

УДК 338.43 : 519.710.34

ЕЛЕВАТОРНА МЕРЕЖА РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ: АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ

А. В. Трофимчук

студент 5 курсу, група ЕК-51, навчально-науковий інститут економіки та менеджменту
Науковий керівник – старший викладач Т. Ю. Бабич

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

Стаття присвячена проблемі розширення мережі елеваторних комплексів у Рівненській області, яка обумовлена слабким розвитком наявної інфраструктури. Проаналізовано стан зерновиробництва та забезпечення елеваторними потужностями районів Рівненської області. Виконано постановку та побудовано математичну модель задачі на оптимізацію розміщення двох та трьох елеваторних комплексів.

Ключові слова: зерновиробництво, елеваторні потужності, графи та мережі, перевезення, мінімізація транспортних витрат.

Статья посвящена проблеме расширения сети элеваторных комплексов в Ровенской области, которая обусловлена слабым развитием существующей инфраструктуры. Проанализировано состояние зернопроизводства и обеспечения элеваторных мощностей районов Ровенской области. Выполнена постановка и построена математическая модель задачи на оптимизацию размещения двух и трех элеваторных комплексов.

Ключевые слова: зернопроизводство, элеваторные мощности, графы и сети, перевозки, минимизация транспортных расходов.

This article is devoted to the problem of expansion of the network of elevator complexes in the Rivne region, which is due to the weak development of the existing infrastructure. The article analyzes the state of grain production and provision of elevator power in the districts of the Rivne region. A statement was made and a mathematical model of the problem for optimization of placement of two and three elevator complexes was constructed.

Keywords: grain production, elevator power, graphs and networks, transportation, minimization of transport costs.

Україна є аграрною державою і має значний потенціал для розвитку та процвітання аграрного сектору. Вирощування сільськогосподарської продукції в основному орієнтується на зернові культури. Зерно є в першу чергу джерелом продовольчої безпеки держави. Також, завдяки здатності до тривалого зберігання та високій транспортабельності є дуже вигідним для експорту. Однак зерновий експорт стримується інфраструктурними складнощами: браком рухомого складу, потужностей зернових терміналів, елеваторів; низькою якістю експортного зерна, що обумовлена дефіцитом елеваторних потужностей та ін.

Дослідженням динаміки виробництва та експорту зерна були присвячені праці таких науковців як П. Т. Саблука, П. М. Грицюка, Б. Й. Пасхавера, В. І. Бойко, П. І. Гайдуцького, В. Я. Месель-Веселяка, О. М. Шпичака, С. І. Наконечного, В. В. Юрчишина, Ю. В. Ігнатової та інших. Автори вказаних досліджень зауважують невідповідність існуючої інфраструктури зернопереробної галузі зростаючим обсягам виробництва зерна в Україні. Крім того, в даних дослідженнях лише в роботі [1] проблема визначення місця побудови нового елеватора вирішується з використанням математичних методів. Протягом останніх років в Україні, зокрема в Рівненській області, спостерігається збільшення темпів побудови нових елеваторів, водночас відсутні публікації щодо наукового вирішення питання: в якому районі області вигідніше розмістити новий елеваторний комплекс, враховуючи критерій найменших

майбутніх витрат на перевезення зерна від місця збору до місця збереження.

У Рівненській області спостерігається зростання збору врожаю зерна. Так, якщо у 2010 р. врожай зернових склав 635,8 тис. т, то у 2016 р. вже 1300,5 тис. т. Водночас, загальні потужності для зберігання зерна станом на 2016 рік становлять лише 366,5 тис. т. Область відчуває гостру потребу в елеваторах для збереження вирощеного врожаю зернових культур, основна частина якого зібрана в південній частині області.

Розв'яжемо задачу про визначення місця побудови нового елеваторного комплексу в Рівненській області, згідно постановки транспортної задачі з невстановленим розташуванням користувачів на транспортній мережі. Це розташування сплануємо, взявши за мету мінімізацію транспортних витрат. Задача про оптимальне розташування одного елеваторного комплексу є аналогічною до задачі про розміщення школи на мережі.

Для спрощення вважатимемо, що всі внутрішньообласні перевезення зерна здійснюються автомобільним транспортом від одного районного центру до іншого. Якщо планується будівництво одного елеваторного комплексу, математична модель задачі має вигляд

$$\min \sum_{i=1}^n d_{ij} x_i, \quad (1)$$

де d_{ij} – відстань між центрами районів i та j , x_i – надлишок зерна в i -му районі. Задачі такого типу називають мінісумними.

Розглянемо 8 районів Рівненської області, де спостерігається найбільший врожай зернових, а саме: Демидівський, Корецький, Острозький, Гощанський, Дубенський, Здолбунівський, Млинівський та Рівненський. Матрицю відстаней між центрами районів Рівненської області, які розглядаються у якості перспективних місць розташування елеваторних комплексів, подано у табл. 1.

Таблиця 1

Відстані між районними центрами Рівненської області (км)

Райони	Демидівський	Корецький	Острозький	Гощанський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Рівненський
Демидівський	0	147	106	116	43	90	24	80
Корецький	147	0	72	36	118	74	125	67
Острозький	106	72	0	36	65	31	83	47
Гощанський	116	36	36	0	86	43	92	34
Дубенський	43	118	65	86	0	60	25	50
Здолбунівський	90	74	31	43	60	0	66	14
Млинівський	24	125	83	92	25	66	0	57
Рівненський	80	67	47	34	50	14	57	0
Дефіцит елеваторних потужностей (тис. т)	43,18	50,13	52,86	68,57	19,28	22,84	88,37	23,28
Затрати на перевезення	27,79	29,19	21,04	20,28	21,85	19,50	21,31	17,95
Умовний радіус (км)	5,48	7,57	7,43	7,42	9,77	7,24	8,67	9,67
Обсяг внутрішньо-обласних перевезень (млн т)	0,236	0,379	0,393	0,509	0,188	0,165	0,766	0,225
Уточнені затрати на перевезення (млн грн)	27,91	29,38	21,24	20,53	21,94	19,58	21,70	18,06

При побудові цільової функції необхідно також врахувати обсяг внутрішньообласних перевезень для i -го регіону, для оцінки якого ми використали вираз

$$F_{0i} = R_i x_i / 2. \quad (2)$$

Тут R_i – умовний радіус району, визначений з виразу $S_i = 4\pi R_i^2$, де S_i – площа даного району. Уточнене значення цільової функції буде мати наступний вигляд

$$F = \min_j \left(\sum_{i=1}^n d_{ij} x_i + R_i x_i / 2 \right), \quad j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Оптимальне місце розташування елеваторного комплексу визначається з рівності

$$j_0 = \arg \min_j F, \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

де j_0 – індекс районного центру, вибраного для розміщення елеваторного комплексу на основі викладених вище міркувань.

Обсяг витрат визначається із співвідношення cF_{j_0} . Умові мінімальних витрат задовільняє Рівненський район (18,06 млн грн). Отже, якщо розміщувати один елеваторний комплекс, то оптимальним місцем розташування буде місто Рівне.

Якщо планується будівництво двох елеваторів, спочатку необхідно здійснити розбиття початкової множини областей на 2 кластери. Критерієм розбиття буде мінімізація перевезень великих кількостей зерна на великі відстані. Затрати на перевезення між двома відповідними районними центрами відображаються як зважені відстані, для розрахунку яких слід звичайну відстань перемножити на менший із елеваторних дефіцитів, які відповідають даним містам.

Побудуємо допоміжну матрицю зважених відстаней V (табл. 2), кожен елемент якої визначається за співвідношенням

$$v_{ij} = d_{ij} \cdot \min(x_i, x_j). \quad (5)$$

Таблиця 2

Зважені відстані між центрами районів Рівненської області

№ з/п	Райони	Демидівський	Корецький	Острозький	Гоцанський	Дубенський	Здолбунівський	Млинівський	Рівненський
1	Демидівський	0,00	6,35	4,58	5,01	0,83	2,06	1,04	1,86
2	Корецький	6,35	0,00	3,61	1,81	2,28	1,69	6,27	1,56
3	Острозький	4,58	3,61	0,00	1,90	1,25	0,71	4,39	1,09
4	Гоцанський	5,01	1,81	1,90	0,00	1,66	0,98	6,31	0,79
5	Дубенський	0,83	2,28	1,25	1,66	0,00	1,16	0,48	0,96
6	Здолбунівський	2,06	1,69	0,71	0,98	1,16	0,00	1,51	0,32
7	Млинівський	1,04	6,27	4,39	6,31	0,48	1,51	0,00	1,33
8	Рівненський	1,86	1,56	1,09	0,79	0,96	0,32	1,33	0,00
Дефіцит елеваторних потужностей		43,18	50,13	52,86	68,57	19,28	22,84	88,37	23,28

Алгоритм кластеризації має наступний вигляд [2]:

1. Визначаємо найбільший елемент матриці $\max_1 = V_{ij}$. Помічаємо i – «червоний» рядок; j – «синій» стовпець. Області A_i та A_j відносимо до різних кластерів.

2. Визначаємо наступний елемент матриці $\max_2 = V_{pq}$ в порядку спадання. Якщо $p = i$, то q -а область буде віднесена до «синього» регіону; якщо $q = j$, то p -а область буде віднесена до «червоного» регіону.

3. Якщо $(p \neq i) \wedge (q \neq j)$, то за умови $d_{pi} < d_{pj}$ p -а область буде віднесена до «червоного» регіону; якщо $d_{pi} \geq d_{pj}$, то p -а область буде віднесена до «синього» регіону; якщо $d_{iq} < d_{jq}$, то q -а область буде віднесена до «червоного» регіону; якщо $d_{iq} \geq d_{jq}$, q -а область буде віднесена до «синього» регіону.

Пункти 2-3 виконуємо до того часу, поки вся множина об'єктів не буде класифікована. Центри кластерів, тобто вузли у яких доцільно розмістити елеватори, визначаємо за мінісумним принципом (1).

Після застосування алгоритму кластеризації початкової множин районів, було визначено 2 кластери з центрами (місцем побудови елеваторних комплексів) в Млинівському та Гощанському районах (рис. 1). При розбитті регіону на 3 кластери, отримали в якості місць побудови 3-х елеваторних комплексів Млинівський, Гощанський та Острозький райони (рис. 2).



Рис. 1. Розбиття районів області на 2 кластери



Рис. 2. Розбиття районів області на 3 кластери

Сумарні затрати на перевезення зерна наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Аналіз уточнених затрат на перевезення зерна

Поділ області	Райони	Уточнені затрати на перевезення (млн грн)
I кластер	Рівненський	18,06
II кластери	Гощанський	8,18
	Млинівський	
III кластери	Гощанський	6,3
	Острозький	
	Млинівський	

Висновки: Нами розв'язано декілька варіантів задачі про оптимальне планування розміщення елеваторних комплексів в Рівненській області. Можна зробити наступні висновки:

- при побудові 1 елеватору, його доцільно буде розмістити в Рівненському районі;
- при побудові 2 елеваторів, їх доцільно розмістити в Гощанському та Млинівському районах;
- при можливому інвестуванні коштів для побудови 3-х елеваторних комплексів, їх рекомендовано розмістити в таких районах як Гощанський, Острозький та Млинівський.

Сумарні затрати на перевезення зерна у випадку побудови 3-х елеваторних комплексів становитимуть 6,3 млн грн. Це втричі менше від вартості перевезень у випадку побудови одного елеваторного комплексу, та у 1,3 разів менше ніж у випадку побудови двох елеваторних комплексів. Таким чином, при плануванні елеваторних потужностей для мінімізації загальних витрат на перевезення зерна, кращим варіантом є побудова 3-х елеваторних комплексів.

Список використаних джерел:

1. Грицюк П. М. Оптимальне планування елеваторної мережі України / П. М. Грицюк, Т. Ю. Бабич // Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки. – 2015. – № 3. – С. 50–57. 2. Кристофидес Н. Теорія графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес ; [перев. с англ. под ред. Г. Гаврилова]. – М. : Мир, 1978. – 432 с.