Москвіченко І. М.

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту і маркетингу
Одеського національного морського університету*

Стаднік В. Г.

*кандидат економічних наук,
доцент кафедри менеджменту і маркетингу
Одеського національного морського університету*

Павленко В. В.

*студент
Одеського національного морського університету*

Moskvichenko Irina

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Management and Marketing
Odessa National Maritime University*

Stadnik Victoria

*Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department of Management and Marketing
Odessa National Maritime University*

Pavlenko Vladislav

*Student
Odessa National Maritime University*

ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ СХЕМ ЕКСПОРТУ УКРАЇНСЬКОГО ЗЕРНА ДО КРАЇН-СПОЖИВАЧІВ АЗІАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Анотація. У роботі досліджується експорт зернових вантажів (на прикладі пшениці) для компанії «Нібулон». Автори розглянули доставку пшениці від елеваторів відвантаження компанії «Нібулон» до країн Азії, з якими укладено контракт на поставку зерна, з проміжним етапом – перевалювання в портах Одеса, Южний та Миколаїв. Зазначений вантаж перевозиться з елеваторів до портів перевалки залізничним, автомобільним та річковим транспортом. У міжнародному сполученні транспортування відбувається за допомогою морського транспорту. Для розрахунку логістичних схем доставки експортного вантажу сформовано економіко-математичну модель двоетапної транспортної задачі. У результаті вирішення задачі за складеною економіко-математичною моделлю сформовано логістичні схеми доставки експортного вантажопотоку пшениці від елеваторів відвантаження компанії «Нібулон» через порти Чорноморського регіону до країн-імпортерів Азійського регіону.

Ключові слова: зернові вантажі, логістичні схеми доставки, порти України, експорт, транспортна задача.

Вступ та постановка проблеми. Експорт зернової продукції є стратегічно важливим для України. Доведено, що Україна посідає значне місце на світовому ринку зернових: частка в експорті пшениці в середньому становить 5%; в експорті ячменю – 18%; у світовому експорті кукурудзи – 9%; водночас частка України в експорті пшениці до ЄС становить 32 %, в експорті ячменю – 45%, в експорті кукурудзи – 48%. З урахуванням суміжних галузей частка у ВВП країні від експорту зернових становить близько 17%. Галузь забезпечує близько 28% загального надходження валюти в Україну. Вирощування зернових та суміжні галузі забезпечують зайнятість 9,2% найманих працівників у країні [1].

Україна має вигідне географічне положення: вихід до Чорного та Азовського морів, а також до трьох великих річок – Дунаю, Південного Бугу та Дніпра. Таке положення зумовлює величезний потенціал для транспортування зерна з використанням різноманітних логістичних схем. У зв'язку із цим необхідно розглянути розроблення логістичних схем доставки зернових із Центральної України через порти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у дослідження у сфері транспортної логістики зробили наукові праці таких учених, як К.І. Плужніков,

С.В. Мілославська [2], Г.А. Левіков, В.В. Тарабанько [3], С.М. Резер [4], П.Я. Панарін [5].

Вирішення завдань узгодженості дій безпосередніх учасників транспортного процесу, тобто забезпечення технічної і технологічної пов'язаності учасників транспортного процесу, узгодження їхніх економічних інтересів, а також використання єдиних систем планування, висвітлювалися в роботах М.Я. Постава, Ю.Ю. Крука [6].

Теоретичну та методологічну базу дослідження становили праці вітчизняних та зарубіжних учених та практиків, які видали фундаментальні та прикладні роботи у сфері математичних методів і моделей у плануванні та управлінні на морському транспорті (А.П. Шварцман [7]), задач лінійного програмування транспортного типу (Є.Г. Гольштейн та Д.Б. Юдін [8]), дослідження операцій (Ю.П. Зайченко [9]).

Незважаючи на вітчизняні та зарубіжні розробки, для зернового ринку України актуальним є питанням визначення напрямів удосконалення існуючої інфраструктури і формування логістичних схем доставки зернових, що дасть змогу знизити витрати на транспортування.

Із метою підвищення ефективності доставки зернових із Центральної України через порти Чорноморського регі-

ону до країн Азійського регіону із застосуванням залізничного, автомобільного та річкового транспорту на річці Дніпро необхідно розробити економіко-математичну модель для обґрунтування системи доставки; розрахувати економічний ефект від упровадження проєктної пропозиції, використовуючи економіко-математичні методи та моделі обґрунтування системи доставки експортних зернових вантажів.

Результати дослідження. Українські зернотрейдери звернули увагу на зростаючий попит на зерно з боку країн Азії та почали укладати контракти на поставку пшениці в Індонезію та Китай. Зазвичай зерно відвантажується із внутрішніх елеваторів, що розташовані в центральній частині України. Транспортування зерна всередині країни-продавця від елеваторів до портів відправлення здійснюється трьома видами транспорту: річковим, автомобільним та залізничним. Для приваблення нових покупців серед країн Азійського регіону доставку між країною-експортером і країнами-покупцями пропонується здійснювати з використанням морського транспорту на базисних умовах поставки CFR [10].

Ціна товару за умовами базису поставки CFR розраховується за формулою (1):

$$ЦТ^{CFR} = Вт + ТП + Дп + Впрр + Фм, \quad (1)$$

де $ЦТ^{CFR}$ – ціна товару на умовах базису поставки CFR;

$Вт$ – вартість товару на складі (елеваторі);

$ТП$ – вартість проходження митних процедур під час експорту товару;

$Дп$ – вартість доставки зерна зі складу (елеватора до порту перевалки);

$Впрр$ – вартість перевантажувальних робіт у порту перевалки;

$Фм$ – витрати по морському фрахту.

Оскільки ціна зерна на елеваторах однієї компанії приблизно однакова і вартість проходження митних процедур і вантажних робіт є постійними незмінними витратами, то вагому частку у формуванні ціни на умовах поставки CFR становлять транспортні витрати ($Дп + Фм$). Беручи це до уваги, мінімізація транспортного складника в кінцевій ціні товару за умовами CFR дасть змогу знизити загальну вартість товару, а це означає, що компанія, сукупні транспортні витрати якої нижче, ніж у конкурентів, має можливість запропонувати більш вигідну ціну або, зберігши її незмінною, збільшити свою норму прибутковості.

Завдання компанії-постачальника полягає у забезпеченні виконання умов доставки зерна від елеваторів до портів перевалки шляхом формування оптимальних схем доставки.

Перейдемо до розроблення економіко-математичної моделі обґрунтування логістичних схем доставки пшениці до країн Азії на прикладі ТОВ «Нібулон». Компанія «Нібулон», один із найбільших виробників аграрної продукції України, щорічно займає високі місця в рейтингах трейдерів із виробництва й експорту зернових вантажів. Компанія постійно займається пошуком новітніх технологій виробництва і зберігання продукції, розвитком річкової інфраструктури, яка має зняти навантаження із залізничної та автомобільної доріг.

Було розглянуто доставку пшениці від елеваторів відвантаження компанії «Нібулон» до країн Азії (Китаю та Індонезії), з якими укладено контракт на поставку зерна з проміжним етапом – перевалювання в портах Одеса, Южний та Миколаїв. Зазначений вантаж перевозиться з елеваторів до портів перевалки залізничним, автомобільним та річковим транспортом. У міжнародному сполученні транспортування відбувається за допомогою

морського транспорту. Сформулюємо постановку транспортної задачі доставки зерна від елеваторів через порти перевалки до країни (порту) призначення.

Доставка вантажу здійснюється у змішаному сполученні (морська частина шляху і наземна). Перевалка вантажу може здійснюватися в портах. Необхідно вибрати такий маршрут доставки вантажу та вид транспорту від відправників одержувачам, що забезпечує загальні мінімальні витрати.

Якщо загальна пропускна можливість портів $\sum_{k=1}^p d_k$ рівна загальному обсягу виробництва $\sum_{i=1}^m a_i$ та загальному обсягу споживання $\sum_{j=1}^n b_j$, то ємкість кожного порту в будь-якому плані перевезень однорідного вантажу буде використана повністю. На такій умові варіантів недовикористання ємкості портів немає, то схема перевезень вантажів на II етапі – від портів до споживачів – не залежить від схеми перевезень вантажів на I етапі – від пунктів виробництва до портів.

У цьому разі мають місце дві транспортні задачі з однорідним вантажем. Оптимізацію плану перевезень слід проводити відокремлено на I та II етапах, а загальний оптимум значень цільової функції є сума часних оптимумів.

$$Z^* = Z_1^* + Z_2^*. \quad (2)$$

Якщо

$$\sum_{r=1}^p d_r \geq \sum_{i=1}^m a_i \text{ або } \sum_{r=1}^p d_r \geq \sum_{j=1}^n b_j, \quad (3)$$

то можливі варіанти використання ємкості портів або варіанти недовикористання, і, як наслідок, схема перевезення вантажів на II етапі буде залежати від схеми доставки вантажів на I етапі, тому необхідна оптимізація плану перевезень на I та II етапах у рамках єдиної моделі. Саме за умови (3) виникає багатоетапна транспортна задача. Прямі перевезення з пунктів виробництва в пункти призначення, обминаючи порти, неможливі.

Економіко-математична модель задачі у загальному вигляді має вигляд:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^h C_{ik}^t \cdot X_{ik}^t + \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n f_{kj} \cdot x_{kj} \Rightarrow \min \quad (4)$$

$$\sum_{k=1}^p \sum_{t=1}^h X_{ik}^t \leq a_i, (i = \overline{1, m}) \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^h X_{ik}^t \leq d_k, (k = \overline{1, p}) \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^p x_{kj} = b_j, (j = \overline{1, n}) \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^h X_{ik}^t = \sum_{j=1}^n x_{kj}, (k = \overline{1, p}) \quad (8)$$

$$X_{ik}^t \geq 0, (i = \overline{1, m}, k = \overline{1, p}, t = \overline{1, h}), x_{kj} \geq 0, (k = \overline{1, p}, j = \overline{1, n}), \quad (9)$$

де i – порядковий номер елеватора-відправника ($i = \overline{1, m}$);

m – кількість елеваторів ($m = 10$);

k – порядковий номер порту перевалки ($k = \overline{1, p}$);

p – кількість портів перевалки ($p = 3$);

t – порядковий номер виду транспорту (автомобільний, залізничний і річковий), які беруть участь у транспортуванні зерна до портів перевалки ($t = \overline{1, h}$);

h – кількість видів транспорту ($h = 3$);

j – порядковий номер порту призначення ($j = \overline{1, n}$);

n – кількість портів призначення ($n = 3$);

C'_{ik} – вартість доставки одиниці вантажу від i -того елеватора транспортом t в k -тий порт перевалки;

f_{kj} – вартість доставки одиниці вантажу від k -того порту перевалки в j -тий порт призначення (морський складник);

X'_{ik} – параметр управління, що позначає кількість вантажу (тонн), доставляється від i -того елеватора транспортом t у k -тий порт перевалки;

x_{kj} – параметр управління, що позначає кількість вантажу (тонн), доставляється від k -того порту перевалки в j -тий порт призначення (морський складник);

a_i – запас зерна на i -тому елеваторі відвантаження, тонн;

d_k – потужності k -того порту перевалки, тонн;

b_j – потреба у вантажі країни (порту) призначення, тонн;

(4) – цільова функція, яка мінімізує транспортні витрати на перевезення з пунктів виробництва в пункти призначення через пункти перевалки;

(5) – обмеження з вивезення з пунктів відправлення;

(6) – обмеження з недовикористання ємності кожного порту по відправленню;

(7) – обмеження після прибуття вантажу в країну призначення;

(8) – так звані балансові рівняння, зміст яких полягає у тому, щоб вантаж, який прибув у пункт перевалки, повинен бути відправлений (права частина) в країну призначення;

(9) – умова невід'ємності змінних.

Обмеження після прибуття зерна в порти призначення: Балансові обмеження після прибуття зерна в порт перевалки і відправлення в порт призначення:

Умова невід'ємності змінних:

$$X'_{ik} \geq 0, (i = \overline{1,9}; k = \overline{1,3}; t = \overline{1,3}), \quad x_{kj} \geq 0, (k = \overline{1,3}; j = \overline{1,3}).$$

Обсяги зерна, що поставляються за контрактами країнам-імпортерам, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Обсяги поставок зерна в країни-імпортери

Країна-імпортер	Порт	Кількість, тис т
Китай	Гуанчжоу	100
	Шанхай	80
Індонезія	Джакарта	120
Всього	3	300

Сумарний обсяг потужностей зернових елеваторів становить 718,19 тис т, чого цілком достатньо, щоб задовольнити наявний попит в 300 тис т.

Прямі поставки в пункт призначення неможливі. Зерно перевалюється через порти Одеса, Южний, Миколаїв (табл. 2).

Таблиця 2

Пропускні спроможності зерна вибраних портів перевалки

Назва порту	Річна пропускна спроможність тис т	Розрахункова пропускна спроможність, тис т
Одеса	10600	90
Южний	17000	140
Миколаїв	14100	150

Вартість перевезення включає у себе кілька частин: тариф на транспортування; вартість додаткових операцій і послуг, пов'язаних із перевезенням вантажу; оплата

послуг експедитора за організацію транспортування вантажу.

Є низка факторів, від яких безпосередньо залежить вартість транспортування вантажу. По-перше, обсяг, що перевозиться. Як правило, коли певний обсяг вантажо-перевезень досягнутий, перевізник надає систему знижок на тариф за транспортування. По-друге, відстань транспортування. По-третє, маса вантажу. По-четверте, небезпека вантажу. По-п'яте, ризик і сезонність. Вартість транспортування партії вантажу внутрішнім транспортом залежить від дальності перевезення і кількості тонн. Для знаходження цього показника розраховано відстані між елеваторами і портами перевалки трьома можливими способами транспортування.

Далі визначимо вартість перевезення кожним видом транспорту.

Із використанням автомобільного транспорту:

$$C^1_{ik} = C^1_{1км} \cdot l^1_{ik}, \quad (10)$$

де $C^1_{1км}$ – вартість транспортування 1 т вантажу авто-транспортом від i -го елеватора до k -го порту перевалки з розрахунку на 1 км (0,049 дол. США /ткм);

l^1_{ik} – дальність перевезення автотранспортом, км.

Розрахуємо вартість перевезення автотранспортом для маршруту Кам'янка-Дніпровська – Одеса:

$C^1_{11} = C^1_{1км} \cdot l^1_{11} = 0,049 \cdot 395 = 19,36$ дол. США за допомогою залізничного транспорту:

$$C^2_{ik} = C^2_{1км} \cdot l^2_{ik}, \quad (11)$$

де $C^2_{1км}$ – вартість транспортування 1 т вантажу від i -го елеватора до k -го порту перевалки з розрахунку на 1 км (0,03 дол. США/ткм);

l^2_{ik} – дальність перевезення залізничним транспортом, км.

Розрахуємо вартість перевезення залізничним транспортом для маршруту Глобинський – Одеса:

$C^2_{11} = C^2_{1км} \cdot l^2_{11} = 0,03 \cdot 429 = 12,87$ (дол. США) із використанням річкового транспорту:

$$C^3_{ik} = C^3_{1км} \cdot l^3_{ik}, \quad (12)$$

де $C^3_{1км}$ – вартість транспортування 1 т вантажу з розрахунку на 1 км від i -го елеватора до k -го порту перевалки (0,02 дол. США/ткм);

l^3_{ik} – дальність перевезення залізничним транспортом, км.

Розрахуємо вартість перевезення річковим транспортом для маршруту Кам'янка-Дніпровська – Миколаїв:

$$C^3_{13} = C^3_{1км} \cdot l^3_{13} = 0,02 \cdot 266 = 5,32 \text{ (дол. США)}.$$

Інші варіанти маршрутів зводимо в табл. 3.

Фрахт за перевезення зерна, як і будь-яких інших наливних вантажів, приймається як дол. США за 1 т вантажу На розрахунок ставок фрахту впливають ціна робіт з навантаження і розвантаження товару, вартість палива, збори в портах і багато іншого.

Значення середніх ставок фрахту для суден класів від Supramax до Capesize за 2019 р. зведемо у табл. 4.

Як параметр управління на наземній ділянці прийемо кількість вантажу, що доставляється різними видами транспорту від елеваторів до портів перевалки. Параметром управління на морській ділянці буде кількість вантажу, що перевозиться з українських портів до іноземних.

Для розрахунку в середовищі Microsoft Excel двоетапної транспортної задачі подамо вихідні дані в табличній формі (табл. 5).

Вихідні дані для вирішення завдання вибору маршруту доставки (морський шлях) представлено в табл. 6. У відповідних клітинках таблиці занесено витрати на транспортування 1 т зерна від портів відправлення до портів призначення.

Таблиця 3

Вартість видів транспорту на доставку 1 т до портів перевалки, дол. США/т

	Порти перевалки								
	Одеса			Южний			Миколаїв		
	Спосіб доставки								
	а/т	з/т	р/т	а/т	з/т	р/т	а/т	з/т	р/т
Кам'янка-Дніпровська	19,36	-	-	17,05	-	-	12,74	-	5,32
Глобинський	23,86	-	-	20,97	-	-	16,66	-	-
Мар'янівський	29,69	8,91	-	25,43	11,22	-	21,46	13,62	-
Вітове	20,97	-	-	18,91	-	-	14,46	-	11,48
Голопристанський	12,1	-	-	9,95	-	-	5,64	-	1,94
Золотоніський	24,06	-	-	26,12	-	-	17,79	-	-
Деніховський	18,33	-	-	20,48	-	-	18,57	-	-
Переяславський	27,34	-	-	29,5	-	-	20,48	-	15
Градизьк	23,08	-	-	19,85	-	-	15,53	-	11,8
Кременчуцький	22,93	14,07	-	19,5	14,67	-	15,39	10,02	11,28

Таблиця 4

Фрахтові ставки на перевезення між портами відправлення і призначення, дол. США/т

	Джакарта	Гуанчжоу	Шанхай
Одеса	35	38	40
Южний	35	38,5	41
Миколаїв	36	40	41,5

Представимо економіко-математичну модель у числовому вигляді.

Умова невід'ємності змінних:

$$x_{ik}^t \geq 0, (i = \overline{1,10}; k = \overline{1,3}; t = \overline{1,3}), \quad x_{kj} \geq 0, (k = \overline{1,3}; j = \overline{1,3})$$

Вирішуємо задачу за допомогою опції «пошук рішень» у середовищі Microsoft Excel. Після розрахунків отримано оптимальний план, і з його застосуванням витрати на транспортування 300 тис т сумарно дорівнюватимуть 14 928 000 дол. США (табл. 7, 8).

$$z = 5,85 \cdot 32 + 12,87 \cdot 40 + 8,91 \cdot 28 + 15,44 \cdot 6 + 11,80 \cdot 28 + 2,13 \cdot 30 + 14,96 \cdot 32 + 16,72 \cdot 2 + 16,50 \cdot 24 + 16,20 \cdot 42 + 10,02 \cdot 36 + 38 \cdot 30 + 40 \cdot 70 + 38,5 \cdot 50 + 36 \cdot 100 + 41,5 \cdot 50 = 14\,928 \text{ (тис дол. США)}$$

Графічну ілюстрацію рішення задачі побудови оптимальних схем доставки пшениці наземним та морським транспортом зображено на рис. 1.

Розрахуємо економічний ефект від застосування розробленої схеми доставки пшениці до країн Азії (13):

$$\Delta Z = Z_{\text{баз}} - Z_{\text{пр}}, \quad (13)$$

де ΔZ – отриманий економічний ефект;

$Z_{\text{баз}}$ – сумарні витрати за базовим варіантом;

$Z_{\text{пр}}$ – сумарні витрати за проєктивним варіантом.

Для розрахунку базового варіанту приймаємо варіант транспортування з тими ж вихідними даними (елеватори, вартість доставки, порти перевалки та призначення) з використанням залізничного та автомобільного транспорту, але без річкового. Розрахунок виконуємо за допомогою опції «пошук рішень» у середовищі Microsoft Excel.

У результаті отримано оптимальний план, і з його застосуванням витрати на транспортування 300 тис тонн сумарно дорівнюватимуть 15 152 тис дол. США.

$$Z_{\text{БАЗ}} = 13,92 \cdot 32 + 12,87 \cdot 40 + 8,91 \cdot 28 + 11,80 \cdot 34 + 4,60 \cdot 30 + 14,96 \cdot 32 + 16,72 \cdot 2 + 16,20 \cdot 16 + 12,68 \cdot 26 + 10,02 \cdot 36 + 38 \cdot 30 + 40 \cdot 70 + 38,5 \cdot 50 + 100 \cdot 36 + 41,5 \cdot 50 = 15\,152 \text{ (тис. дол. США)}$$

Таблиця 5

Вихідні дані для вирішення задачі вибору елеватора відвантаження і наземного транспорту

№	Елеватори	Вартість доставки, дол./т									Запаси, тис т
		Одеса (1)			Южний (2)			Миколаїв (3)			
		а/т (1)	з/т (2)	р/т (3)	а/т (1)	з/т (2)	р/т (3)	а/т (1)	з/т (2)	р/т (3)	
1	Кам'янка-Дніпровська	19,36	200	200	17,05	200	200	12,74	200	5,32	32
2	Глобинський	23,86	12,87	200	20,97	15,18	200	16,66	11,13	200	40
3	Мар'янівський	29,69	8,91	200	25,43	11,22	200	21,46	13,62	200	28
4	Вітове	20,97	200	200	18,91	200	200	14,46	200	11,48	38
5	Голопристанський	12,1	200	200	9,95	200	200	5,64	200	1,94	30
6	Золотоніський	24,06	200	200	26,12	200	200	17,79	200	200	46
7	Деніховський	18,33	200	200	20,48	200	200	18,57	200	200	30
8	Переяславський	27,34	200	200	29,5	200	200	20,48	200	15	28
9	Градизьк	23,08	200	200	19,85	200	200	15,53	200	11,8	42
10	Кременчуцький	22,93	14,07	200	19,5	14,67	200	15,39	10,02	11,28	36
Квота з перевалки в портах, тис т		90			140			150			

Таблиця 6

Вихідні дані для вирішення завдання вибору порту перевалки

Порти перевалки /призначення	Вартість доставки, дол./т			Квота, тис т
	Джакарта	Гуанчжоу	Шанхай	
Одеса (1)	35	38	40	90
Южний (2)	35	38,5	41	60
Миколаїв (3)	36	40	41,5	150
Потреба в порту призначення, тис т	100	80	120	

Таблиця 7

Результати рішення задачі вибору елеватора відвантаження і наземного транспорту

№	Елеватори	Кількість зерна, т									Відвантажено, тис т
		Одеса (1)			Южний (2)			Миколаїв (3)			
		а/т (1)	з/т (2)	р/т (3)	а/т (1)	з/т (2)	р/т (3)	а/т (1)	з/т (2)	р/т (3)	
1	Кам'янка-Дніпровська	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32
2	Глобинський	0	40	0	0	0	0	0	0	0	40
3	Мар'янівський	0	28	0	0	0	0	0	0	0	28
4	Вітове	0	0	0	6	0	0	28	0	0	34
5	Голопристанський	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30
6	Золотоніський	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Деніховський	32	0	0	2	0	0	0	0	0	34
8	Переяславський	0	0	0	0	0	0	0	0	24	24
9	Градизьк	0	0	0	42	0	0	0	0	0	42
10	Кременчуцький	0	0	0	0	0	0	0	36	0	36
Використана квота, тис т		100			50			150			

Таблиця 8

Результати рішення задачі вибору порту перевалки

Порти перевалки /призначення	Кількість зерна, тис т			Використана квота, тис т
	Джакарта	Гуанчжоу	Шанхай	
Одеса (1)	0	30	70	100
Южний (2)	0	50	0	50
Миколаїв (3)	100	0	50	150
Задоволена потреба в порту призначення, т	100	80	120	

Рис. 1. Закріплення вантажопотоку за схемами та видами транспорту

Результати рішення задачі вибору порту перевалки за базовим варіантом

Порти перевалки /призначення	Кількість зерна, тис т			Використана квота, тис т
	Джакарта	Гуанчжоу	Шанхай	
Одеса (1)	0	30	70	100
Южний (2)	0	50	0	50
Миколаїв (3)	100	0	50	150
Задоволена потреба в порту призначення, т	100	80	120	

Рис. 2. Схема доставки пшениці за базовим варіантом

Отриманий розподіл вантажу зведемо в табл. 9.

Схема доставки пшениці в кількості 300 тис т за базовим варіантом на внутрішньому сполученні двома видами наземного транспорту і морським транспортом зображена на рис. 2.

Для значень $Z_{\text{баз}} = 15152$ (тис дол. США) і $Z_{\text{пр}} = 14928$ (тис дол. США) розрахуємо значення економічного ефекту за формулою (13):

$$\Delta Z = 15152 - 14928 = 224 \text{ (тис дол. США)}.$$

Отримане значення є додатнім, що свідчить про те, що використання знайденого проєктного варіанту, окрім прибутку з базового плану, допоможе додатково отримати за транспортування річковим транспортом 224 тис дол. США.

Висновки. Порівняння проєктної та базової логістичних схем доставки пшениці показали доцільність заміни

деяких неоптимальних маршрутів на більш ефективні і дешеві шляхом використання річкового транспорту. Розрахований економічний ефект показав, що з використанням нового оптимального маршруту можливо не тільки отримувати попередній прибуток, а й зменшити транспортні витрати за всіма маршрутами на 224 тис дол. США. Беручи до уваги частку вантажопотоку, закріпленого за річковим транспортом, можна зробити висновок, що транспортування зерна по Дніпру річковим транспортом є перспективним варіантом розвитку річкової експортної зернової логістики в Україні. Це також допоможе залучити інвестиції в Україну, дасть змогу зменшити навантаження на автомобільні дороги та збільшити період їх експлуатації, що дає певний економічний ефект у державному масштабі.

Список використаних джерел:

1. Експорт з України зернових, зернобобових та борошна. Інформаційно-аналітичний портал АПК України : вебсайт. URL: <https://agro.me.gov.ua/ua/investoram/monitoring-stanu-apk/eksport-z-ukrayini-zernovih-zernobobovih-ta-boroshna> (дата звернення: 12.03.2021).
2. Милославская С.В., Плужников К.И. Мультимодальные и интермодальные перевозки. Москва, 2001. 368 с.
3. Левиков Г.А., Тарабанько В.В. Смешанные перевозки (состояние, проблемы, тенденции). Москва, 2008. 320 с.
4. Резер С.М. Управление транспортным комплексом. Москва, 1988. 315 с.
5. Панарин П.Я. Организация работы линейного флота. Москва, 1980. 192 с.
6. Постан М.Я., Крук Ю.Ю. Разработка и анализ динамической модели оптимизации взаимодействия транспортных потоков на портовом терминале. Восточноевропейский журнал передовых технологий. 2016. № 1/3(79). С. 19–23.

7. Шварцман А.П., Громовой Э.П. Математические методы и модели в планировании и управлении на морском транспорте. Москва, 1970. 360 с.
8. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. Москва, 1969. 382 с.
9. Зайченко Ю.П. Исследование операций. Киев, 1979. 392 с.
10. ІНКОТЕРМС 2020: особливості можливого застосування. Вісник. Офіційно про податки : вебсайт. URL: <http://www.visnuk.com.ua/ru/news/100015209-inkoterm-2020-osoblivosti-mozhlivogo-zastosuvannya-1> (дата звернення: 12.03.2021).

References:

1. *Eksport z Ukraini zernovikh, zernobobovikh ta boroshna. Informatsiyno-analitichnyi portal APK Ukraini* [Export of cereals, legumes and flour from Ukraine. Information and analytical portal of the agro-industrial complex of Ukraine]. Available at: <https://agro.me.gov.ua/ua/investoram/monitoring-stanu-apk/eksport-z-ukrayini-zernovih-zernobobovih-ta-boroshna> (accessed 12 March 2021).
2. Miloslavskaya S.V., Pluzhnikov K.I. (2001) *Multimodalnye i intermodalnye perevozki* [Multimodal and intermodal transport]. Moscow: Nauka. (in Russian)
3. Levikov G.A., Tarabanko V.V. (2008) *Smeshannye perevozki (sostoyanie, problemy, tendentsii)* [Multimodal transport (status, problems, trends)]. Moscow: Nauka. (in Russian)
4. Rezer S.M. (1988) *Upravlenie transportnym kompleksom* [Management of the transport complex]. Moscow: Nauka. (in Russian)
5. Panarin P.Ya. (1980) *Organizatsiya raboty lineynogo flota* [Organization of the work of the battle fleet]. Moscow: Nauka. (in Russian)
6. Postan M.Ya., Kruk Yu.Yu. (2016) *Razrabotka i analiz dinamicheskoy modeli optimizatsii vzaimodeystviya transportnykh potokov na portovom terminale* [Development and analysis of a dynamic model for optimizing the interaction of transport flows at a port terminal]. *Vostochno-Evropeyskiy Zhurnal Peredovykh Tekhnologiy*, no. 1/3 (79), pp. 19–23.
7. Shvartsman A.P., Gromovoy E.P. (1970) *Matematicheskie metody i modeli v planirovanii i upravlenii na morskoy transporte* [Mathematical methods and models in planning and management of maritime transport]. Moscow: Nauka. (in Russian)
8. Golshteyn E.G., Yudin D.B. (1969) *Zadachi lineynogo programmirovaniya transportnogo tipa* [Linear programming problems of the transport type]. Moscow: Nauka. (in Russian)
9. Zaychenko Yu.P. (1979) *Issledovanie operatsiy* [Operations research]. Kyiv: Vyshcha shkola. (in Russian)
10. *INKOTERMS 2020: osoblivosti mozhlivogo zastosuvannya. Visnik. Ofitsiyno pro podatki* [Incoterms 2020: features of possible application. Vestnik. Officially about taxes]. Available at: <http://www.visnuk.com.ua/ru/news/100015209-inkoterm-2020-osoblivosti-mozhlivogo-zastosuvannya-1> (accessed 12 March 2021).

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМ ЭКСПОРТА УКРАИНСКОГО ЗЕРНА В СТРАНЫ-ПОТРЕБИТЕЛИ АЗИАТСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В работе исследуется экспорт зерновых грузов (на примере пшеницы) для компании «Нибулон». Авторы рассмотрели доставку пшеницы от элеваторов отгрузки компании «Нибулон» в страны Азии, с которыми заключен контракт на поставку зерна с промежуточным этапом, – перевалка в портах Одесса, Южный и Николаев. Указанный груз перевозится из элеваторов в порты перевалки железнодорожным, автомобильным и речным транспортом. В международном сообщении транспортировка происходит с помощью морского транспорта. Для расчета логистических схем доставки экспортного груза сформирована экономико-математическая модель двухэтапной транспортной задачи. В результате решения задачи по составленной экономико-математической модели сформированы логистические схемы доставки экспортного грузопотока пшеницы от элеваторов отгрузки компании «Нибулон» через порты Черноморского региона в страны-импортеры Азиатского региона.

Ключевые слова: зерновые грузы, логистические схемы доставки, порты Украины, экспорт, транспортная задача.

REGARDING THE EFFICIENCY OF LOGISTICS SCHEMES FOR EXPORTING UKRAINIAN GRAIN TO CONSUMER COUNTRIES IN THE ASIAN REGION

Summary. The paper examines the export of grain cargo (for example, wheat) for the company "Nibulon". The authors considered the delivery of wheat from the grain elevators of the Nibulon company to Asian countries, with which a contract for the supply of grain with an intermediate stage-transshipment in the ports of Odessa, Yuzhny and Nikolaev. The task of the supplier company is to ensure that the conditions for grain delivery are met in accordance with the concluded contracts with importing countries, as well as to select transshipment ports and justify the type of vehicles used in the delivery of grain cargo flow from grain elevators to transshipment ports, by forming optimal delivery schemes. The specified cargo is transported from elevators to transshipment ports by rail, road and river transport. In international traffic, transportation is carried out by sea transport. To calculate the logistics schemes for the delivery of export cargo, an economic and mathematical model of a two-stage transport problem was formed. The article formulated the transport problem of grain delivery from grain elevators through transshipment ports to the destination country (port). Cargo delivery is carried out in a mixed connection (Sea part of the way and land). Cargo transshipment can be carried out in ports. A route of cargo delivery from senders to recipients was chosen, and a mode of transport that provides overall minimal costs. As a result of solving the problem according to the compiled economic and mathematical model, logistics schemes for the delivery of export cargo flow of wheat from the grain elevators of the Nibulon company through the ports of the Black Sea region to the importing countries of the Asian region were formed. The calculated economic effect showed that using the new optimal route, it is possible not only to get the previous profit, but also to reduce transportation costs on all routes. Taking into account the share of cargo traffic assigned to river transport, we can conclude that grain transportation along the Dnieper river by river transport is a promising option for the development of river export grain logistics in Ukraine.

Key words: grain cargo, logistics schemes of delivery, ports of Ukraine, export, transport task.