

УДК 656.223: 629.463

Д. В. ЛОМОТЬКО^{1*}, В. М. ІЛЬЧИШИН^{2*}, Г. М. АФАНАСОВ^{3*}, О. Ф. АФАНАСОВА^{4*}

^{1*} Каф. «Транспортні системи та логістика», Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, 61050, м. Харків, Україна, тел. +38 (067)5760661, ел. пошта den@kart.edu.ua, ORCID 0000-0002-7624-2925

^{2*} Каф. "Залізничний транспорт", Інститут механічної інженерії та транспорту Національного університету «Львівська політехніка» вул. Іванни Блажкевич, 12а, 79052, м. Львів, +38(067)3100200, ел. пошта Vasyl.M.Ichyshyn@lpnu.ua, ORCID 0009-0001-1207-6825

^{3*} Каф. «Машинобудування та технічний сервіс машин», Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, 61050, м. Харків, Україна, тел. +38(066)4524039, ел. пошта afanasov.gm@gmail.com, ORCID 0000-0003-1730-1785

^{4*} Каф. «Транспортні системи та логістика», Український державний університет залізничного транспорту, майдан Фейєрбаха, 7, 61050, м. Харків, Україна, тел. +38(063)2344943, ел. пошта afanasova_olya@ukr.net, ORCID 0000-0003-4921-6534

ВПЛИВ ЛОГІСТИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ НА ЗБЕРІГАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ЗЕРНА В УКРАЇНІ

Мета. Аналіз впливу логістичної складової на зберігання та транспортування зерна в Україні з урахуванням сучасних викликів у галузі. Дослідження процесів у системі зберігання зерна та зернової логістики, визначити фактори, що безпосередньо впливають на зерновий сектор та запропонувати стратегічні напрямки розвитку галузі. **Методика.** Проведено аналіз проблем, таких як нерівномірний розподіл елеваторних потужностей та блокада морських портів. Використано оптимізаційні математичні моделі для оцінки рентабельності логістичних систем і методи оптимізації для запропонування стратегічних рішень. **Результати.** Виявлено основні проблеми, з якими стикається зерновий сектор України, а саме: недостатня кількість елеваторів, енергетичні дефіцити, блокада морських портів. Внаслідок війни виникли суттєві зміни в зернових потоках, які спричинили нові тенденції в аграрному секторі, зокрема у вирощуванні, зберіганні та зовнішньоекономічних поставках зерна. З огляду на обмежену кількість елеваторів, встановлено необхідність розвитку інфраструктури з використанням контейнерів для транспортування зерна. Перевезення вантажів у контейнерах є загальносвітовим трендом при транспортуванні широкої номенклатури товарів. Кількість та обсяги контейнерних перевезень всіма видами транспорту вже декілька років постійно зростає. Удосконалення логістичних технологій і рішень дозволить забезпечити перевезення вантажів у контейнерах та контейнерними поїздами більш швидко доставку з меншою кількістю технологічних операцій безпосередньо із вантажем. Це дозволяє мінімізувати ризики, що пов'язані із збереженням всіх споживчих властивостей вантажу під час транспортування, а також забезпечити високий рівень інтероперабельності різних видів транспорту. Описані методи завантаження контейнерів та обладнання елеваторів для роботи з ними. Проаналізовано переваги та недоліки різних типів зерновантажувачів. А також оцінено масштаб елеваторних втрат у прифронтових областях. **Наукова новизна.** Наукова новизна полягає в тому, що розроблена оптимізаційна математична модель для оцінки рентабельності логістичної системи, що є новим підходом до підвищення ефективності транспортування та конкурентоспроможності експорту зерна. Досліджено необхідність створення єдиного інформаційного середовища, що сприятиме більш злагодженій та прозорій взаємодії всіх учасників логістичного ланцюга та отримає подальший розвиток, який в кінцевому результаті підвищить якість і конкурентоспроможність українського зерна на світовому ринку. **Практична значимість.** Запропоновано модернізацію застарілих існуючих елеваторів, з метою підвищення енергоефективності, впровадження автоматизації та оптимізації транспортування зерна залізницею.

Ключові слова: контейнерні перевезення, залізничні перевезення, маршрутизація, ланцюг поставок, експорт зерна, логістичні технології, елеватори, зерно

Вступ

Дослідження поточного стану та питань пов'язаних з функціонуванням систем зберігання зерна, як важливої ланки логістичного ланцюга перевезення зерна до морських та прикордонних портів на експорт є доволі значущим. Враховуючи постійне зростання виробництва та експорту зерна, потреба та достатність зерно-

ховищ, а також їх техніко-технологічне оснащення є одними з найактуальніших питань економіки України. Ключовим елементом логістики зернової галузі є елеватори. Зернові елеватори використовуються для збереження великої кількості пшениці та аналогічних культур, що робить їх універсальним рішенням для обробки зерна. Порівняно зі звичайними сховищами ці

приміщення розрізняються розширеною функціональністю. Окрім складів та резервуарів, вони можуть включати устаткування для оброблення, переробки та підготовки врожаю для довготривалого зберігання, до того ж здатні перенавантажувати з одного виду перевезень на інший (найчастіше, з автотранспорту на залізницю) [1].

Логістика зернових вантажів у всі часи знаходилась на першому плані сільськогосподарського ринку України. Військові дії загострили та підкреслили галузеві проблеми, такі як неоднорідне розподілення елеваторних потужностей за регіонами, нерозвиненість сухопутних перевезень та недооцінювання можливостей малих морських портів. Війна призвела до недотримання звичних зернових потоків та зумовило появу нових тенденцій вирощування, зберігання та зовнішньоекономічних поставок зерна, а саме:

- переміщення в західному напрямку виробництва. Наростаюча частка виробництва зернових і олійних сільськогосподарських культур в центральній та західній областях спонукає розвиток проектів зведення нових та розширення діючих елеваторів [2].

- обмежена кількість існуючих елеваторів, дефіцит електроенергії і коливання енергозабезпечення сприяють застосуванню нових підходів до схоронності та осушення зерна.

- транспортування зерна альтернативними способами стало більш затребуваним серед українських елеваторів через блокування морських портів, а саме в спеціалізованих зернових контейнерах або контейнерах, за допомогою багаторазових вкладишів із полімерного матеріалу, який повторює контур залізничного контейнера, напіввагонами з м'якими контейнерами MAXI BAG [3] або із застосуванням розкритого вкладишу з накидкою.

Постановка завдання дослідження

Для роботи з контейнерами потрібно врахувати достатньо багато факторів, таких як розмір території елеватора, колійна розв'язка, як обладнані штатні вагоно- і автонавантажувальні майданчики, наявність залізничних ваг та маневрового тепловоза та багато іншого. При будівництві елеватора в першу чергу необхідно вирішити, яким чином буде здійснюватися навантаження контейнерів. Якщо на фітінгових платформах без зняття, тоді необхідно забезпечити доставку контейнерів з доступом до дверей контейнера. Якщо є можливість на елеваторі здійснювати роботи із завантаження і розвантаження

контейнерів з залізничних платформ, тоді необхідний автомобільний або козловий кран, вантажопідйомністю не менше ніж 32 тонни, або навіть окремий контейнерний майданчик, який має доступ до залізничної гілки, де зможе працювати контейнерний навантажувач – річстакер (reach stacker) (рис. 1). Він використовується для обробки всіх типів контейнерів, включаючи рефрижераторні, здатен оброблювати контейнери та причепи і проводити вантажно-розвантажувальні роботи за різних умов: від портів до важкої промисловості. Організація роботи такого контейнерного майданчика безпосередньо в самому елеваторі дозволяє не завантажувати під'їзну дорогу для завантаження контейнерів і не перешкоджає використанню його для завантаження вагонів. У цьому випадку контейнери можна завантажувати на звичайних автотранспортних вантажних пунктах, а контейнери зважувати на автомобільних вагах.

Для того щоб почати завантажувати контейнери на елеваторі, необхідно:

1. Відкрити свою залізничну станцію для роботи з контейнерами.

2. Придбати зернонавантажувач горизонтального завантаження зерна в контейнери. Вони можуть бути двох типів: пневматичні та зернометальники (шнекові, вакуумні, скребкові).

3. Визначитися з методом зважування завантаженого зерна в контейнер через залізничні ваги, або шляхом зважування зерна в автотранспорті на автомобільних вагах перед завантаженням.

4. Забезпечити себе постачанням матеріалів для виготовлення торцевого щита, при горизонтальному навантаженні контейнера.

Зернометальник – сільськогосподарська машина, призначена для перекидання, завантаження зерна в автомобілі, залізничні вагони, контейнери та інше, формування та пересипання буртів зерна на елеваторах, зернових сховищах. Головними перевагами є невелика вартість, простота використання та в ремонті, оптимальне споживання електроенергії. З можливих недоліків, порівняно з пневматичним навантажувачем, необхідно забезпечити постійну подачу зерна (на елеваторах це забезпечується за рахунок стандартної верхньої подачі) і необхідність постійного контролю процесу завантаження для уникнення «мертвих» зон завантаження.

Пневматичні навантажувачі дорожчі, транспортування зерна здійснюється за допомогою обладнання, здатного нагнітати повітря, що призводить до зменшення механічного впливу на зернові культури. Тому коефіцієнт бракованого

(пошкодженого) зерна значно зменшується, якщо слідкувати за обраними налаштуваннями. Також перевагою пневматичних навантажувачів є можливість дещо підсушити культуру в процесі доставки.

Є і більш дорогий варіант обладнання, такий як перекидач контейнерів, що використовується для вертикального завантаження зерна в контейнери, з верхньої подачі зерна. Але для такого

варіанту однозначно знадобиться спеціально обладнана площадка та техніка для зняття контейнерів з залізничних платформ з подальшою постановкою назад завантаженими – той же річстакер або козловий кран. Такий варіант дозволить забезпечити повну та 100 % максимальну завантаження зерна в контейнер відповідно до його вантажопідйомності (рис. 1).



Рис. 1 – Устаткування для вантажно-розвантажувальних операцій із контейнерами:

- а) контейнерний навантажувач – річстакер (reach stacker);
- б) зернометач;
- в) пневматичний навантажувач;
- г) опрокидувач контейнерів, для завантаження зерна.

Мета дослідження

Особливо актуальним останні роки є питання перевезення українського зерна за кордон і, дуже важливим є пошук продуктивних транспортно-логістичних схем експорту зернових по західним сухопутним переходам з подальшим виходом до балтійського або чорноморського морського порту. Та враховуючи постійне зростання виробництва та експорту зерна існує потреба та достатність зерносховищ, а також їх техніко-технологічного оснащення. Метою дослідження є аналіз впливу особливостей технології виконання логістичних операцій на формування ланцюга постачання зернових вантажів в Україні з урахуванням факторів нерівномірного розподілу елеваторних потужностей, обмеженої пропускної спроможності залізничного транспорту під час блокади морських портів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій вітчизняних та зарубіжних науковців глибоко опрацювали теоретично та практично основи удосконалення української елеваторної інфраструктури. Принципи та проблеми розвитку систем зберігання та транспортування зерна, послуги лінійних елеваторів та їх взаємодія з залізницею України розглядалися у працях М. І. Березового, Т. В. Бутько, В. М. Запари, О. В. Лаврухіна, Д. В. Арсененка, Р. В. Вернигори, Р. Ш. Рустамова, Д. М. Козаченка та ін. У той же час, відзначаючи наукові внески вчених у розгляді даної проблематики, необхідно відзначити, що особливо зараз, під час військового стану, виникають питання, які вимагають необхідність подальшого дослідження та пошук шляхів їх розв'язання. Постійно зростає обсяг перевезення зернових вантажів у контейнерах [4, 8], а

можливість навантаження зерна в контейнери саме на вузлових елеваторах сприятиме ефективному експорту. Тільки за результатами 10 місяців 2024 року транспортування вантажу в контейнері Укрзалізницею складають 219 тис. 271 TEU, з яких 40 % займає зерно, що перевозиться у контейнерах.

Стаціонарна потужність сертифікованих в Україні елеваторів досягає приблизно 45-50 млн. тонн, а враховуючи врожай в 100 млн. тонн дефіцит елеваторів складає більше 50%. Більше того, навіть існуючих елеваторів 65-70 % – наразі морально і технічно зношені зернові

склади, спадщина радянського періоду, котре не задовольняє новітнім умовам зберігання, продуктивності прийому і відвантаження зернових вантажів тощо. Україна володіла до початку військових дій зерносховищ для розміщення мінімум 58 млн. тонн. Аналіз Conflict Observatory визначив, що станом від 15 вересня 2022 року понад 15 % зерносховищ країни були втрачені або пошкоджені (рис. 2), [5], що вздовж лінії фронту становить 3,1 млн. тонн. Conflict Observatory завдяки супутниковим даним досліджувала сектори за 120 км від фронту. А з 1399 існуючих зерносховищ уважно обстежені були лише 344 [6].

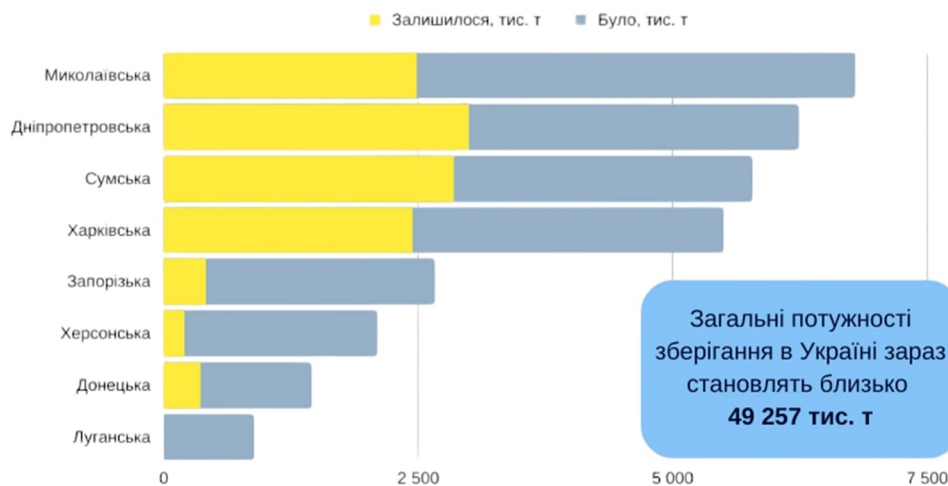


Рис. 2. Елеваторні втрати України через війну на червень 2023 року

Втім, зернова підприємницька діяльність не припиняє відновлюватися, розвивати існуючі потужності та будуються нові. Насамперед, потрібно приступити до масштабної модернізації радянських елеваторів, які давно вже застаріли. Важливо покращити енергоефективність, використовуючи альтернативні енергоносії та підвищити пропускну спроможність [7]. Окрім цього, слід впровадити автоматизацію роботи елеваторів, оптимізувати перевезення зерна залізничним транспортом від лінійних елеваторів до портів, а також запровадити системи лояльності для відправників вантажу, які будуть максимально прозорі. Такі заходи підвищать рівень конкурентоспроможності елеваторів та привабливими для виробників товарів.

Основний матеріал дослідження

Формування системи транспортно - експедиційного обслуговування залізницями при перевезенні зернових вантажів для Укрзалізниці є пріоритетним напрямом для зміцнення позицій в цьому сегменті ринку транспортних послуг.

Використання сучасних технологій доставки зернових вантажів «від дверей до дверей» і

«точно в строк» з високою швидкістю є запорукою високого рівня конкурентоспроможності залізниць. Але через несвоєчасне подавання порожніх вагонів, нерівномірність у постачанні вантажів, відсутності гнучкої інформаційної системи та системи електронного документообігу виробничі потужності, прирейкові склади та устаткування під'їзних колій підприємств використовується із великою часткою непродуктивних простоїв. Тому саме зараз перед залізницями постає актуальна задача формування гнучкої технології транспортно-експедиційного обслуговування залізницями при перевезенні зернових вантажів. Ця технологія повинна враховувати термін доставки зернового вантажу, рівень його схоронності та умови зберігання, зручність та своєчасність виконання усіх операцій у процесі транспортування. Ефективність перевезення у даному випадку можливо оцінити тільки за допомогою спеціальних комплексних критеріїв.

У межах транспортно-експедиційного обслуговування при перевезенні зернових вантажів залізниця виконує додаткові технологічні операції, які безпосередньо не пов'язані із перевезенням, але підвищують рівень привабливості

перевізника. Таким чином виникли задачі, що пов'язані із реалізацією логістичних принципів в процесі перевезень зернових вантажів та із удосконалення технології вантажної і комерційної роботи [8].

Структура ринку залізничних перевезень зернових вантажів визначається різними елементами: інфраструктурою залізниць, замовниками і споживачами транспортних послуг, транспортними та експедиторськими організаціями, наявністю під'їзних колій та розвитком інформаційно-керуючих систем тощо [9].

Розглянемо транспортну систему Φ , яка складається з N зернопереробних підприємств, що мають під'їзні колії. Кожна під'їзна колія обслуговується логістичною структурою, яка виконує транспортно-експедиційні операції. Кожна така логістична структура (це може бути перевізник або логістичний оператор, у подальшому загальну їх множину в системі позначимо через S) є часткою єдиного логістичного ланцюга за допомогою якого здійснюється доставка зернового вантажу до отримувача або до міждержавного пункту переходу. Виходячи з логістичного принципу максимізації результату діяльності ланцюга в цілому (а не окремих його складових) цільовими є показники, що характеризують саме технологію здійснення транспортно-експедиційного обслуговування незалежно від підпорядкованості логістичних операторів. Передбачається, що логістичний оператор здійснює обслуговуванням клієнтів на під'їзних коліях та за участю залізниці, як основного перевізника. Найбільш вагомим для транспортної системи вважається результат її діяльності у вигляді фінансових показників [7], тому пропонується здійснити формування раціональної системи доставки зернових вантажів за критерієм максимізації загального прибутку у транспортній системі Φ .

Транспортна система Φ представляє розгалужену транспортну мережу, що з'єднує зернопереробні підприємства з підприємствами – вантажоодержувачами та складається з множин Y та U . Множина $Y := \{1, \dots, y\}$ є множиною районів обслуговування, де вантажовідправник має можливість здійснити на під'їзній колії відправку зернового вантажу за допомогою логістичного оператора S_y . Множина U являє набір (i, j) зв'язків між районами обслуговування Y . Кожному зв'язку U_{ij} приписано набір числових міток:

τ_{ijk} – питомий тариф на транспортно-експедиційне обслуговування (з урахуванням тарифу залізниці на перевезення) при транспортуванні

зернового вантажу з району $i \in Y$ у район $j \in Y$ для під'їзної колії $k \in N$;

Потрібність у перевезенні зернового вантажу β_{ijk} з кожної під'їзної колії $k \in N$ із питомим прибутком γ_{ijk} від реалізації у пункті призначення напрямку U_{ij} ;

Загальна пропускна спроможність z_{ij} в напрямку U_{ij} між районами Y .

Позначимо за c_{ijk} частку витрат з прибутку на розвиток системи доставки зернових вантажів та на автоматизацію формування логістичної технології доставки на під'їзній колії $k \in N := \{1, \dots, n\}$ в тарифі τ_{ijk} .

У районах обслуговування $i \in Y$ полігону Φ логістичні оператори можуть здійснювати транспортно-експедиційне обслуговування на під'їзних коліях, тариф на обслуговування у цьому випадку складе $(1 + \frac{c_{ijk}}{100}) \tau_{ijk}$, а прибуток від напрямку U_{ij} дорівнює:

$$\sum_{k \in N} \left(1 + \frac{c_{ijk}}{100}\right) \tau_{ijk} \beta_{ijk} \quad (1)$$

Власник під'їзної колії може передавати право на здійснення транспортно-експедиційного обслуговування від логістичного оператора S_y оператору S_k у зв'язку з неможливістю виконати перевезення, у зв'язку з нестачею потрібності у перевезенні вантажу β_{ijk} або у зв'язку з більш високим рівнем витрат c_{ijk} у іншого логістичного оператора. Позначимо цей факт як

$$c_{ijy} > c_{ijk} \Rightarrow S_k > S_y; k \in Y, y \in Y. \quad (2)$$

Загальний прибуток Π у транспортній системі Φ від здійснення транспортно-експедиційного обслуговування при перевезенні зернових вантажів по кожній під'їзній колії для кожного напрямку U_{ij} можливо представити у наступному вигляді

$$\Pi_{TEO} = \sum_{i \in U} \sum_{j \in U} \sum_{k \in N} \left(1 + \frac{c_{ijk}}{100}\right) \tau_{ijk} \beta_{ijk} \quad (3)$$

Загальний ефект (у вигляді прибутку від функціонування) від використання логістичних технологій у транспортній системі Φ складе

$$\Pi_{\Phi} = \sum_{i \in U} \sum_{j \in U} \sum_{k \in N} \left[\gamma_{ijk} - \left(1 + \frac{c_{ijk}}{100}\right) \tau_{ijk} \right] \beta_{ijk} \quad (4)$$

Задача формування оптимального логістичного ланцюга «під'їзна колія – залізниця – під'їзна колія вантажоодержувача (міждержавного пункту переходу)» полягає у виборі обсягів перевезень β_{ijk} в районах обслуговування сумісно із вибором логістичного оператора S_k , який

задовольняє умові (2), щоб загальний ефект Π_{Φ} був максимальним. Таким чином можливо сформувати інформаційно-керуючу систему логістичного ланцюга доставки зернових вантажів на основі моделі з обмеженнями

$$\begin{aligned} \Pi_{\Phi} = \sum_{i \in U} \sum_{j \in U} \sum_{k \in N} & \left[\left(\gamma_{ijk} - \left(1 + \frac{c_{ijk}}{100} \right) \tau_{ijk} \right) \beta_{ijk} \right] \rightarrow \max \\ \begin{cases} \gamma_{ijk}, \beta_{ijk}, \tau_{ijk} \geq 0 \\ \Pi_{\Phi} \geq 0 \\ z_{ij} \geq \sum_{k \in N} \beta_{ijk} \\ c_{ijy} > c_{ijk} \Rightarrow S_k > S_y \\ U_{ij} \neq \emptyset \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

У запропонованому випадку цільова функція (4) є лінійною, тому задачу (5) формування системи транспортно-експедиційного обслуговування зернових вантажів у замкнутій транспортній системі Φ за критерієм максимізації прибутку фактично трансформовано до задачі лінійного програмування, вона може бути вирішена з використанням будь-якого відомого методу. У більш загальному випадку слід виконати дослідження впливу τ_{ijk} на q_{ijk} та врахувати взаємозв'язок c_{ijk} із q_{ijk} і між різними логістичними операторами та видами транспорту S_k .

Інформаційно-керуюча система логістичного ланцюга доставки зернових вантажів повинна бути частиною інформаційної підтримки технології підприємства, його під'їзної колії та станції примикання. Сучасні рішення, що спрямовані на підвищення ефективності функціонування під'їзних колій, вимагають формування єдиного інформаційного середовища на основі методології створення систем підтримки прийняття рішень. За рахунок цього буде здійснено підвищення ефективності узгодженої роботи на станціях та під'їзних коліях підприємств, як підсистем логістичного ланцюга доставки зернових вантажів, та створення єдиного інформаційного простору при взаємодії з іншими видами транспорту [10].

Збалансованість процесів прогнозування та планування обсягів навантаження зернових вантажів, пропуску вантажу до станції призначення або пункту перетину кордону забезпечується інтеграцією всіх учасників доставки до відповідної інформаційно-керуючої системи.

Висновки

Під час дослідження виявлено основні проблеми, з якими стикається зерновий сектор України, а саме: недостатня кількість елеваторів

(втрачено близько 15 % від загальної їх кількості), енергетичні дефіцити, блокада морських портів. Внаслідок введення воєнного стану виникли суттєві зміни в зернових потоках, які спричинили нові тенденції в аграрному секторі, зокрема у вирощуванні, зберіганні та зовнішньоекономічних поставках зерна.

Особливості технології виконання логістичних операцій із зерновими вантажами в Україні пов'язані із застосуванням спеціальних навантажувальних засобів для перевезення цих вантажів у контейнерах для забезпечення більш рівномірного розподілу елеваторних потужностей внаслідок нестачі вагонів-зерновозів. На формування ланцюга постачання зернових вантажів суттєво вплинуло обмежена пропускна спроможність залізничного транспорту, зокрема сухопутних міждержавних переходів під час блокади морських портів.

Запропоновано вирішення наукової задачі створення гнучкої системи транспортно-експедиційного обслуговування зернових вантажів в умовах замкнутих транспортних систем за критерієм максимізації загальносистемного ефекту від транспортного обслуговування. В якості альтернативного до традиційного варіанту транспортування зернових вантажів розглянуто та формалізовано контейнерний спосіб перевезення за участю залізниці. Наукову задачу формування оптимального логістичного ланцюгу перевезення зернових вантажів «під'їзна колія - залізниця - під'їзна колія вантажоодержувача (міждержавного пункту переходу)» удосконалено та доповнено шляхом врахування процедури вибору обсягів перевезень зерна в районах обслуговування елеваторів сумісно із вибором логістичного оператора з метою максимізації загального ефекту.

Слід зауважити, що в даний час єдиним перевізником залізничним транспортом поки є АТ Укрзалізниця, тому перевізні роботи виконуються її власної інфраструктурою та власними силами, тобто її можна розглядати як потужного логістичного оператора. Обмеженням на запропоновані підходи може служити їх детермінований характер, що не повній мірі відповідає реальним умовам у галузі, але дає достатньо точний результат для його використання на практиці.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Вернигора Р. В., Рустамов Р. Ш. Анализ системы хранения украинского зерна. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2017. № 13. С. 10–18. DOI: 10.15802/tstt2017/110763

2. Найбільше елеваторних потужностей за останні 2 роки збудували в Волинській області. *Superagronom.com*. URL: <https://superagronom.com/news/18739-na-zahodi-ukrayini-za-ostanni-dva-roki-robudivali-600-tis-t-elevatornih-potujnostey> (дата звернення: 01.01.2025).
3. Максі Бег 14 тонн – Купити контейнер для перевезення і зберігання зерна | Ціна. АРИВАПАК. URL: <https://arivapak.com/uk/products/maksi-beg/>
4. Ломотько Д. В., Афанасова О. Ф. Контейнеризація зерна, як перспектива експортних перевезень. *Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем*: матеріали тез IV Всеукр. науково-техн. інтернет-конф., м. Рівне, 26–27 квіт. 2023 р. 2023. С. 85–87.
5. Елеваторные потери Украины из-за войны на июнь 2023 года. URL: <https://uga.ua/ru/news/elevatornye-poteri-ukrainy-iz-za-voyny-na-iyun-2023-goda/> (дата звернення: 01.01.2025).
6. Галерея для ArcGIS Enterprise. Звіт про урожай в Україні 2022 URL: <https://hub.conflictobservatory.org/portal/home/item.html?id=67cc4b8ff2124d3bbd5b8ec2bdaece4f>
7. Бутько Т. В., Ломотько Д.В. Удосконалення технології розподілу рухомого складу при використанні механізму стимулювання підрозділів. *Зб. Наук. праць УкрДАЗТ*. 2005. № 68. С. 45–47.
8. Арсененко Д. В., Ломотько Д. В., Ковальова О. В. Розроблення оптимальної технології перевезення зернових вантажів з урахуванням сучасних тенденцій галузі. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*, 2024, № 208. С.215222. DOI: 10.18664/1994-7852.208.2024.308751
9. Malashkin V., Berezovyi M., Korobiova R. Introduction of Bimodal Technologies for Transportation of Grain Cargoes. *Transport Means - Proceedings of the International Conference. 27th International Scientific Conference on Transport Means 2023 Hybrid, Palanga4 October 2023*. Vol. 2023-October, PP. 657 – 661
10. Афанасова О. Ф. Формування сучасної технології контейнерних перевезень зернових вантажів в Україні Транспортні технології у сучасних умовах : колективна монографія / за ред. Г. О. Примаченко. Івано-Франківськ : Академія технічних наук України. Кушнір Г. М. 2024. Т. 2. 212 с. С. 6-38. URL: https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2024/11/Tr_tech_2-6-38.pdf

Надійшла до редколегії 06.11.2024.
Прийнята до друку 30.01.2025.

D. LOMOTKO, V. ILCHYSHYN, H. AFANASOV, O. AFANASOVA

THE IMPACT OF THE LOGISTICS COMPONENT ON THE STORAGE AND TRANSPORTATION OF GRAIN IN UKRAINE

Purpose. The study aims to analyze the impact of the logistical component on grain storage and transportation in Ukraine, considering contemporary challenges in the sector. The research focuses on processes within the grain storage and logistics system, identifying factors directly influencing the grain industry and proposing strategic directions for the sector's development. **Methodology.** The analysis addresses issues such as uneven distribution of elevator capacities and the blockade of seaports. Optimization mathematical models were employed to assess the profitability of logistics systems, and optimization methods were used to propose strategic solutions. **Findings.** Key challenges faced by Ukraine's grain sector have been identified, including insufficient elevator capacity, energy deficits, and seaport blockades. The war has caused significant changes in grain flows, leading to new trends in agriculture, particularly in cultivation, storage, and grain export operations. Considering the limited number of elevators, the necessity of developing infrastructure with the use of containers for grain transportation was established. Container-based freight transport is a global trend for moving a wide range of goods. The volume and scale of container transportation across all modes of transport have been steadily increasing for several years. Improving logistics technologies and solutions enables faster delivery with fewer handling operations, directly with the cargo. This minimizes risks related to preserving all consumer properties of the cargo during transportation and ensures a high level of interoperability between different transport modes. Methods for container loading and equipping elevators for handling containers have been described. The advantages and disadvantages of various types of grain loaders were analyzed, and the scale of elevator losses in frontline areas was assessed. **Originality.** The scientific novelty lies in the development of an optimization mathematical model for evaluating the profitability of logistics systems, representing a novel approach to enhancing the efficiency of grain transportation and the competitiveness of grain exports. The need for establishing a unified information environment has been investigated, which would promote more coordinated and transparent interactions among all participants in the logistics chain. This advancement would ultimately improve the quality and competitiveness of Ukrainian grain in the global market. **Practical value.** Proposals have been made to modernize outdated elevators to improve energy efficiency, implement automation, and optimize grain transportation by rail.

Key words: container transportation, railway transportation, routing, supply chain, grain export, logistics technologies, elevators, grain