспортування зернових вантажів залізницями Євросоюзу необхідно віднести дефіцит поїзних локомотивів та вагонів зерновозів. Залізничні адміністрації країн Європи дуже важко переконувати у необхідності збільшення парку транспортних засобів.

Необхідно відзначити, що дана схема також використовується на теперішній час, але має слабкі перспективи до реального нарощування обсягів перевезень.

Схема №3 є найдорожчою за вартістю доста-

вки однієї тонни вантажу, причому саме при пересуванні автодорогами країн Євросоюзу вартість одиниці транспортної роботи значно вища, ніж в Україні. До ризиків використання такої схеми перевезень необхідно віднести важко прогнозовані простой при перетині кордону, пов'язані як з чергами, так і з акціями протесту з боку європейських фермерів, що спрямовані на захист власного ринку збуту зернових.

**Схема №4** пов'язана з ризиками, характерними для схеми №2, тобто навантажувальними можливостями прикордонних терміналів. Збільшення обсягів заводу вантажу на прикордонні зерносклади обмежуються максимально можливими обсягами відправлення зернових у європейських вагонах.

Використання **схеми №5** також пов'язане з ризиками, наведеними нижче.

Як відомо контрейлерна технологія може передбачати так звані «вертикальну» та «горизонтальну» схеми перевантаження. Перша з них потребує використання для вантажних операцій кранового устаткування і є досить сумнівною для впровадження в найближчому майбутньому через необхідність значних інвестицій в будівництво перевантажувальних терміналів та значного часу на реалізацію проекту. Супутніми проблемами є обмежена кількість вагонів з «кишенями» для встановлення коліс напівпричепів, так званих вагонів «rocket wagon». Деякі європейські виробники, наприклад французька компанія FLEISCHMANN на теперішній час припинили виробництво таких вагонів, наявна кількість вагонів недостатня для освоєння нових обсягів перевезення зерна.

В пункті призначення виникає ще одна проблема – потрібна додаткова кількість автомобільних тягачів для подавання напівпричепів під розвантаження та повернення їх до інтермодального терміналу.

Використання українських платформ для перевезення напівпричепів наражається на необхідність заміни візків, про що було сказано раніше.

Якщо розглядати контрейлерні технології з «горизонтальним» перевантаженням, то найбільш прийнятною з нашої точки зору є система Ro-La – скорочення від німецького терміну Rol-lende Landstrasse («шосе, що котиться»).

#### **Технічна характеристика контрейлерної системи Ro-La.**

Система Ro-La базується на використанні спеціалізованих восьмиосних платформ з низьким рівнем підлоги Saadkms (рис. 1). Поїзд складається із однотипних залізничних платформ, які утворюють суцільний настил, висота якого від головок рейок становить для різних конструкцій 300...450 мм. Основні технічні характеристики платформ Saadkms наведено в табл.1.

Таблиця 1

#### **Основні параметри платформи Saadkms**

Параметр	Значення
Довжина вагону між осями зчепів, мм	190000
Ширина кузова, мм	2 520
Висота платформи, мм,	310
Вантажопідйомність, т	44
Маса тари вагону, не більше, т	18,5
Кількість осей	8
Діаметр коліс, мм	370
Конструкційна швидкість, км/год	160
Строк служби, років	30

Автопоїзди своїм ходом заїжджають на поїзд та закріплюються. Водії під час руху поїзда знаходяться в пасажирському вагоні, включеному в состав поїзда. Заїзд автомобілів на платформи при завантаженні здійснюється з однієї сторони составу, а з'їзд при розвантаженні – з іншої.



Рис. 1. Зовнішній вигляд вагону Saadkms

**Основні параметри пасажирського вагону супроводження моделі 305Ad2**

Параметр	Значення
Довжина вагону між буферами, мм	26 400
Ширина кузова, мм	2824
База вагону, мм,	19 000
Габарит	UIC
Маса тари вагону, не більше, т	60,5
Кількість місць для пасажирів, шт.	30
Кількість купе для пасажирів, шт.	10
Кількість службових купе, шт.	1
Кількість купе відпочинку провідників, шт.	1

Під час вантажних операцій використовуються пересувні рампи, які можуть бути встановлені вилочними автонавантажувачами. Саме використання вагонів з низьким рівнем підлоги, утворення суцільного настилу для проїзду автомобілів та пересувні рампи є ключовими технологічними рішеннями. Навантажувально-розвантажувальні роботи на європейських залізницях здійснюються за принципом FIFO (First In First Out), тобто перший завантажений на поїзд автомобіль першим розвантажувється на терміналі призначення.

До автомобілів також висуваються габаритні обмеження для дотримання габариту навантаження європейських залізниць. Повна висота автопоїзда не повинна перевищувати 4000 мм, ширина – 2600 мм, а довжина – 18750 мм.

У якості вагону для проїзду водіїв автомобілів може бути обраний спальний вагон моделі 305Ad2, що будується в Польщі.

Вказаний вагон призначений для внутрішнього і міжнародного сполучення коліями 1435 і 1520 мм зі швидкостями 200 і 160 км/год відповідно. Основні параметри вагону наведено в табл. 2.

Таким чином кількість платформ у складі контейнерного поїзда може бути обмежена кількістю спальних місць у вагоні супроводження, довжиною складу чи силою тяги поїзного локомотива в сукупності з профілем колій за маршрутом слідування.

Існуючі на європейських залізницях термінали Ro-La розташовуються, як правило, з примиканням навантажувально-розвантажувальної колії до головної колії, мають зручні автомобільні під'їзди та оснащені стоянками для транспортних засобів, які очікують навантаження.

Кількість вагонів у складі контейнерних поїздів, що експлуатуються на залізницях ЄС, не перевищує, як правило, 20-22 вагонів. Така кількість вагонів відповідає кількості спальних місць за умови розташування в купе двох осіб, довжина поїзда не перевищує довжину приймально-відправних колій, маса поїзда дозволяє у більшості випадків використовувати один поїзний односекційний шестивісний локомотив.

Принципова схема терміналу Ro-La [12] наведена на рис. 2.

Однією із суттєвих переваг контейнерної технології Ro-La є скорочення терміну доставки вантажів шляхом суміщення відпочинку водія з перевезенням автопоїзда залізницею.

#### Загальний опис контейнерного маршруту та коротка історична довідка.

Далі наведено один з можливих варіантів перевезення зернових вантажів до польського морського порту Гданськ. При цьому розглядається наступна схема перевезення.

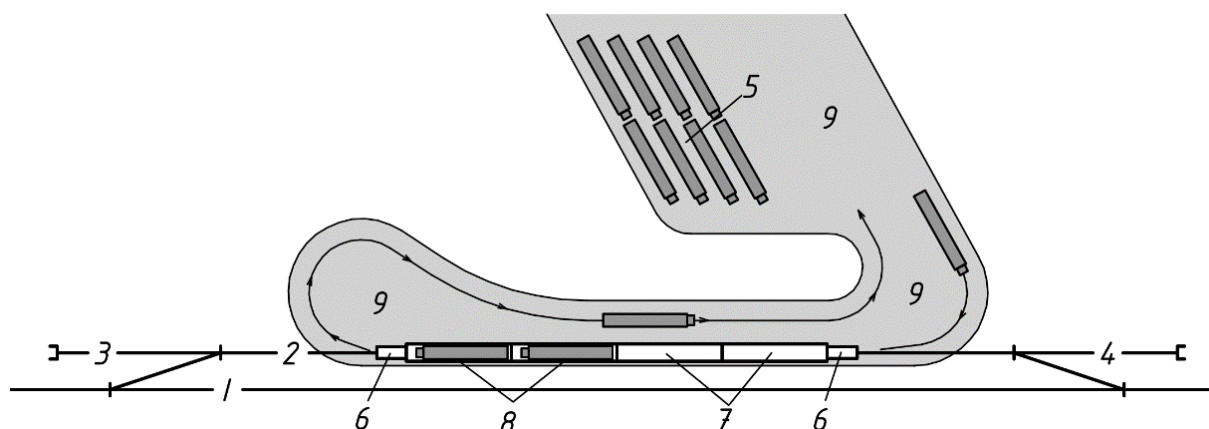


Рис. 2. Термінал Ro-La

1 – головна колія; 2 – навантажувально-розвантажувальна колія; 3, 4 – тупикові колії відстою поїзного локомотива з пасажирським вагоном для водіїв; 5 – стоянка автопоїздів, що очікують вантажні операції; 6 – торцева рампа; 7 – порожні платформи; 8 – завантажені платформи; 9 – автомобільні проїзди

Зернові вантажі автомобільним транспортом доставляються до міста Хирів Самбірського району Львівської області – парку Хирів-Посада залізничної станції Хирів Регіональної філії «Львівська залізниця», де буде здійснюватися завантаження автопоїздів на залізничні платформи контейнерного поїзда.

Прикордонний і митний контроль буде проводитися під час завантаження митним постом і пунктом пропуску через державний кордон «Хирів», що саме і розташований у парку Хирів-Посада.

На станції Нижанковичі Регіональної філії «Львівська залізниця», що розташована у безпосередній близькості до кордону з Республікою Польща, необхідно передбачити зупинку поїзда для проведення огляду прикордонною службою перед перетином кордону. На станції Перемишль-Баконьчице Польських державних залізниць (РКР), яка є першою залізничною станцією після перетину поїздом кордону, буде проводитися прикордонний і митний контроль відповідними службами республіки Польща й далі поїзд буде слідувати до порту Гданськ за маршрутом, розробка якого не входить в обсяг даного дослідження.

Станція Перемишль-Баконьчице введена в експлуатацію в 1872 році, в теперішній час виконує функцію бази відстою пасажирських вагонів поїздів РКР Intersity. На станції розташоване локомотивне депо, в якому виконуються контрольні технічні обслуговування вантажних та пасажирських локомотивів.

Залізничні станції Нижанковичі та Хирів побудовані в 1872 році у ході будівництва Першої Угорсько-Галицької залізниці, яка з'єднувала польське місто Перемишль з містом Хирів і далі, через залізничну станцію Старжава Регіональної

філії «Львівська залізниця», Лупківський перевал з Угорщиною.

### Загальна характеристика станції Хирів та прилеглих до станції підходів.

Загальна схема взаємного розташування станції Хирів, підходів та прикордонних переходів наведена на рис. 3.

На ділянці довжиною 13 км від станції Баконьчице до станції Нижанковичі укладена колія 1435 мм, на ділянці Нижанковичі – Хирів довжиною 24 км укладена суміщена чотирьохрейкова колія 1520 – 1435 мм. В парку Хирів-Посада укладено одну суміщену колію і по дві колії шириною 1435 та 1520 мм. Між парками Хирів-Посада та Хирів укладено дві головні з'єднувальні колії шириною 1435 та 1520 мм.

В парку Хирів укладено одну суміщену, дві колії шириною 1435 мм і три колії шириною 1520 мм. Від парку Хирів у бік Державного кордону до станції Старжава укладено суміщену чотирьохрейкову колію.

У безпосередній близькості від початку маршруту – станції Хирів – розташовані митний термінал Перемишль і залізничний пункт пропуску Перемишль, а також митний пункт і залізничний пункт пропуску Хирів, що дозволить проводити митне оформлення вантажів та прикордонний огляд.

Таким чином, наявна залізнична інфраструктура дозволяє приймати контейнерні поїзди зі станції Перемишль-Баконьчице Польських державних залізниць у парк Хирів-Посада, здійснювати навантажувально-розвантажувальні операції та відправляти поїзди у зворотному напрямку у бік станції Баконьчице.

До парків Хирів і Хирів-Посада примикають підходи зі станції Самбір Регіональної філії «Львівська залізниця».

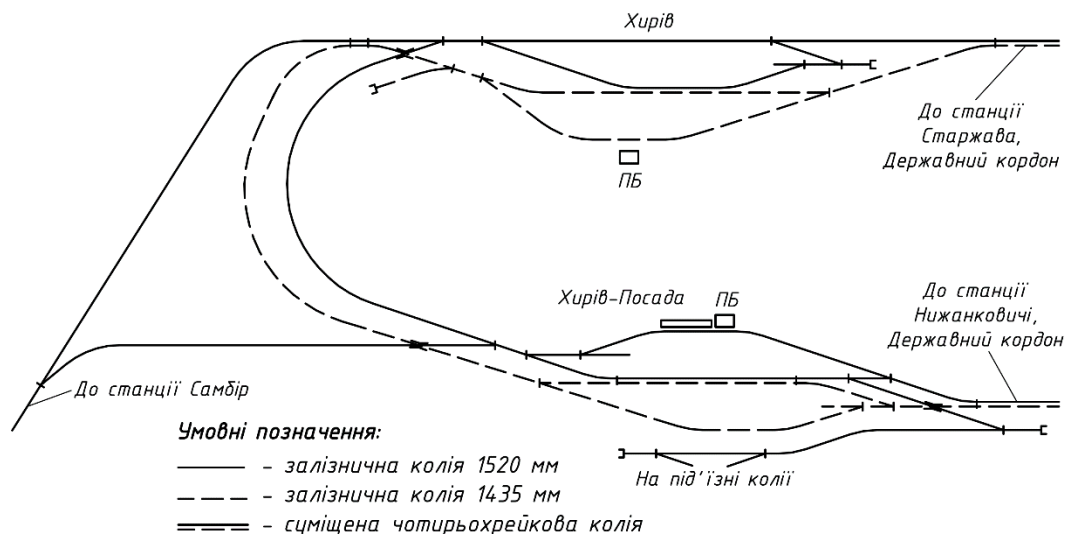


Рис. 3. Схема станції Хирів та прилеглих підходів

Станція Хирів та прилеглі ділянки в даний час являються малодіяльними і обслуговуються тепловозною тягою. Вантажний та пасажирський рух здійснюється нерегулярно та епізодично.

У той же час організація на станції контрейлерного терміналу дозволить з мінімальними

витратами забезпечувати як вантажні операції, так і перетин Державного кордону контрейлерними поїздами.

### Розробка технології роботи контрейлерного терміналу Ro-La на станції Хирів.

Схема парку Хирів-Посада станції Хирів наведена на рис. 4.

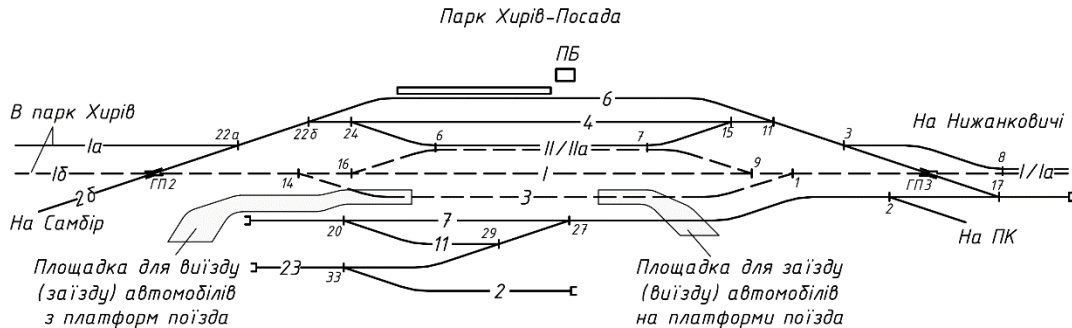


Рис. 4. Схема колійного розвитку парку Хирів-Посада

Контрейлерний поїзд системи Ro-La формується з постановкою пасажирського вагону супроводження в голові складу за поїзним локомотивом. В залежності від особливостей маршруту до поїзда можуть бути висунуті вимоги по постановці автомобілів напівпричепом у напрямку руху.

Прийом контрейлерного поїзда доцільно організувати на колію №3 для забезпечення найзручнішого з'їзду та заїзду автопоїздів. Для цього необхідно підготувати дві площадки в одному рівні з головкою рейки, мінімальна відстань між якими має бути не більша, ніж довжина поїзда. Для постановки пересувних рампи достатньо мати один автотранспортувач, що буде переміщувати рампи спочатку в голові чи хвості поїзда у залежності від схеми розстановки автомобілів.

Слід також забезпечити постановку поїзда для виїзду та заїзду автомобілів на прямій ділянці колії.

Окрім цього на прилеглій до станції території необхідно відповідно облаштувати зону відстою автомобілів в очікуванні митних та прикордонних операцій та в очікуванні прибуття поїзда.

Для підвищення ефективності перевізного процесу рух поїздів необхідно здійснювати за графіком з плануванням підведення автомобілів для навантаження на контрейлерний поїзд.

Послідовність технологічних операцій з обробки контрейлерного поїзда на станції Хирів наступна.

Після прибуття, встановлення та закріплення поїзда поїзний локомотив виїздить з колії разом з пасажирським вагоном на колію №1б і осаджує

вагон на колію №1а суміщеної чотирьохрейкової колії.

В цей час в залежності від схеми встановлення автомобілів на вагонах встановлюється рампа в голові чи хвості поїзда для виїзду автомобілів, а потім з іншої сторони складу для заїзду автомобілів.

Поїзний локомотив по головній колії №1 переставляється через горловину з боку станції Нижанковичі на колію №1а, де знаходиться пасажирський вагон супроводження.

По завершенню вантажних операцій рампи прибираються з колії, а під склад подається поїзний локомотив з пасажирським вагоном через головну суміщену чотирьохрейкову колію №1а.

Передбачається, що митні операції з автомобілями будуть здійснюватися до навантаження автомобілів на поїзд та після вивантаження автомобілів, що прибули.

Відправлення поїзда виконується після вантажних операцій, закріплення автомобілів, технічного обслуговування та комерційного огляду складу і випробування автогальм.

### Визначення маси складу контрейлерного поїзда.

Маса складу поїзда визначається за формулою:

$$Q = n_{пл} (T_{пл} + P_{пл}) + T_{пас}, \quad (1)$$

де  $n_{пл}$  – кількість платформ у поїзді, прийнято 20 платформ;

$T_{пл}$  – маса тари платформи, т;

$P_{пл}$  – вантажопідйомність платформи, т;

$T_{пас}$  – маса тари пасажирського вагону супроводження, т.



Для напрямку Україна – ЄС маса составу становитиме

$$Q = 20 \cdot (18,5 + 44) + 60,5 = 1311 \text{ т.}$$

Отриманий результат підтверджує можливість перевезення автопоїздів одним шестівісним локомотивом контрейлерного поїзда системи Ro-La між станцією Хирів та морським портом Гданськ.

### Висновки

В результаті виконаних досліджень логістичних ризиків перевезення зернових вантажів з України до порту Гданськ на польському узбережжі Балтійського моря отримано наступні висновки.

1. У якості кінцевої станції контрейлерного маршруту на території України може бути обрана станція Хирів Регіональної філії «Львівська залізниця», що має зв'язок з Польськими державними залізницями колією шириною 1435 мм.

2. З точки зору мінімальних капітальних вкладень на кінцевій станції маршруту доцільно обрати систему контрейлерних перевезень Ro-La. При цьому необхідно обладнати площадку відстою автомобілів в очікуванні виконання митних та прикордонних операцій і прибуття поїзда. Для виконання вантажних операцій слід на колії №3 парку Хирів-Посада обладнати площадки в одному рівні з головою рейки, придбати один автонавантажувач та дві пересувні рами.

3. Состав контрейлерного поїзда складається з 20-ти спеціалізованих платформ та одного пасажирського вагону супроводження. Маса составу становить 1311 т. Між станціями Хирів та Перемишль-Баконьчице для тяги пропонується використовувати односекційний тепловоз ST44, що є польською модифікацією тепловоза М62.

4. Вантажні операції на кінцевій станції контрейлерного маршруту Хирів та графік руху поїздів слід здійснювати за графіком.

5. Режим роботи поїзного локомотива Польських державних залізниць повинен забезпечувати перевезення поїзда від станції Перемишль-Баконьчице до станції Хирів і в зворотному напрямку з урахуванням вантажних, митних та прикордонних операцій за проміжок часу, що не перевищує тривалість неперервної роботи локомотивної бригади.

### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Свобода Р. Тимчасова заборона ЄС на експорт з України чотирьох видів агропродукції набрала чинності. *Радіо Свобода*. URL:

<https://www.radiosvoboda.org/a/news-zaborona-exportu-agroprodukciji-es/32389624.html>

2. Україна знизилася експорт зерна на 10,8% до 40,6 млн тонн з початку 2022/2023. *Agravery.com – аграрне інформаційне агентство*. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/ukraina-znizila-eksport-zerna-na-108-do-406-mln-tonn-z-pocatku-20222023>.

3. Ukrinform. Збитки України від простою суден у чергах «зернового коридору» перевищили \$1 мільярд - УЗА. *Укрінформ - актуальні новини України та світу*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3713909-zbitki-ukraini-vid-prostou-suden-u-čergah-zernovogo-koridoru-perevisili-1-milard-uz.html>

4. Ukrinform. Попри заяви Росії зернова ініціатива повноцінно не працює - ЗМІ. *Укрінформ - актуальні новини України та світу*. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3714765-popri-zaavi-rosii-zernova-iniciativa-povnocinno-ne-pracue-zmi.html>

5. Перспективи експортних перевезень зернових вантажів у контейнерах / Р. В. Вернигора та ін. *Транспортні системи і технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпров. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. 2018. № 16. С. 22–30.

6. Совершенствование зерновой логистики за счет внедрения бимодальных технологий / С. В. Мямлин та ін. *Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна*. 2017. № 17. С. 69–77.

7. Коробйова Р. Г., Рустамов Р. Ш., Гревцов С. В. Внедрение бимодальных технологий перевозки зерновых грузов в Украине. *Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. Лазаряна*. 2015. № 9. С. 29–34.

8. Kozachenko D., Vernigora R., Rustamov R. Creation of Export-Oriented Network of Grain Elevators in Ukraine. *Наука та прогрес транспорту*. 2017. No. 2 (68). P. 56–70.

9. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р : станом на 7 квіт. 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text>

10. Directive 92/106/EEC. *Lexpacency.org*. URL: <https://lexpacency.org/eu/31992L0106/>

11. Про мультимодальні перевезення : Закон України від 17.11.2021 р. № 1887-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20#Text>

12. Вісницький Б. Аналіз роботи терміналу комбінованих перевезень. Бидгощ : Фонд Європ. регіон. розвитку, 2020. 73 с.

Надійшла до редколегії 09.06.2023.

Прийнята до друку 20.06.2023.

## **ANALYSIS OF LOGISTIC RISKS OF TRANSPORTATION OF GRAIN GROUP LOADS TO EUROPEAN PORTS USING PIGGYBACK TECHNOLOGY**

**Purpose.** Since the beginning of Russia's full-scale aggression against Ukraine, our state has lost the existing established routes for the export of grain cargoes. The export of grain and grinding products was based on the delivery of grain by land transport and, in small volumes, by river transport to seaports with subsequent transshipment to sea transport. The traditional sales markets for Ukrainian grain and grinding products are Asia, Africa and the Middle East. The limitation of the European grain market requires the search for new ways of delivering grain cargoes to sales markets. The Polish ports of Gdansk, Gdynia, Szczecin and the Romanian port of Constanta are being considered as alternative seaports for the transshipment of grain cargoes. Against the background of the problems of crossing the border by rail and road transport and the need to minimize transport and logistic costs, the task of finding alternative transportation options with the minimum duration of border crossing arises, and one of the options is the use of piggyback transportation technology. The purpose of the study is the estimation of the logistic risks of using piggyback technology to improve the efficiency of the multimodal process of grain cargo transportation. **Methods.** A comprehensive analysis of the technical equipment and work technology of railway transport in interaction with road transport, the infrastructure of border crossings and the technology of crossing them during cargo transportation, statistical analysis. **The results.** On the basis of the analysis of the main schemes of crossing the border during the transportation of grain cargoes and the logistic risks that arise, the following scheme was chosen. Grain is delivered by road to the Khyriv railway station, which is connected by a combined track of 1435-1520 mm, and there are also tracks with a width of 1435 mm, and where road trains are loaded onto the platforms of the Ro-La system piggyback train. Further transportation is carried out by rail transport to the port without overloading and changing carts. The time of transportation of road trains can be combined with the driver's rest in accordance with the working mode of the tachograph. **Practical significance.** The organization of a loading point for road trains on railway platforms of the Ro-La system at the Khyriv station of regional branch of «Lviv Railway» will allow to speed up the delivery of grain cargoes from Ukraine to one of the ports of the Black or Baltic Seas and reduce the overall logistic costs.

*Keywords:* grain, change of carts, transshipment, multimodal transportation, piggyback trains, Ro-La system, sea port, border crossing.