

О.В. Павленко<sup>1</sup>, Д.О. Музильов<sup>2</sup><sup>1</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

## МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОНТЕЙНЕРАХ З США ДО УКРАЇНИ

У статті розроблена структурна модель системи доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України, яка сформована з відповідних підсистем виконання визначених операцій. Визначено п'ять варіантів організації доставки насіння за участю автомобільного, залізничного та морського транспорту. Запропонована аналітична модель, яка враховує значення параметрів впливу та відповідну послідовність виконання операцій.

**Ключові слова:** модель, зернові культури, контейнер, питомі витрати, міжнародні перевезення.

### Постановка проблеми

На світовому ринку процес доставки вантажів пов'язаний із процесом виконання цілої низки робіт, операцій та послуг, комплекс яких забезпечить ефективний розподіл вантажопотоків. У цій ситуації для компаній, що постачають товари з-за кордону, виникає завдання підготовки раціональних систем доставки вантажів у міжнародному сполученні [1, 2]. Це важливо для будь-якого замовника транспортних послуг із великою кількістю потреб у якісних послугах за найменшою вартістю.

Розвиток економічних відносин України з лідерами світової торгівлі впливає на створення надійних систем доставки вантажів. Один із перспективних ринків для відновлення економіки та надійним партнером нашої країни є США. Аналізуючи результати вартості імпорту товарів країнами, можна сказати, що США посідає п'яте місце [3]. При цьому відсоткове ставлення імпорту із США від загального обсягу всіх країн сягає 11%. Обсяг експорту та імпорту з США з кожним роком збільшується. З 2015 по 2021 роки імпорт збільшився на 45 %, а експорту – на 49 %. Обсяг вартості імпорту зернових культур в 2021 році складає 147,9 млн.дол. США. В більшості це насіння зернових культур, які постачаються не великими партіями та у контейнерах. Це дозволяє міжнародним логістичним компаніям будувати різні альтернативні схеми доставки цих вантажів, ефективно використовуючи існуючу інфраструктуру портів США, Європи та України, а також мати можливість вибору різних видів транспорту на території цих країн.

Міжнародні вантажоперевезення постійно користуються великим попитом, бо з кожним днем зростає кількість замовлень на доставку вантажу будь-яким видом транспорту. Це пов'язано зі збіль-

шенням кількості товарів, які потрібно доставити у різні куточки світу. За 10 місяців 2021 року контейнерів оброблено 840 965 TEU, що на 3,3% менше, ніж за аналогічний період 2020 року [4]. Перевалка контейнерних вантажів в Україні другий рік поспіль демонструє істотне зростання, який у кілька разів перевищує середні світові показники на ринку контейнерних перевезень. Лідером з перевалки контейнерів в Україні є термінал ДП «КТО» в Одесі, за ним слідує ще один термінал Одеського порту – «Бруклін-Київ Порт», «ТІС-КТ» у порту Південний та «Іллічівський морський рибний порт» у Чорноморську.

Актуальність контейнерних міжнародних перевезень зростає, про це свідчить існування та створення нових великих, сучасних компаній, які спеціалізуються саме на цьому виді організації доставки вантажу. Вони конкурують між собою, пропонуючи клієнтам все кращі, економічніші, швидші, якісніші способи обробки замовлень і схеми доставки в контейнерах у міжнародному сполученні та можливість доставляти вантаж у будь-яку точку світу, що в свою чергу, свідчить про те, що необхідно розробляти ефективні технології.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Міжнародні контейнерні перевезення визнані найбільш сучасним та якісним способом транспортування вантажів у міжнародному сполученні. Використання контейнерів підвищує ефективність перевезень, оскільки істотно знижуються витрати, пов'язані з переміщенням, зберіганням і перевалкою вантажів. Так, застосування контейнерних технологій дозволяє знизити частку транспортної складової в кінцевій ціні товару від 2 % до 11 %. Підбір раціональної технології обслуговування замовлень і як результат, зниження витрат на доставку – пріорите-

не завдання для багатьох компаній, основною метою яких є надання потрібного товару в потрібній кількості, потрібної якості і в потрібний час [5,6].

У зв'язку з бурхливим розвитком ринку контейнерних міжнародних перевезень ускладнилися завдання планування ефективності використання контейнерів [7]. Особливо зі збільшенням кількості мегаконтейнеровозов, експлуатованих великими операторами контейнерних перевезень [8]. Авторами статті [8] розроблено модель мережі контейнерних перевезень, яка охоплює як основний маршрут, так і відрізок каботажного судноплавства, розглядаючи морський контейнерний порт у якості хаба. У системі контейнерних перевезень порти відіграють велику роль. Особливо в основних хабах континентів – Азії (порти Китаю), Північної Америки (порти США), Європи (порти Нідерландів) [9].

Аналіз фахових статей та публікацій вчених, які досліджували підходи щодо побудови моделей оцінки процесів на транспорті та побудови раціональної логістики постачання сільськогосподарської продукції, дозволяє встановити результати та плани подальших досліджень:

– формування надійних систем постачання продукції з урахуванням раціонального використання інфраструктури на основі сучасних методів моделювання [10-12];

– визначення раціональних технологій доставки вантажів на основі цифрових рішень [13, 14];

– побудова моделей визначення ефективних рішень в сфері постачання продукції, які побудовані на різних сучасних методах [15-17].

Таким чином, в наукових розробках була приділена значна увага розвитку транспортної інфраструктури, рішенням задач по ефективному використанню ресурсів, використанню цифрових технологій та побудові моделей надійних систем доставки. Тому потрібно побудувати модель функціонування системи доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України.

### Формулювання мети статті

Метою даної роботи є побудови моделі функціонування системи доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити задачі:

- розробка структурної моделі складської системи підприємства при переробці сільськогосподарських вантажів;
- розробити структурну модель ;
- формалізувати .

### Виклад основного матеріалу

Контейнерні перевезення – найбільш поширений вид морських перевезень. Доставка контейнерів

з США – це в більшості випадків оптимальний варіант морської доставки різних вантажів, перевезення в контейнерах максимально безпечно для вантажу, а на перевантаження не потрібно витратити час [18]. США займає друге місце в світі після Китаю за кількістю морських портів і перше за загальною протяжністю автомобільних і залізничних шляхів. При цьому реальні активи не вважаються перевагою, виняткове значення надається управлінню інформаційними потоками, саме на технології організації збору, аналізу та прийняття рішень зосереджені сьогодні зусилля лідерів галузі. В США знаходиться близько дванадцяти великих портів (чотири на західному узбережжі, вісім на східному): «Port of Los Angeles», м. Лос-Анджелес; «Port of New York», м. Нью-Йорк; «Port of Savannah», м. Саванна та інші (рис.1) [19].

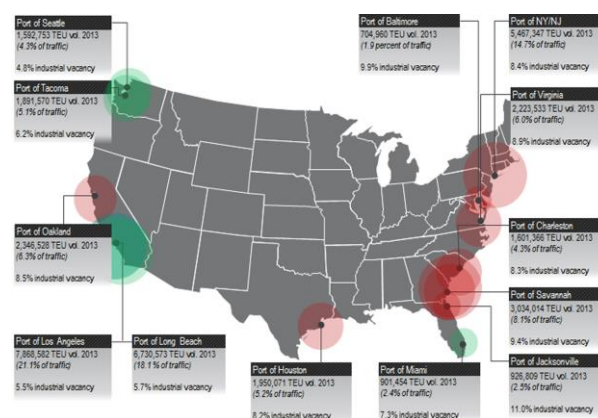


Рис. 1. Морські порти США, які переробляють контейнерні вантажі

На теперішній час доставка вантажів морським транспортом можливий лише в порти Європи: найбільшим варіантом використання є порт Роттердам (Нідерланди) та порт Гданськ (Польща), які увійшли в десятку портів Європи за переробкою морських контейнерів [20]. Система доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України може бути представлена взаємодією підсистем, які суттєво впливають на якість виконання робіт та враховує можливі ризики пов'язані з очікуванням виконання операцій та особливості документального оформлення міжнародних перевезень (рис.2).

Таким чином формуються схеми взаємодії учасників процесу доставки вантажів у контейнерах, виходячи з існуючих ліній на морському транспорті:

1) відправник (північна частина США) – порт Нью-Йорк (США) – порт Роттердам (Нідерланди) – залізнична станція м. Роттердам – залізнична станція м. Львів – перевізник автомобільним транспортом до м. Харків – склад компанії в м. Харків – одержувач – «Схема 1»;



Рис.2. Структурна модель системи доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України

2) відправник (північна частина США) – порт Нью-Йорк (США) – порт Гданськ (Польща) – перевізник автомобільним транспортом до м. Харків – склад компанії в м. Харків – одержувач – «Схема 2»;

3) відправник (північна частина США) – порт Нью-Йорк (США) – порт Одеса – перевізник автомобільним транспортом до м. Харків – склад компанії в м. Харків – одержувач – «Схема 3»;

4) відправник (південна частина США) – порт Саванна (США) – порт Одеса – перевізник автомобільним транспортом до м. Харків – склад компанії в м. Харків – одержувач – «Схема 4»;

5) відправник (південна частина США) – порт Саванна (США) – порт Гданськ (Польща) – залізнична станція Гданськ – залізнична станція м. Харків – склад компанії в м. Харків – одержувач – «Схема 5».

У якості параметру оцінки запропонованих рішень було обрано питомі витрати на доставку одиниці вантажу на протязі тижня ( $B_d$ ), на які впливають: інтенсивність замовлень вантажу -  $I_3$ ; обсяг замовлення вантажу -  $Q_3$ ; відстань перевезення на певній ділянці відповідного  $i$ -го виду транспорту -  $L_i$

$$B_d = f(I_3, L_i, Q_3). \quad (1)$$

Питомі витрати на доставку одиниці вантажу (од.в.) на протязі тижня будуть визначатися в загальному вигляді

$$B_d = B_{n(p)}^{конт} + B_{n(p)}^{тр.од.} + B_{тр.} + B_{оч}^{тр.} + B_{док.}^{оф.}, \quad (2)$$

де  $B_{n(p)}^{конт}$  – витрати на навантаження (розвантаження) контейнеру, грн/од.в.;

$B_{n(p)}^{тр.од.}$  – витрати на навантаження (розвантаження) контейнеру на транспортний засіб (автомобіль, вагон, судно) відповідного виду транспорту, грн/од.в.;

$B_{тр.}$  – витрати на перевезення контейнеру транспортним засобом (автомобіль, вагон, судно) на відповідному виді транспорту, грн/од.в.;

$B_{оч}^{тр.}$  – витрати на очікування відправлення контейнеру на відповідному виді транспорту, грн/од.в.;

$B_{док.}^{оф.}$  – витрати на документальне оформлення процесу доставки вантажу, грн/од.в.

Витрати на навантаження (розвантаження) контейнеру

$$B_{n(p)}^{конт} = \frac{C_{n(p)}^{конт} \cdot (t_{n(p)}^{к.а} + t_{n(p)}^{к.в}) \cdot Q_3 \cdot \alpha_{зам}^g}{I_3 \cdot T_d^{тижд}}, \quad (3)$$

де  $C_{n(p)}^{конт}$  – середня вартість навантаження (розвантаження) контейнеру, грн/од.;

$t_{n(p)}^{к.а}$  – час навантаження (розвантаження) контейнеру автомобілем, год.;

$t_{n(p)}^{к.в}$  – час навантаження (розвантаження) контейнеру вантажем, год.;

$\alpha_{зам}^g$  – рівень обсягу запчастин від загального обсягу замовлення;

$T_d^{тижд}$  – час доставки на протязі тижня, діб.

Витрати на навантаження (розвантаження) контейнеру на транспортний засіб відповідного виду транспорту

$$B_{n(p)}^{тр.од.} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^f C_{n(p)ij}^{тр.од.} \cdot t_{n(p)ij}^{тр.од.} \cdot n_{конт}}{I_3 \cdot T_d^{тижд}}, \quad (4)$$

де  $C_{n(p)ij}^{тр.од.}$  – середня вартість навантаження (розвантаження) на  $i$ -му виді транспорту в  $j$ -му пункті (майданчик для зберігання контейнерів, залізнична станція, порт), грн/од.;

$t_{n(p)ij}^{тр.од.}$  – час навантаження (розвантаження)  $i$ -го виду транспорту на  $j$ -му пункті, год.;

$k$  – гранична кількість видів транспорту, од.;

$f$  – гранична кількість пунктів за відповідною схемою доставки, од.;

$n_{конт}$  – кількість контейнерів, завантажених відповідною кількістю вантажу, од.

Витрати на перевезення контейнеру транспортним засобом на відповідному виді транспорту

$$B_{mp} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{r=1}^z C_{mp,ir} \cdot L_{mp,ir}}{I_3 \cdot T_0^{тижд}}, \quad (5)$$

де  $C_{mp,ir}$  – середня вартість перевезення контейнеру  $i$ -им видом транспорту на  $r$ -ій ділянці, грн/км;

$z$  – гранична кількість ділянок за відповідною схемою доставки, од.;

$L_{mp,ir}$  – відстань перевезення контейнеру  $i$ -им видом транспорту на  $r$ -ій ділянці, км.

Витрати на очікування відправлення контейнеру на відповідному виді транспорту

$$B_{оч}^{mp} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^f C_{оч,ij} \cdot t_{оч,ij}^{mp,од} \cdot K_{вл,ij}}{I_3 \cdot T_0^{тижд}}, \quad (6)$$

де  $C_{оч,ij}$  – вартість очікування відправлення вантажу на  $i$ -му виді транспорту в  $j$ -му пункті, грн/год.;

$t_{оч,ij}^{mp,од}$  – час очікування відправлення вантажу на  $i$ -му виді транспорту в  $j$ -му пункті, год.;

$K_{вл,ij}$  – коефіцієнт впливу на час очікування на  $i$ -му виді транспорту в  $j$ -му пункті.

Витрати на документальне оформлення процесу доставки вантажу

$$B_{док}^{оф.} = \frac{\sum_{i=1}^k (C_{оф,д,i} + C_{стр,i}) \cdot n_{конт}}{T_0^{тижд}} + \frac{C_{митн.}^{оф.авто} \cdot I_a + C_{митн.}^{оф.з.ч.} \cdot Q_{зам}}{T_0^{тижд}}, \quad (7)$$

де  $C_{оф,д,i}$  – вартість оформлення документів на доставку вантажу  $i$ -им видом транспорту, грн/од.;

$C_{стр,i}$  – вартість страхування доставки вантажу  $i$ -им видом транспорту, грн/од.;

$C_{митн.}^{оф.авто}$  – вартість митного оформлення автомобіля, грн/од.;

$C_{митн.}^{оф.з.ч.}$  – вартість митного оформлення вантажу (запасних частин), грн/од.

## Висновки

Визначено, що основним напрямком удосконалення транспортного процесу в сфері міжнародних

перевезень та зменшенням витрат на організацію цього процесу, є вибір ефективного варіанту доставки вантажів у контейнерах. При організації схем доставки вантажів у контейнерах визначені недоліки: не враховані можливі варіанти використання переваг різних видів транспорту, не визначено вплив параметрів замовлення на процес доставки, а також не оцінено рівень ризиків на кожному етапі виконання операцій. При аналізі літературних джерел з'ясувалося, що існує ряд підходів щодо удосконалення технологічного процесу доставки різних видів вантажів у міжнародному сполученні, які дозволяють створити якісну модель процесу що розглядається, але при цьому для одержання конкретних практичних результатів потрібне проведення трудомістких експериментальних досліджень, використання складних аналітичних моделей. Теоретичні розробки багатьох українських та закордонних вчених показали, що добре розвинений ринок транспортних послуг з відповідними операторами та відповідною інфраструктурою, дозволить ефективно впроваджувати технологію доставки вантажів у міжнародному сполученні для зменшення витрат всіх учасників процесу доставки.

Розроблена структурна модель системи доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України, яка сформована з відповідних підсистем виконання визначених операцій. Це дозволило сформулювати п'ять варіантів організації доставки насіння зернових культур за участю автомобільного, залізничного та морського транспорту. В побудованих варіантах враховується можливість використання на території України для перевезення контейнерів автомобільний та залізничний транспорт.

Формалізовано процес оцінки визначення раціонального варіанту доставки насіння зернових культур у контейнерах з США до України. Параметром оцінки запропоновано питомі витрати на доставку одиниці вантажу на протязі тижня, на які впливають: інтенсивність замовлень вантажу; обсяг замовлення вантажу; відстань перевезення на певній ділянці відповідного  $i$ -го виду транспорту.

В подальшому планується побудувати імітаційну модель процесу, що розглядався, за допомогою програмного середовища та визначити раціональний варіант доставки насіння зернових культур в контейнерах з США до України.

## Література

- Galkin, A., Yemchenko, I., Lysa, S., Tarasiuk, M., Chortok, Y., & Khvesyk, Y. (2022) Exploring the relationships between demand attitudes and the supply amount in consumer-driven supply chain for FMCG, *Acta Logistica*, 9(1), 1-12.
- Leończuk, D. (2021) Factors affecting the level of supply chain performance and its dimensions in the context of supply chain adaptability, *LogForum*, 17 (2), 253-269

3. State Statistics Service. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення 19.07.2022 р.)

4. Вантажобіг портів України за 10 місяців 2021 року 120,87 мільйонів тонн. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://maritimebusinessnews.com.ua/2021/11/03/240867/> (дата звернення 10.07.2022 р.)

5. Tagiltseva, J., Vasilenko, M., Kuzina, E., Drozdov, N., Parkhomenko, R., Prokopchuk, V., Skichko, E. & Bagiryani, V. (2022). The economic efficiency justification of multimodal container transportation, *Transportation Research Procedia*, 63, 2022, 264-270.

6. Velykodnyi, D. & Pavlenko, O. (2017) The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*, 7(2), 164–175.

7. Luo, T., Chang, D. & Xu, Z. (2021) Forwarder's empty container ordering and coordination considering option trading in the container transportation service chain, *Computers & Industrial Engineering*, 156, 107251.

8. Kurt, I., Aymelek, M., Boulougouris, E. & Turan, O. (2021) Operational cost analysis for a container shipping network integrated with offshore container port system: A case study on the West Coast of North America, *Marine Policy*, 126, 104400.

9. Sugawara, J., (2017) Port and hinterland network: a case study of the Crescent Corridor intermodal freight program in the US, *Transportation Research Procedia*, 25, 916-927.

10. Kopytkov, D., Pavlenko, O. & Kalinichenko, O. (2018). A technique to determine the optimum package of logistic services provided by the transport and logistics centre. *Modern Management: Logistics and Education. Monograph*. 150-157.

11. Rossolov, A., Kopytkov, D., Kush, Y. & Zadorozhna V. (2017). Research of effectiveness of unimodal and multimodal transportation involving land modes of transport. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(89), 60-69.

12. Волкова, Т.В. Удосконалення управління якістю доставки зерна автомобільним транспортом на території України [Текст] / Т.В. Волкова, О.В. Павленко // *Комуніальне господарство міст*. 2020. 154 (1). С. 216-222.

13. García-Reyes, H., Avilés-González, J. & Avilés-Sacoto S.V. (2022) A Model to Become a Supply Chain 4.0 Based on a Digital Maturity Perspective, *Procedia Computer Science*, 200, 1058-1067.

14. Rad, F.F., Oghazi, P., Palmié, M., Chirumalla, K., Pashkevich, N., Patel, P.C. & Sattari S. (2022). Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies, *Industrial Marketing Management*, 105, 268-293.

15. Rossolov, A., Lobashov, O., Kopytkov, D. & Naumov, V. (2020). Sustainable suburban supply chain, *Transportation Research Procedia*, 45, 795-802.

16. Pavlenko, O., Muzylyov, D., Shramenko, N., Cagaňová, D. & Ivanov, V. (2023). Mathematical Modeling as a Tool for Selecting a Rational Logistical Route in Multimodal Transport Systems. In: Cagaňová, D., Hornáková, N. (eds) *Industry 4.0 Challenges in Smart Cities. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*. Springer, Cham., 23-37.

17. Нефьодов, В.М. Побудова моделі системи автомобільних перевезень партійних вантажів в містах [Текст] / В.М. Нефьодов, О.В. Павленко // *Комуніальне господарство міст*. - 2021. - 161. - С. 187-190.

18. Морські перевезення з США. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://rusbid.com/ua/usa-shipping/177-sea-delivery-from-usa.html> (дата звернення 21.07.2022 р.)

19. Морські порти США на карті. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://ru.maps-usa.com/Карты-США--->

США-Транспорт/Морские-порты-США-на-карте (дата звернення 22.07.2022 р.)

20. Новини портів. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <https://mintrans.news/porty> (дата звернення 21.07.2022 р.)

## References

- Galkin, A., Yemchenko, I., Lysa, S., Tarasiuk, M., Chortok, Y., & Khvesyk, Y. (2022) Exploring the relationships between demand attitudes and the supply amount in consumer-driven supply chain for FMCG, *Acta Logistica*, 9(1), 1-12.
- Leończuk, D. (2021) Factors affecting the level of supply chain performance and its dimensions in the context of supply chain adaptability, *LogForum*, 17 (2), 253-269.
- State Statistics Service. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua>
- Cargo turnover of ports of Ukraine for 10 months of 2021 is 120.87 million tons. Retrieved from: <https://maritimebusinessnews.com.ua/2021/11/03/240867/>
- Tagiltseva, J., Vasilenko, M., Kuzina, E., Drozdov, N., Parkhomenko, R., Prokopchuk, V., Skichko, E. & Bagiryani, V. (2022). The economic efficiency justification of multimodal container transportation, *Transportation Research Procedia*, 63, 2022, 264-270.
- Velykodnyi, D. & Pavlenko, O. (2017) The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*, 7(2), 164–175.
- Luo, T., Chang, D. & Xu, Z. (2021) Forwarder's empty container ordering and coordination considering option trading in the container transportation service chain, *Computers & Industrial Engineering*, 156, 107251.
- Kurt, I., Aymelek, M., Boulougouris, E. & Turan, O. (2021) Operational cost analysis for a container shipping network integrated with offshore container port system: A case study on the West Coast of North America, *Marine Policy*, 126, 104400.
- Sugawara, J., (2017) Port and hinterland network: a case study of the Crescent Corridor intermodal freight program in the US, *Transportation Research Procedia*, 25, 916-927.
- Kopytkov, D., Pavlenko, O. & Kalinichenko, O. (2018). A technique to determine the optimum package of logistic services provided by the transport and logistics centre. *Modern Management: Logistics and Education. Monograph*. 150-157.
- Rossolov, A., Kopytkov, D., Kush, Y. & Zadorozhna V. (2017). Research of effectiveness of unimodal and multimodal transportation involving land modes of transport. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(89), 60-69.
- Pavlenko O. & Volkova T. (2020). Improvement of the grain delivery quality management by the Ukrainian territory. *Municipal economy of cities*, 154, 216-222.
- García-Reyes, H., Avilés-González, J. & Avilés-Sacoto S.V. (2022) A Model to Become a Supply Chain 4.0 Based on a Digital Maturity Perspective, *Procedia Computer Science*, 200, 1058-1067.
- Rad, F.F., Oghazi, P., Palmié, M., Chirumalla, K., Pashkevich, N., Patel, P.C. & Sattari S. (2022). Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies, *Industrial Marketing Management*, 105, 268-293.
- Rossolov, A., Lobashov, O., Kopytkov, D. & Naumov, V. (2020). Sustainable suburban supply chain, *Transportation Research Procedia*, 45, 795-802.
- Pavlenko, O., Muzylyov, D., Shramenko, N., Cagaňová, D. & Ivanov, V. (2023). Mathematical Modeling as a Tool for Selecting a Rational Logistical Route in Multimodal Transport Systems. In: Cagaňová, D., Hornáková, N. (eds) *Industry 4.0 Challenges in Smart Cities. EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*. Springer, Cham., 23-37.

Challenges in Smart Cities. *EAI/Springer Innovations in Communication and Computing*. Springer, Cham., 23-37.

17. Pavlenko, O. & Nefyodov, V. (2021). Modeling the lot cargoes transportation system in cities, *Municipal economy of cities*, 154, 187-190.

18. Sea transportation from the USA. Retrieved from: <https://rusbid.com/ua/usa-shipping/177-sea-delivery-from-usa.html>

19. US seaports on the map. Retrieved from: <https://ru.maps-usa.com>

20. News of ports. Retrieved from: <https://mintrans.news/porty>

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.А. Войтов, Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна.

**Автор:** ПАВЛЕНКО Олександр Вікторович

кандидат технічних наук, доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

E-mail – [ttpov@ukr.net](mailto:ttpov@ukr.net)

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4237-4310>

**Автор:** МУЗИЛЬОВ Дмитро Олександрович

кандидат технічних наук, доцент

Державний біотехнологічний університет

E-mail – [murza\\_1@ukr.net](mailto:murza_1@ukr.net)

ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8540-6987>

## MODEL OF FUNCTIONING CEREALS SEED DELIVERY SYSTEM IN CONTAINERS FROM THE USA TO UKRAINE

O. Pavlenko<sup>1</sup>, D. Muzylyov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

*The paper analyzed the current state and prospects for the development of grain seed delivery systems in international routes, including option using containers, which made it possible to form the study purpose in this research. The chosen topic is quite relevant because the rational organization of goods delivery in containers allows increasing the efficiency of transport systems functioning. The effective use of transport resources (ports, railway stations, trains, trucks, containers) is one of the directions to make delivery costs cheaper. The fact was established that considerable attention paid to the development of transport infrastructure, solving problems on the effective resources using, implementation of digital technologies and models designing of reliable delivery systems in previous scientific researches. A structural model has been designed, which consists of a system for delivering grain seeds in containers from the USA to Ukraine and is represented by the interaction of subsystems that have a significant impact on the functioning quality and take into account the possible risks associated with waiting for operations performance and the peculiarities of paperwork for international transportation. Five interaction schemes have been formed for participants of goods supply in containers based on used maritime routes, railway transport capabilities, a highways network and warehouse systems. These schemes identify the main departure ports in the United States (New York and Savannah) and destination ports in Europe (Rotterdam, Gdańsk and Odessa), as well as take into account the possibility of resources using of highway and railway transport in the European countries and Ukraine. Unit delivery costs were chosen as a parameter for evaluating an effective model selection during the week, influenced by cargo order intensities, cargo order volumes, and transportation mileages in a certain chain of the corresponding i-th transport kind. The designed models of the system functioning for delivering grain seeds in containers from the USA to Ukraine allow operators to take into account random factors influence, considering the peculiarities of performing relevant operations on different kinds of transport, assess the possibility of using transport resources, as well as determine the influence level of established parameters.*

**Keywords:** model, delivery, grain, container, unit costs, international transportation.