

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-13>

УДК 519.8

СТВОРЕННЯ КЛАСТЕРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ В ЦІЛЯХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

DEVELOPMENT OF CLUSTERS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES FOR THE PURPOSE OF ENSURING ECONOMIC SECURITY

Станіна Ольга Дмитрівна

кандидат технічних наук,

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6754-0317>

Stanina Olha

Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs

Сталий розвиток та конкурентоспроможність сільського господарства забезпечують продовольчу безпеку – одну з найважливіших складових як економічної, так і національної безпеки країни. Одним з основних питань, які виникають при створенні кластерів, є питання взаємного розміщення його об'єктів. В роботі запропоновано нову модель та метод кластеризації сільськогосподарських підприємств (СГП) в цілях підвищення конкурентоспроможності, а отже забезпечення їх економічної безпеки. Надано результати використання запропонованої моделі та методу на прикладі задачі кластеризації початкової області засівання пшениці на зони збору сировини. Зроблено висновок, що створення кластерів сприяє підвищенню конкурентоспроможності виробництва, зниженню витрат, а отже зміцненню економічної безпеки підприємств, що входять до складу кластеру.

Ключові слова: розміщення, кластеризація, сільське господарство, продовольча безпека, економічна безпека.

Устойчивое развитие и конкурентоспособность сельского хозяйства обеспечивают продовольственную безопасность – одну из важнейших составляющих как экономической, так и национальной безопасности страны. Одним из основных вопросов, возникающих при создании кластеров является вопрос взаимного расположения его объектов. В работе предложена новая модель и метод кластеризации сельскохозяйственных предприятий в целях повышения конкурентоспособности. Представлены результаты использования предложенной модели и метода на примере задачи кластеризации начальной области засева пшеницы на зоны сбора сырья. Сделан вывод, что создание кластеров способствует повышению конкурентоспособности производства, снижению затрат, а следовательно укреплению экономической безопасности предприятий, входящих в состав кластера.

Ключевые слова: размещения, кластеризация, сельское хозяйство, продовольственная безопасность, экономическая безопасность.

The article is devoted to exploring the issue of creating clusters of agricultural enterprises in order to ensure economic security. Sustainable development and competitiveness of agriculture enable food security – one of the most important components of both economic and national security of the country. A cluster consisting of resource-dependent enterprises that are located near a natural resource deposit is one example of the existence of an agricultural enterprise. In the context of an agricultural enterprise, sowing fields and granaries would be mentioned. One of the main issues that arise while creating clusters is the question of the mutual placement of its objects. Most of these tasks, solved in practice, correspond to a situation where the number of objects is discrete. However, in practice, situations where the number of objects is too large often take place, and it is better to use a continuous model instead of a discrete one. The paper proposes a new model and method of solving problems of clustering of agricultural enterprises in order to increase competitiveness and thus ensure their economic security. The principle of functioning of an agricultural enterprise on the example of a two-stage system is considered. The results of using the proposed model and method on the example of the problem of clustering the initial area of wheat sowing into raw material collection areas are presented. The obtained zoning of the initial area and the corresponding connections

between the granary and enterprises (consumers) are introduced. It is pointed out that in numerous experiments it can be concluded that this method of solving the problem gives a more cost-effective solution, in terms of transport costs, compared with the two-stage method of solving the problem, which first finds a service area, and then solves transport task. It is concluded that the creation of clusters facilitates to increase the competitiveness of production, reduce costs, and thus strengthen the economic security of enterprises that are part of the cluster. In general, such activities contribute to socio-economic development and increase the competitiveness of the national economy.

Keywords: location, clustering, agriculture, food security, economic security.

Постановка проблеми. Розвиток сільськогосподарства має особливе значення в сучасній Україні та її економіці, адже саме він відноситься до одних з ключових компонентів підтримки життєдіяльності суспільства. А отже, сталий розвиток та конкурентоспроможність підприємств сільськогосподарства забезпечує продовольчу безпеку – одну з найважливіших складових як економічної, так і національної безпеки країни в цілому.

Одним зі способів існування СГП є створення кластерів. Як відомо, якісний процес кластеризації забезпечує: стійкі та ефективні зв'язки; інформаційний обмін, що сприяє покращенню технічно-економічних характеристик; зниження витрат; підвищення обсягу продукції; а також, як наслідок, загальне зростання конкурентоспроможності підприємств.

Надалі під кластером будемо розуміти певне угруповання СГП або складових частин складного виробництва, що сконцентровані на одній території та об'єднані між собою певною господарською діяльністю. Будемо вважати, що належність певному кластеру визначається в першу чергу транспортною доступністю та потужністю відповідного підприємства.

Як зазначає М. Потера [1], одним з видів кластерів є кластер, що складається з ресурсозалежних підприємств, які розташовані поблизу родовища природних ресурсів. В умовах СГП мова буде йти про посівні поля та зерносховища. Одним з основних питань, які виникають при створенні кластерів, є питання взаєморозміщення його об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Постійна зацікавленість проблемою взаємного розміщення об'єктів підтверджується великою кількістю публікацій, присвячених розробці математичних моделей, ефективних методів і алгоритмів розв'язування різних задач розміщення, серед яких слід виділити дослідників в області економіки (В. Лаунхардт, М. Вебер, І. Тюнен), дискретного програмування (Drezner Z., Namacher H., В.Л. Береснев, Е.Х. Гімаді, В.С. Михалевич, В.А. Трубін, Н.З. Шор) та ін.

Слід зазначити, що більшість задач такого типу, що вирішуються на практиці, відповідає ситуації, коли кількість споживачів (або під-

приємств, стосовно яких відбувається кластеризація) дискретна. Такий тип задач є досить дослідженим; численні статті [2–3], що присвячені дискретним задачам, використовують в більшості своїй різноманітні евристичні алгоритми, на кшталт генетичних чи мурав'їних.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак, на практиці часто зустрічаються ситуації, коли кількість об'єктів занадто велика, і доцільнішим є використання не дискретної моделі, а неперервної. Розробкою ж моделей та математичних методів неперервних задач займаються окрема група дослідників [4–5], які, в більшості своїй, використовують метод розв'язку задач оптимального розбиття множин, який і було взято за основи у використаній далі методиці.

Формулювання цілей статті. Таким чином, метою даної роботи є пропозиція нових моделей та методів кластеризації СГП з урахуванням декількох етапів виробничого процесу в цілях підвищення конкурентоспроможності та забезпечення економічної безпеки СГП.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглянемо принцип функціонування СГП на прикладі двоетапної системи. З фізичної точки зору, така система буде працювати наступним чином. На першому етапі виробництва здійснюється збір певного ресурсу (наприклад, пшениці), який неперервно розподілений на певній території. Після цього цей ресурс доставляється до зерносховищ (центри першого етапу), звідки постачається споживачам чи підприємствам, які займаються його переробкою (центри другого етапу). За кожним центром першого етапу, як правило, закріплюється територія (зона) його обслуговування.

Для формування математичної постановки запропонованої задачі введемо такі позначення: Ω – область, у якій розміщуються підприємства; N – необхідна кількість центрів I етапу; M – кількість центрів II етапу; b_i^I – потужність i -го центру I етапу; $c_i^I(x, \tau_i^I)$ – вартість доставки одиниці сировини від точки $x \in \Omega$ до i -го центру I етапу; $c_{ij}^{II}(\tau_j^I, \tau_j^{II})$ – вартість доставки одиниці продукції від i -го центру I етапу до j -го центру II етапу; $\rho(x)$ – кількість

зерна в кожній точці області; $\tau_i^r = (\tau_{i1}^r, \tau_{i2}^r)$ – координати i -го центру r -го етапу; v_{ij} – обсяг продукції, що постачається від i -го центру I етапу до j -го центру II етапу; $v_{ij} \geq 0, i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, M$.

Сумарні витрати на доставку продукції споживачеві або переробному підприємству можуть бути записані у такому вигляді:

$$F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}, \{v_{11}, \dots, v_{NM}\}) = \sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} c_i^r(x, \tau_i^r) \rho(x) dx + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^r(\tau_i^r, \tau_j^r) v_{ij},$$

де $\sum_{i=1}^N \int_{\Omega_i} c_i^r(x, \tau_i^r) \rho(x) dx$ – вартість збору сировини, $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M c_{ij}^r(\tau_i^r, \tau_j^r) v_{ij}$ – вартість доставки від центру до центру.

Тоді математична модель приймає вигляд:

$$\min_{\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}, \{v_{11}, \dots, v_{NM}\}} F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}, \{v_{11}, \dots, v_{NM}\}), \quad (1)$$

при обмеженнях

$$\int_{\Omega_i} \rho(x) dx = \sum_{j=1}^M v_{ij}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N v_{ij} = b_j^r, \quad j = \overline{1, M}, \quad (3)$$

$$\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\} \in \Sigma_{\Omega}^N,$$

$$v_{ij} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad j = 1, 2, \dots, M.$$

Тут умови (2) та (3) у сукупності визначають обмеження на місткість центрів I та II етапів.

Функції $c_i^r(x, \tau_i^r), i = \overline{1, N}$ – дійсні, обмежені, вимірні за аргументом x на Ω ; $\rho(x)$ – дійсна, інтегрована, визначена на Ω функція; $\tau_i^r, i = \overline{1, N}, \tau_j^r, j = \overline{1, M}$ – задані точки області Ω ; $c_{ij}^r(\tau_i^r, \tau_j^r), i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}$ – задані дійсні невід'ємні числа; $b_j^r, j = \overline{1, M}$ – задані дійсні невід'ємні числа, що задовольняють умові розв'язуваності задачі:

$$\sum_{j=1}^M b_j^r = \int_{\Omega} \rho(x) dx.$$

Як зазначено в [7], спроба вирішити таку задачу більш відомими методами за декілька етапів (наприклад, за допомогою методу оптимального розбиття множин та r -алгоритму) не вирішує проблему розміщення в цілому, адже наявність зв'язків між етапами не дозволяє повністю розділити задачу на дві окремі, більш прості підзадачі. Тому надалі пропонується використовувати метод та алгоритм розв'язання такої задачі, який в узагальненому виді докладно представлений в [8]. Його перевагою є саме можливість паралельного вирішення підзадач без розриву зв'язків між етапами.

Розглянемо докладніше результати роботи запропонованого алгоритму на модельній задачі.

Нехай сільськогосподарське виробництво має два зерносховища на певній території, одне з яких розташовано в точці (0,65; 08), а друге – в точці (0,3; 083). Обидва зерносховища мають місткість – 0,3 та 0,7 од. відповідно. Також відомі місця розташування пунктів переробки, яких, загалом, вісім (табл. 1). Необхідно область на кластери з урахуванням ємності зерносховищ таким чином, щоб мінімізувати відстань від точок збору сировини до місць переробки та відстань до зерносховищ для зниження транспортних витрат.

На рисунку 1 представлено вихідні дані – точки розміщення місць переробки (червоні точки) та зерносховищ (чорні точки).

На рисунку 2, а) представлено отримане зонування початкової області. Рисунок 2, б) надає уявлення щодо доставки зерна до зерносховищ. В таблиці 2 надано рекомендовані обсяги перевезенню зерна до зерносховищ.

Таблиця 1

Розташування місць переробки та зерносховищ

Назва	Зерносховища		Місця переробки							
	τ_1^r	τ_2^r	τ_1^r	τ_2^r	τ_3^r	τ_4^r	τ_5^r	τ_6^r	τ_7^r	τ_8^r
X	0,65	0,3	0,53	0,5	0,63	0,35	0,36	0,57	0,35	0,5
Y	0,8	0,83	0,43	0,12	0,7	0,73	0,5	0,26	0,2	0,3

Таблиця 2

Обсяги перевезень зерна

Місця переробки	Обсяги перевезень							
	τ_1^r	τ_2^r	τ_3^r	τ_4^r	τ_5^r	τ_6^r	τ_7^r	τ_8^r
Зерносховища								
τ_1^r	0	0	0,25	0	0	0,05	0	0
τ_2^r	0,08	0,06	0	0,19	0,11	0,10	0,14	0,02

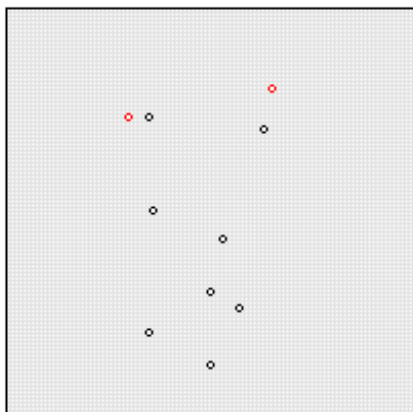
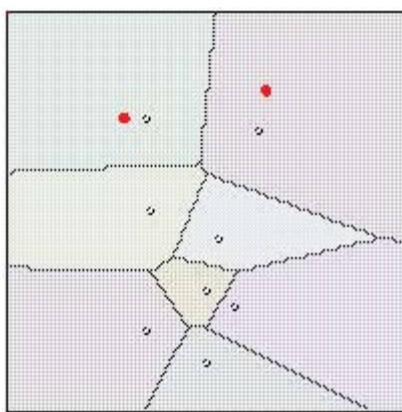
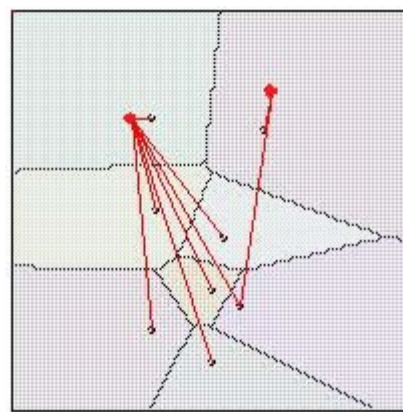


Рис. 1. Розташування місць переробки та зерносховищ



а)



б)

Рис. 2. Результати розв'язування задачі

Окремо слід зазначити, що при численних експериментах можна прийти до висновку, що такий метод розв'язання задачі дає рентабельніший розв'язок, з точки зору транспортних витрат, у порівнянні з двоетапним методом розв'язування задачі, при якому спочатку відшукується зона обслуговування, а потім вирішується транспортна задача.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що створення кластерів сприяє підвищенню конкурентоспроможності виробництва, зниженню витрат, а отже – зміцненню економічної безпеки підприємств, що використовують кластери. В цілому, така діяльність сприяє соціально-економічному розвитку і підвищенню конкурентоспроможності національної економіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Porter M. (2003) The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*, 37, 549–578.
2. Vinay V. Panicker, Sarin I.V. (2019) Multi-Product Multi-Period Fixed Charge Transportation Problem: an Ant Colony Optimization Approach, *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 1937–1942.
3. X. Xu, J. Hao, Y. Zheng (2020) Multi-objective artificial bee colony algorithm for multi-stage resource leveling problem in sharing logistics network. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106338.
4. Bulat A., Dziuba S., Minieiev S., Koriashkina L., Us S. (2020) Solution of the problem to optimize two-stage allocation of the material flows. *Mining of Mineral Deposits*, 14(1), 27–35.
5. Kiseleva A.I., Prytomanova O.M., Us S.A. (2020) Solving a Two-Stage Continuous-Discrete Problem of Optimal Partition–Allocation with a Given Position of the Centers of Subsets. *Cybern Syst Anal*, 56, 1–12.
6. Коряшкіна Л.С., Череватенко А.П., Коряшкіна Е.О. Интеграция гис-технологий и методов решения непрерывных задач оптимального мультиплексного разбиения множеств. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2017. № 4. С. 97–108.
7. Станіна О.Д. Перспективи використання синтезу генетичного алгоритму та методу оптимального розбиття множин в задачах розміщення-розподілу. *Системные технологии. Региональный межвузовский сборник научных трудов*. 2016. № 2. С. 116–122.
8. Станіна О.Д. Критерій оптимальності в одному класі неперервних багатоетапних задач оптимального розбиття множин. *Вісник Черкаського університету. Серія Прикладна математика. Інформатика*. 2018. № 1–2. С. 38–49.

REFERENCES:

1. Porter M. (2003) The Economic Performance of Regions. *Regional Studies*, 37, 549–578.
2. Vinay V. Panicker, Sarin I.V. (2019) Multi-Product Multi-Period Fixed Charge Transportation Problem: an Ant Colony Optimization Approach, *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 1937–1942.
3. X. Xu, J. Hao, Y. Zheng (2020) Multi-objective artificial bee colony algorithm for multi-stage resource leveling problem in sharing logistics network. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106338.
4. Bulat A., Dziuba S., Minieiev S., Koriashkina L., Us S. (2020) Solution of the problem to optimize two-stage allocation of the material flows. *Mining of Mineral Deposits*, 14(1), 27–35.

5. Kiseleva, A.I., Prytomanova O.M., Us S.A. (2020) Solving a Two-Stage Continuous-Discrete Problem of Optimal Partition–Allocation with a Given Position of the Centers of Subsets. *Cybern Syst Anal*, 56, 1–12.
6. Koriashkina L.S., Cherevatenko A.P., Koriashkina E.O. (2017). Integratsiya gis-tehnologiy i metodov resheniya nepreryivnykh zadach optimalnogo multipleksnogo razbiveniya mnozhestv [Integration of GIS technologies and methods of solving continuous problems of optimal multiplex-partitioning of sets]. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnologii – System research and information technologies*, 4, 97–108. (in Russian)
7. Stanina O.D. (2016) Perspektyvy vykorystannia syntezu henetychnoho alhorytmu ta metodu optimalnogo rozbytta mnozhyn v zadachakh rozmishchennia-rozpodilu [Possibility for using of the synthesis of the genetic algorithm and the method of optimal partitioning of sets in location – allocation problems]. *Sistemnyie tehnologii – System technologies*, 2, 116–122. (in Ukrainian)
8. Stanina O.D. (2018) Kryterii optimalnosti v odnomu klasi neperervnykh bahatoetapnykh zadach optimalnogo rozbytta mnozhyn [Optimality criterion in one class of continuous multistage optimal partition sets problems]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu. Serii Prykladna matematyka. Informatyka – The Cherkasy University Bulletin. Applied Mathematics. Informatics*, 1–2, 38–49. (in Ukrainian)