

О. Ю. Єрмаков,  
д. е. н., професор, завідувач кафедри економіки праці та соціального розвитку,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ  
С. А. Надвничний,  
к. е. н., доцент, доцент кафедри управління персоналом і регіональної економіки,  
Тернопільський національний економічний університет, м. Тернопіль

## ДО МЕТОДОЛОГІЇ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ РОЗВИТКУ АГРАРНОЇ СФЕРИ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

O. Yermakov,  
Doctor of Economics, Professor, Head of the Department of Labour Economics  
and Social Development, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
S. Nadvynychnyy,  
PhD in Economics, Associate Professor, Department of Human Resources  
and the Regional Economy Ternopil National Economic University of Ukraine

### ON CLUSTERING METHODOLOGY FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT OF REGIONS IN UKRAINE

**Надзвичайно важливу роль для економіки України на сучасному етапі відіграє ефективний економічний розвиток аграрної сфери регіонів, який має забезпечувати виробництво визначених державними програмами та господарськими бізнес-планами обсягів агропродовольчої продукції. Наявний світовий та набутий вітчизняний досвід свідчать, що одним із дієвих засобів отримання конкурентних переваг аграрних регіонів є їх економічний розвиток на засадах кластеризації. Це викликає потребу відповідних досліджень у питанні методології з позиції формування та використання потенціалу регіональних агровиробничих кластерних структур. З метою поглиблення наукового бачення цього питання розглядаються методолого-методичні засади кластерного моделювання розвитку аграрної сфери адміністративних областей України на основі сукупності виробничо-економічних показників діяльності сільськогосподарських підприємств та застосування методів одновимірного і багатовимірного групування. Як науковий здобуток отримані методолого-методичні положення щодо оцінки регіонального розвитку аграрної сфери в контексті кластерного методу, які дозволяють робити глибокий аналіз впливу окремих аспектів діяльності господарюючих суб'єктів на загальний рівень їх конкурентоспроможності з урахуванням тенденцій ринкових змін в умовах глобалізації. Найефективнішим, на думку авторів, для оцінки ефективного розвитку аграрної сфери є використання багатовимірного методу з визначенням групових показників, що й обгрунтовано в статті.**

**Для отримання результатів одновимірного та багатовимірного групування областей використано програмне забезпечення в середовищі Matlab за допомогою бібліотеки Fuzzy Logic Toolbox.**

**The effective economic development of the agrarian sphere in the regions of Ukraine is of primary importance for the country's economy today as it should ensure the production of agricultural goods in accordance with state programs and business plans. The world and national experience shows that one of the most efficient ways to generate competitive advantages in agrarian regions is to promote their economic development on the basis of clusterization. This requires that appropriate research be performed with respect to methodology from the standpoint of forming and using the potential of regional agro-industrial cluster structures. In order to advance the scientific understanding of the problem, this article considers the methodological and methodical principles of cluster modeling of the agrarian sphere development of administrative regions of Ukraine by**

*applying unidimensional and multidimensional grouping methods to aggregate data on production and performance indicators of agricultural enterprises. The main scientific finding of this study consists in the development of methodological and methodical provisions for assessing the regional development of the agrarian sphere within the context of the clustering method, which allow performing an in-depth analysis of the impact of individual features of business entities on the overall level of their competitiveness, taking into account changes in the market conditions driven by globalization. In the authors' opinion, the most efficient way to evaluate the effectiveness of the agrarian sphere development is to use the multidimensional method with definition of group indicators, which is substantiated in the article. The results for one-dimensional and multidimensional groupings of domains were obtained by using software in the Matlab environment with the help of Fuzzy Logic Toolbox library.*

*Ключові слова: кластер, методи кластеризації, аграрна сфера, регіон, область, економічний розвиток, групування, функції належності.*

*Key words: cluster, clustering methods, agrarian sphere, region, domain, economic development, grouping, membership functions.*

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На сучасному етапі розвитку ринкової економіки держави та зміцнення її продовольчої безпеки надзвичайно важливу роль відіграє ефективний розвиток аграрної сфери регіонів України. Наявні нині науково-технічні, екологічні та економіко-технологічні проблеми щодо подальшого розвитку сільського господарства та сільських територій вимагають комплексного та системного вирішення. Тому формування стратегічних заasad сталого розвитку аграрної сфери в умовах глобалізації та інтернаціоналізації соціально-економічних процесів сьогодення вимагає вироблення нової господарської парадигми. Детальне дослідження цієї проблеми з позиції системного підходу підтверджує, що одним із дієвих засобів отримання конкурентних переваг аграрних регіонів є їх розвиток на засадах кластеризації. Теоретичне підґрунтя останньої було, як відомо, запропоновано А. Маршалом, який у праці "Принципи економічної теорії" [1] дослідив феномен "особливих" промислових регіонів. Він довів необхідність локальної концентрації спеціалізованих галузей та показав її вплив на успішний розвиток національних економік та акцентував увагу на тому, що згруповані разом підприємства, які займаються спорідненими видами діяльності, одержують додаткові позитивні переваги та можливості.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемі ефективного розвитку аграрної сфери присвячені дослідження багатьох як зарубіжних, так і вітчизняних науковців, зокрема В.Г. Андрійчука, І.С. Борисової, В.М. Гейця, О.Ю. Єрмакова, С.М. Кваші, М.І. Кісіля, М.Ф. Кропивка, І.І. Лукінова, А. Маршалла, В.Я. Месель-Веселяка, В.А. Наумова, Б.Й. Пасхавера, М. Портера, П.Т. Саблука, І.І. Червена, В.С. Шебаніна, О.М. Шпичака та ін. Проте, сьогодні особливої актуальності набуває проблема модернізації організаційно-управлінських заходів, спрямованих на оптимізацію розвитку аграрної сфери регіонів в умовах глобалізації, одним із яких є кластеризація.

У сучасних умовах кластери є дієвим інструментом формування високорівневих конкурентних переваг аграрної сфери, за допомогою якого з'являється можливість досягти високого рівня конкурентоспроможності аграрних формувань. Вони виконують роль інноваційних центрів росту як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку.

З цього приводу М. Портер зазначає, що "наявність кластерів сприяє збільшенню обміну інформацією та ймовірності появи нових підходів, а також виникненню нових виробників з галузей-споживачів, з суміжних галузей або шляхом відокремлення" [2].

Один із відомих дослідників створення аграрних кластерів в Україні академік НААН України М. Ф. Кропивко зазначає, що світовий досвід кластеризації свідчить про доцільність та актуальність утворення кластерних структур в Україні. Упровадженню аграрних кластерів передують сприятливі умови, зокрема, євроінтеграційний курс української економіки; територіальна близькість до європейських продовольчих ринків; наявність кваліфікованої робочої сили; можливість комбінювання потужного ресурсного потенціалу з європейськими технологіями; інвестиційна привабливість вітчизняних підприємств; наявність підприємницьких здібностей [3, с. 3—13].

Окрім того, кластеризація забезпечує інноваційний розвиток, що дає змогу підвищити рівень конкурентоспроможності аграрної сфери зокрема та національної економіки загалом, сприяє розвитку людського капіталу та реалізації наявного потенціалу, стимулює приплив іноземних інвестицій і зростання експортного потенціалу, сприяє оптимізації використання фінансових ресурсів держави на підтримку сільськогосподарського виробника, формуванню дієвих та прозорих ринкових механізмів тощо.

## ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є дослідження особливостей та методолого-методичне обґрунтування кластеризації як організаційно-економічної передумови ефективного розвитку аграрної сфери регіонів України.

**ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ**

Методологічні основи теорії кластеризації та формування регіональних господарських структур на основі кластерних технологій заклад М. Портер, який вперше сформулював і поняття кластеру.

Специфікою сучасного регіонального аграрного кластера є наявність високої концентрації спеціалізованих сільськогосподарських підприємств навколо переробних підприємств, розвинена ринкова та транспортна інфраструктура.

Разом з тим, для створення нового кластера необхідні певні умови, зокрема наявність головного засобу виробництва — землі та підприємства-лідера, що визначає довгострокову спільну стратегію регіональної економічної системи; територіальної локалізації основної маси суб'єктів господарювання — учасників кластерної системи; спільних корпоративних систем управління, бізнес-процесів, централізованого контролю та аналізу; стійкість стратегічних міжнародних господарських зв'язків у рамках кластерної системи, включаючи її міжрегіональні та міжнародні зв'язки [4].

За таких умов кластер дає змогу аграрному формуванню комплексно використовувати потенціал регіону та врахувати регіональні особливості, одержати додаткові конкурентні переваги, а також, як зазначає О.М. Тищенко, одержує потенціал, що перевищує суму потенціалів окремих складових. Це дозволяє виробничим компаніям стабільно здійснювати інноваційну й інвестиційну діяльність [5, с. 74—80].

Формування кластерних зв'язків є пріоритетним завданням розвитку аграрної сфери регіонів в умовах глобалізації, адже кластери є основою для побудови ділових взаємин, сприяють налагодженню співпраці між різними організаційними структурами, підвищуючи ефективність їх діяльності. Про це свідчить досвід таких економічно розвинутих країн світу, як Італія, Німеччина, Норвегія, Фінляндія, Ісландія, Нідерланди, США, Японія, Польща, Туреччина, Болгарія, Словенія, Швейцарія, Франція, Велика Британія [4—8].

З метою поглиблення наукового обґрунтування цього питання розглядається кластерне моделювання економічного розвитку аграрної сфери адміністративних областей України на основі виробничо-економічних показників діяльності сільськогосподарських підприємств. Як відомо, кластеризація областей може здійснюватися з використанням кількісних (числових), якісних або змішаних показників. У нашому дослідженні розглядається кластеризація за кількісними показниками.

Введемо такі позначення виробничо-економічних показників діяльності сільськогосподарських товаровиробників, а саме:

$x_1$  — обсяг виробленої продукції сільського господарства, млн грн;

$x_2$  — рівень рентабельності діяльності підприємств галузі сільського господарства, %;

$x_3$  — кількість підприємств, які здійснювали сільськогосподарську діяльність;

$x_4$  — кількість підприємств, що реалізували інноваційну продукцію;

$x_5$  — продуктивність праці в сільськогосподарських підприємствах на 1 особу;

$x_6$  — продукція сільського господарства на одну особу.

Початковою інформацією для кластеризації областей є така матриця:

$$X = \begin{pmatrix} x_1^1 & x_2^1 & \dots & x_n^1 \\ x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_n^2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_1^m & x_2^m & \dots & x_n^m \end{pmatrix} \quad (1),$$

де  $n$  — це кількість показників (ознак), за якими здійснюється кластеризація ( $n = 6$ );  $m$  — кількість областей, які необхідно кластеризувати на групи ( $m = 24$ ).

Подальшим завданням кластеризації областей є розбиття множини  $X$  на групи (кластери), які не перетинаються так, щоб кожна група складалася зі схожих областей, а області різних груп суттєво відрізнялися між собою.

У науковій літературі описано багато методів кластеризацій, які можна поділити на два основні групи: чіткі та нечіткі. Крім того, є методи, в яких визначено кількість кластерів та методи, в яких кількість кластерів невизначено.

Нами пропонується скористатися нечіткими методами кластеризації з відомою кількістю кластерів, яка визначається експертним шляхом за допомогою візуального представлення показників. Для кластеризації областей за даними показниками скористаємося методом нечітких  $s$ -середніх, основні ідеї якого базуються на роботах [9—12].

Метод нечітких  $s$ -середніх дає змогу побудувати нечіткі терми кластерів, які дозволяють визначити значення ступенів належності будь-якої області до всіх кластерів, кількість яких наперед відома.

Далі групування областей за показником  $x$  передбачає розв'язання такої задачі:

$$(x^1, x^2, \dots, x^m) \rightarrow (\mu^{c^1}(x), \mu^{c^2}(x), \dots, \mu^{c^k}(x)) \quad (2),$$

де  $m$  — кількість областей, які необхідно згрупувати;

$x^i$  — значення показника  $x$  для  $i$ -ї області,  $i = \overline{1, m}$ ;

$\mu^{c^i}(x)$  — функція належності до кластеру  $c_i$ ,  $i = \overline{1, k}$ ;

$k$  — кількість кластерів.

Розв'язання задачі (1) можна звести до вирішення задачі умовної оптимізації, в якій необхідно мінімізувати таку цільову функцію [1]:

$$\text{Goal} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k \mu_{ij}^r \cdot (x^i - c_j)^2 \quad (3),$$

при таких умовах:

$$\mu_{ij} \in [0, 1], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k} \quad (4);$$

$$\sum_{j=1}^k \mu_{ij} = 1, i = \overline{1, m} \quad (5);$$

$$\sum_{j=1}^k \mu_{ij} < m, j = \overline{1, k} \quad (6);$$

де  $\mu_{ij}$  — ступінь належності показника  $x^i$  до  $j$ -го кластера;

$$c_j = \frac{\sum_{i=1}^m (\mu_{ij})^r \cdot x_j^i}{\sum_{i=1}^m (\mu_{ij})^r} \text{ — центри нечітких кластерів, які описуються функціями належностіми } \mu^{c_1}(x), \mu^{c_2}(x), \dots, \mu^{c_k}(x);$$

$r \in [1, \infty)$  — експоненційна вага.

Розв'язком такої умовної задачі оптимізації є матриця [1]

$$F = \begin{pmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \dots & \mu_{1m} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \dots & \mu_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{k1} & \mu_{k2} & \dots & \mu_{km} \end{pmatrix} \quad (7),$$

в якій кожний рядок описує нечіткий кластер з функціями належностіми  $\mu^{c_1}(x), \mu^{c_2}(x), \dots, \mu^{c_k}(x)$ .

Для вирішення умовної задачі оптимізації (2) скористаємося алгоритмом, який складається з наступних кроків [9—11].

1. Встановлюються параметри алгоритму:  $k$  — кількість кластерів;  $r$  — експоненційна вага;  $\varepsilon$  — параметр завершення алгоритму.

2. Випадковим чином згенерується матриця нечіткого розбиття  $F$ , яка задовільняє умовам (4)—(6).

3. Розраховуються центри кластерів:

$$c_i = \frac{\sum_{j=1}^n (\mu_{ji})^r \cdot x_j}{\sum_{j=1}^n (\mu_{ji})^r}, \quad i = \overline{1, m}.$$

4. Встановлюється відстань між областями з  $X$  та центрами кластерів:

$$D_{ij} = \sqrt{\|c_i - x_j\|^2}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, k}.$$

5. Перераховуються елементи матриці нечіткого розбиття:

$$\text{Якщо } D_{ij} > 0: \mu_{ji} = \frac{1}{\left(D_{ij}^2 \cdot \sum_{j=1}^k D_{ij}^2\right)^{\frac{1}{r-1}}}$$

Якщо  $D_{ij} = 0$ :

$$\mu_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j = i \\ 0, & \text{якщо } j \neq i, \quad j = \overline{1, k}. \end{cases}$$

6. Перевіряється умова  $\|F - F^*\|^2 < \varepsilon$ , де  $F^*$  — матриця нечіткого розбиття на попередній ітерації алгоритма. Якщо умова виконується, то переходимо до останнього кроку 7, інакше — до кроку 3.

7. Завершення.

На рисунках 1—6 наведено відповідні авторські варіанти кластеризації адміністративних областей України на основі прийнятих в дослідженні виробничо-економічних показників діяльності сільськогосподарських товаровиробників.

Як бачимо з даних рисунка 1, при групуванні областей України на основі обсягу ви-

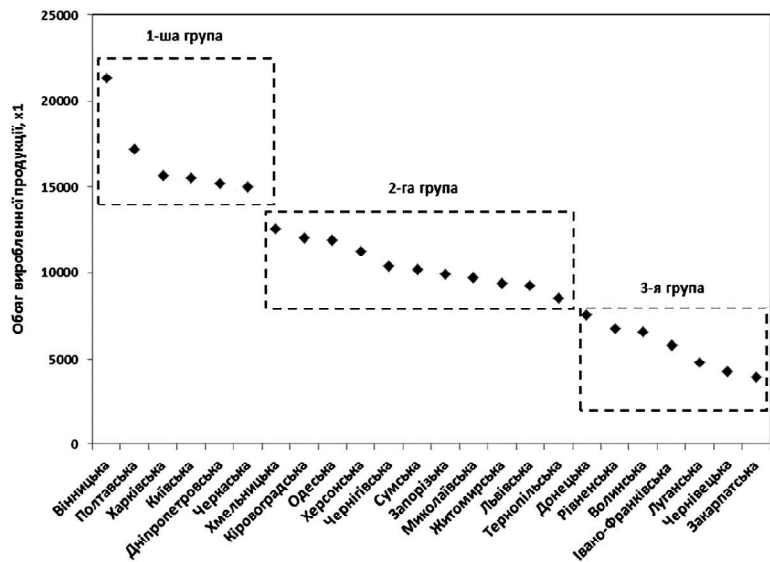


Рис. 1. Експертне групування областей на основі обсягу виробництва

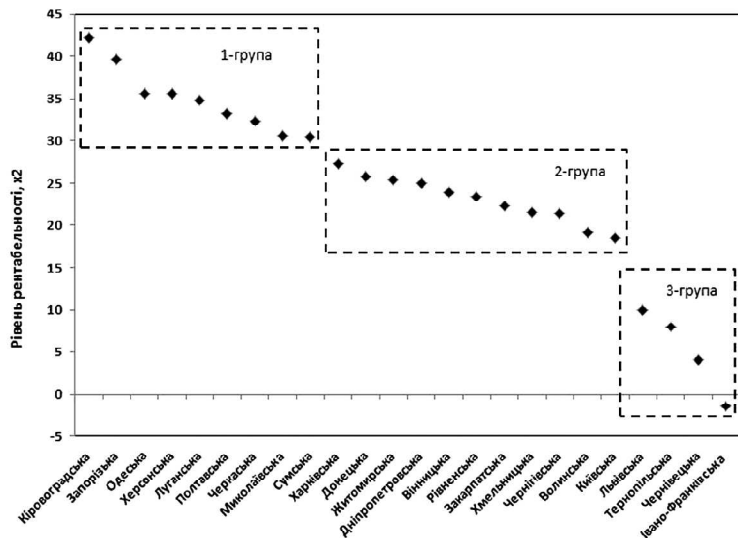


Рис. 2. Експертне групування областей на основі рентабельності

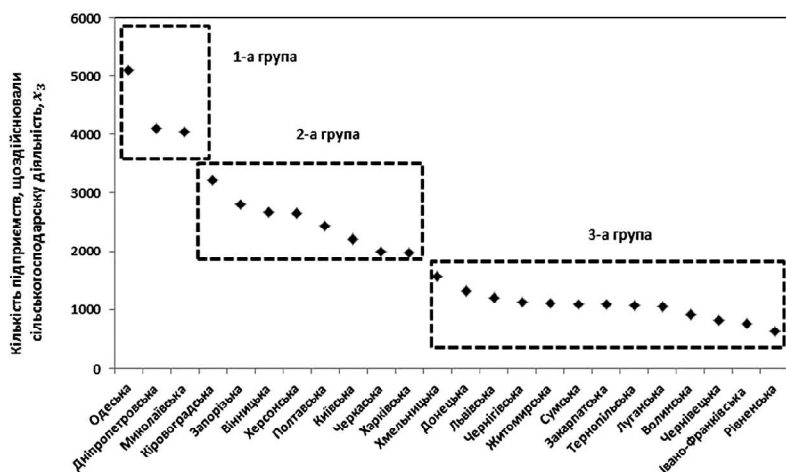


Рис. 3. Експертне групування областей на основі кількості підприємств, що здійснювали сільськогосподарську діяльність

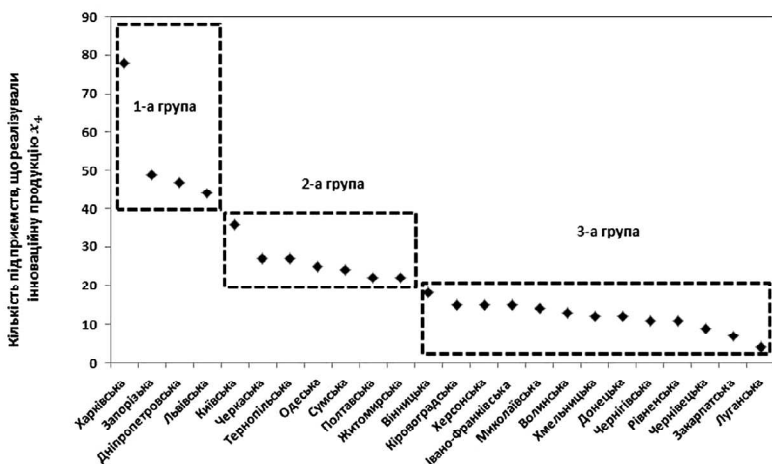


Рис. 4. Експертне групування областей на основі кількості підприємств, що реалізували інноваційну продукцію

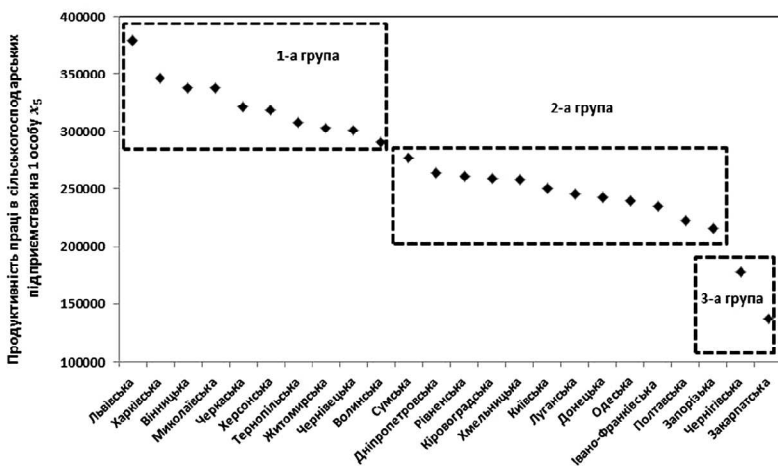


Рис. 5. Експертне групування областей на основі продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах на 1 особу

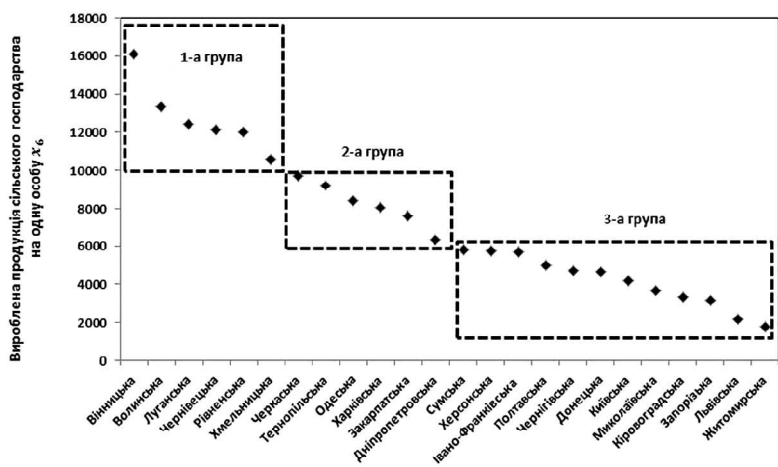


Рис. 6. Експертне групування областей на основі виробленої продукції сільського господарства на одну особу

робництва до першої групи були віднесені області, в яких значення обсягу виробництва перевищували 14000 млн грн, до другої — в межах 14000...8000 млн грн, до третьої групи — менше 8000 млн грн.

При групуванні областей на основі рентабельності (рис. 2), до першої групи увійшли області, в яких рентабельність перевищувала 30%, до другої — в межах 18...30%, до третьої — менше 18%.

При групуванні областей на основі кількості підприємств, що здійснювали сільськогосподарську діяльність (рис. 3), до першої групи були віднесені області, в яких кількість підприємств перевищувала 3500, до другої — в межах 1800...3500, до третьої групи — менше 1800.

За результатами групування областей на основі кількості підприємств, що реалізували інноваційну продукцію (рис. 4), до першої групи увійшли регіони, в яких кількість таких підприємств перевищувала 40, до другої групи — в межах 20...40, до третьої — менше 20.

Групування областей на основі продуктивності праці в сільськогосподарських підприємствах в розрахунку на 1 особу (рис. 5) показало, що до першої групи включені області, в яких продуктивність праці перевищувала 290000 тис. грн, до другої групи — в межах 200000...290000 тис. грн, до третьої — менше 200000 тис. грн.

Якщо здійснювати групування областей на основі виробленої продукції сільського господарства в розрахунку на одну особу (рис. 6), то до першої групи можуть бути віднесені області, в яких об'єм виготовленої продукції перевищує 10000 грн, до другої групи — в межах 6000...10000 грн, до третьої — менше 6000 грн.

Подібні правила диференціації були підтверджені результатами використання методу нечітких с-середніх. Використовуючи алгоритм кластеризації нечітких с-середніх, було знайдено матрицю (7) для всіх показників  $x_i, i = \overline{1,6}$ . Значення ступенів належності були отримані при розв'язанні безумовної задачі оптимізації (3).

Математичні моделі гаусівських функцій належностей, які описують групи областей за різними критеріями наведено в таблиці 1. Вони дозволяють спрогнозувати, до якої групи належить певна область при зміні значень показників  $x_i, i = \overline{1,6}$ .

Щодо методики групування областей, то вона передбачає виконання таких кроків:

1. Вибрати показник групування  $x$ .

Таблиця 1. Математичні моделі групування областей за різними показниками

Назва показника	Група 1	Група 2	Група 3
Обсяг виробленої продукції с/г, $x_1$	$\mu^{c1}(x_1) = e\left(\frac{(x_1 - 5300)^2}{2 \cdot 2073^2}\right)$	$\mu^{c2}(x_1) = e\left(\frac{(x_1 - 10584)^2}{2 \cdot 2051^2}\right)$	$\mu^{c3}(x_1) = e\left(\frac{(x_1 - 17629)^2}{2 \cdot 3298^2}\right)$
Рівень рентабельності, $x_2$	$\mu^{c1}(x_2) = e\left(\frac{(x_2 - 3.75)^2}{2 \cdot 7.62^2}\right)$	$\mu^{c2}(x_2) = e\left(\frac{(x_2 - 22.5)^2}{2 \cdot 5.29^2}\right)$	$\mu^{c3}(x_2) = e\left(\frac{(x_2 - 36.83)^2}{2 \cdot 6.01^2}\right)$
Кількість підприємств, які здійснювали с/г, $x_3$	$\mu^{c1}(x_3) = e\left(\frac{(x_3 - 989)^2}{2 \cdot 609^2}\right)$	$\mu^{c2}(x_3) = e\left(\frac{(x_3 - 2550)^2}{2 \cdot 606^2}\right)$	$\mu^{c3}(x_3) = e\left(\frac{(x_3 - 4536)^2}{2 \cdot 827^2}\right)$
Кількість підприємств, що реалізували інноваційну продукцію, $x_4$	$\mu^{c1}(x_4) = e\left(\frac{(x_4 - 10.31)^2}{2 \cdot 6.88^2}\right)$	$\mu^{c2}(x_4) = e\left(\frac{(x_4 - 27.53)^2}{2 \cdot 6.76^2}\right)$	$\mu^{c3}(x_4) = e\left(\frac{(x_4 - 59.44)^2}{2 \cdot 16.27^2}\right)$
Продуктивність праці в с/г підприємствах на 1 особу, $x_5$	$\mu^{c1}(x_5) = e\left(\frac{(x_5 - 156310)^2}{2 \cdot 35360^2}\right)$	$\mu^{c2}(x_5) = e\left(\frac{(x_5 - 247560)^2}{2 \cdot 31720^2}\right)$	$\mu^{c3}(x_5) = e\left(\frac{(x_5 - 338280)^2}{2 \cdot 39710^2}\right)$
Продукція сільського господарства на одну особу, $x_6$	$\mu^{c1}(x_6) = e\left(\frac{(x_6 - 3534)^2}{2 \cdot 2249^2}\right)$	$\mu^{c2}(x_6) = e\left(\frac{(x_6 - 8413)^2}{2 \cdot 1684^2}\right)$	$\mu^{c3}(x_6) = e\left(\frac{(x_6 - 13761)^2}{2 \cdot 2505^2}\right)$

2. Зафіксувати значення показника  $x^*$  для обраної області.

3. Розрахувати значення ступенів належностей показника  $x^*$  до груп  $c_i, i = \overline{1,3}$  за формулами з таблиці 1, що відповідають обраному показнику.

4. Визначити номер групи, який відповідає максимальному значенню ступені належності  $[\max\{\mu^{c_i}(x^*)\}]$ .

5. Номер групи, що визначений на попередньому кроці і є розв'язком задачі.

До цього в статті нами розглядалися одновимірні моделі групування областей України, підприємства яких здійснюють сільськогосподарську діяльність. Але, як свідчать проведені дослідження, групування за різними критеріями можуть віднести певну область до різних груп. Наприклад, Вінницька область за критеріями  $x_1, x_2$  та  $x_4$  входить відповідно до 1-ої, 2-ої та 3-ої групи областей. Тернопільська область за критеріями  $x_3, x_1$  та  $x_2$  входить також до цих груп областей. Тому виникає потреба в методі групування, який одночасно враховує більше двох факторів, тобто є багатовимірним.

Для застосування цього методу необхідно вибрати таку множину показників, в яких була би відсутня кореляційна залежність між будь-якою їх парою, і якщо така залежність існує, то необхідно включити в математичну модель лише один з показників пари.

Коефіцієнт кореляції між показниками  $x$  та  $y$  обчислюємо за такою відомою формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (8),$$

де  $\bar{x}$  та  $\bar{y}$  — математичне очікування показників  $x$  та  $y$ .

Використовуючи формулу (8) розрахуємо кореляційну матрицю всіх пар показників  $X$ , яка наведена в таблиці 2.

З теорії математичної статистики відомо [13], що залежність між показниками є достатньо сильною, якщо коефіцієнт кореляції наближається до 1.

Таблиця 2. Матриця кореляції показників

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$
$x_1$	1	0.3418	0.5290	0.4606	0.2852	0.0069
$x_2$	0.3418	1	0.5565	0.0785	-0.1221	-0.1662
$x_3$	0.5290	0.5565	1	0.2742	0.0741	-0.1985
$x_4$	0.4606	0.0785	0.2742	1	0.3459	-0.2831
$x_5$	0.2852	-0.1221	0.0741	0.3459	1	0.1192
$x_6$	0.0069	-0.1662	-0.1985	-0.2831	0.1192	1

З наведеної кореляційної матриці видно, що лінійна залежність між показниками практично відсутня. Тому вибір показників, що розглядаються є математично вірним для розробки методу багатовимірного групування областей.

Задача групування областей за вектором показників  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$  зводиться до розв'язання такого відображення:

$$X \rightarrow (\mu^{c1}(X), \mu^{c2}(X), \dots, \mu^{ck}(X)) \quad (9).$$

Вона полягає у визначенні ступенів належності  $\mu^{c1}(X), \mu^{c2}(X), \dots, \mu^{ck}(X)$  за розподіленням  $(\{x_1, x_2, \dots, x_m\}^1, \{x_1, x_2, \dots, x_m\}^2, \dots, \{x_1, x_2, \dots, x_m\}^M)$ .

Для вектору показників цільова функція (3) набуває такого вигляду:

$$\text{Goal}(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k \mu_{ij}^r \cdot \left( (x_1^i - c_j^1)^2 + (x_2^i - c_j^2)^2 + \dots + (x_m^i - c_j^m)^2 \right) \quad (10),$$

де  $c_j^i, i = \overline{1, m}$  — координати центрів нечітких кластерів областей.

Обмеження до задачі (10) є такими ж, як і для задачі (3). Мінімізація цільової функції (10) дозволяє отримати матрицю (7), на основі якої можна здійснити багатовимірне групування областей (табл. 3).

Аналіз результатів групування дозволив виявити такі правила багатовимірного групування областей.

**Таблиця 3. Результати методу багатовимірного групування областей**

Назва області	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$			
Вінницька	21319,1	23,9	2668	18	338062,7	16103	<b>0.8197</b>	0.1333	0.0470
Волинська	6558,5	19,2	909	13	291165,6	13355	<b>0.9517</b>	0.0379	0.0103
Дніпропетровська	15183,4	25	4111	47	263471,8	6295	<b>0.9803</b>	0.0158	0.0039
Донецька	7513,1	25,8	1326	12	242913,1	4682	<b>0.9805</b>	0.0156	0.0039
Житомирська	9406,8	25,4	1103	22	302947,3	1766	<b>0.9925</b>	0.0062	0.0012
Закарпатська	3964,9	22,2	1084	7	137315	7562	<b>0.9839</b>	0.0135	0.0026
Запорізька	9928	39,6	2790	49	215651,8	3149	<b>0.8829</b>	0.1013	0.0158
Івано-Франківська	5795,3	-1,5	759	15	234953,8	5684	<b>0.8068</b>	0.1695	0.0237
Київська	15544,7	18,5	2212	36	250177,5	4196	<b>0.7665</b>	0.2061	0.0274
Кіровоградська	12037,5	42,2	3229	15	259322,9	3343	<b>0.5406</b>	0.4175	0.0419
Луганська	4816,3	34,8	1062	4	245361,8	12416	0.2231	<b>0.7359</b>	0.0411
Львівська	9255,4	10	1209	44	378541,4	2189	0.0415	<b>0.9422</b>	0.0162
Миколаївська	9714	30,5	4040	14	338062,7	3652	0.0284	<b>0.9593</b>	0.0123
Одеська	11881,2	35,6	5107	25	239860,5	8416	0.0178	<b>0.9736</b>	0.0086
Полтавська	17212,6	33,3	2443	22	222665,5	4975	0.0146	<b>0.9780</b>	0.0073
Рівненська	6723,2	23,4	629	11	261458,7	12012	0.0001	<b>0.9998</b>	0.0001
Сумська	10192,5	30,4	1089	24	277480,8	5784	0.0035	<b>0.9931</b>	0.0034
Тернопільська	8523,8	8	1079	27	307619,4	9192	0.0075	<b>0.9844</b>	0.0081
Харківська	15647,8	27,3	1967	78	345975,2	8023	0.0140	<b>0.9684</b>	0.0176
Херсонська	11232,2	35,6	2644	15	318897,3	5774	0.0259	<b>0.9327</b>	0.0414
Хмельницька	12548,6	21,5	1573	12	258573,6	10606	0.0547	<b>0.7837</b>	0.1616
Черкаська	14983,7	32,4	2000	27	321288,7	9729	0.0639	<b>0.6616</b>	0.2745
Чернівецька	4285,7	4	832	9	300916,5	12112	0.0113	0.0480	<b>0.9407</b>
Чернігівська	10372,2	21,3	1120	11	177969	4715	0.0153	0.0434	<b>0.9412</b>

Правило 1: Якщо  $x_1 \in [3964,9; 21319,1]$  та  $x_2 \in [-1,5; 42,2]$  та  $x_3 \in [759; 4111]$  та  $x_4 \in [7; 49]$  та  $x_5 \in [137315; 338062,7]$  та  $x_6 \in [1766; 16103]$ , то область належить до першої групи.

Правило 2: Якщо  $x_1 \in [4816,3; 17212,6]$  та  $x_2 \in [8; 35,6]$  та  $x_3 \in [629; 5107]$  та  $x_4 \in [4; 78]$  та  $x_5 \in [222665,5; 378541,4]$  та  $x_6 \in [2189; 12416]$ , то область належить до другої групи.

Правило 3: Якщо  $x_1 \in [4285,7; 10372,2]$  та  $x_2 \in [4; 21,3]$  та  $x_3 \in [832; 1120]$  та  $x_4 \in [9; 11]$  та  $x_5 \in [177969; 300916,5]$  та  $x_6 \in [4715; 12112]$ , то область належить до третьої групи.

На відміну від одновимірних моделей групування областей отримані правила забезпечують їх групування з врахуванням різних показників багаторівневого розвитку аграрної сфери.

Для отримання результатів одновимірного та багатовимірного групування областей розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab за допомогою бібліотеки Fuzzy Logic Toolbox [14].

## ВИСНОВКИ

Ефективний економічний розвиток аграрної сфери регіонів України має забезпечувати як продовольчу безпеку держави, так і виробництво агропродовольчої продукції для її реалізації на зовнішніх ринках. Одним із ефективних інструментів досягнення цього є економічний розвиток аграрної сфери регіонів на засадах кластеризації. Для наукового поглиблення даної проблеми в статті обґрунтовано методолого-методичні засади кластерного моделювання розвитку аграрної сфери адміністративних областей України на основі сукупності виробничо-економічних показників діяльності сільськогосподарських

підприємств та застосування методів одновимірного і багатовимірного групування. Для отримання результатів одновимірного та багатовимірного групування областей використано програмне забезпечення в середовищі Matlab за допомогою бібліотеки Fuzzy Logic Toolbox.

Встановлено, що найефективнішим для оцінки ефективного регіонального розвитку аграрної сфери є використання багатовимірного методу з визначенням групових показників, що забезпечує математичне підтвердження експертного групування областей за виробничо-господарськими показниками за рахунок використання методу нечітких с-середніх. Математичні моделі отримані при цьому шляхом апроксимації значень ступенів належності за допомогою гаусової функції належності.

## Література:

1. Маршалл А. Принципы экономической теории / А. Маршалл. — М.: Прогресс, 1994. — 416 с.
2. Портер М. Конкуренция / М. Портер; пер. с англ. — М.: Издат. Дом "Вильямс", 2000. — 495 с.
3. Наумов В. А. Экономическая эффективность формирования кластерного образования в нефтегазовом регионе // Нефтегазовое дело. — 2006. — № 2. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Naumov/Naumov\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Naumov/Naumov_1.pdf).
4. Некрасов Р. Кластерное развитие регионального АПК // АПК: экономика и управление. — 2009. — № 5. — С. 37—43.
5. Родионова Л.Н. Кластеры как форма интеграции инвестиционных ресурсов [Электронный ресурс] / Л.Н. Родионова, Р.Ф. Хайруллин // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. — 2006. — Вып. 1. — Режим доступа: [http://www.ogbus.ru/authors/Rodionova/Rodionova\\_4.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Rodionova/Rodionova_4.pdf), с. 3
6. Тищенко О.М. Кластеры як вектор розвитку економіки: організація, сутність і концепції / О.М. Тищенко /

/ Теоретичні та прикладні питання економіки. — 2010. — № 21. — С. 74—80.

7. Соколенко С.І. Інформаційні кластери як механізм підвищення конкурентоспроможності регіону [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ucluster.org/sokolenko/2008/07/irmovacijny-klastery-mexanzm-pidvyshhennya-konkurentospromozhnosti-regionu/>

8. Кропивко М.Ф. Концептуальний підхід до кластерної організації та управління розвитком агропромислового виробництва / М.Ф. Кропивко // Економіка АПК. — 2010. — № 11. — С. 3—13.

9. Bezdek J. C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. Plenum Press, New York. — 1981. — P. 110—125.

10. Воронцов К.В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования / К.В. Воронцов. — М.: МГУ, 2007. — 18 с.

11. Воронцов К. В. Комбинаторный подход к оценке качества обучаемых алгоритмов / К. В. Воронцов // Математические вопросы кибернетики. — 2004. — Т. 13. — С. 5—36.

12. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A Review // ACM Computing Surveys. — 1999. — Vol. 31. — № 3.

13. Орлов А.И. Прикладная статистика. Учебник. / А. И. Орлов. — М.: Издательство "Экзамен", 2004. — 656 с.

14. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2. The MathWorks, Inc., 2016.

#### References:

1. Marshall, A. (1994), Printsipyi ekonomicheskoy teorii [Principles of economic theory], Progress, Moscow, Russia.

2. Porter, M. (2000) Konkurenciya [Competition], Izdat. Dom "Vilyams", Moscow, Russia.

3. Naumov, V. A. (2006), "Economic efficiency of cluster formation in the oil and gas region", Neftegazovoe delo, [Online], vol. 2, available at: [http://www.ogbus.ru/authors/Naumov/Naumov\\_1.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Naumov/Naumov_1.pdf) (Accessed 05 Sept 2018).

4. Nekrasov, R. (2009), "Cluster development of regional agribusiness", АПК: ekonomika i upravlenie, vol. 5, pp. 37—43.

5. Rodionova, L. N. (2006), "Clusters as a form of integration of investment resources", Neftegazovoe delo: elektron. nauch. Zhurn, [Online], vol. 1, available at: [http://www.ogbus.ru/authors/Rodionova/Rodionova\\_4.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Rodionova/Rodionova_4.pdf) (Accessed 05 Sept 2018).

6. Tyschenko, O.M. (2010), "Clusters as vector of economic development: organization, essence and concepts", Teoretychni ta prykladni pytannia ekonomiky, vol. 21, pp.74—80.

7. Sokolenko, S.I. (2008), "Information clusters as a mechanism for increasing the competitiveness of the region", [Online], available at: <http://www.ucluster.org/sokolenko/2008/07/irmovacijny-klastery-mexanzm-pidvyshhennya-konkurentospromozhnosti-regionu/> (Accessed 05 Sept 2018).

8. Kropyvko, M.F. (2010), "Conceptual approach to cluster organization and management of development of

agro-industrial production", Ekonomika APK, vol. 11, pp. 3—13.

9. Bezdek, C. (1981), Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms, Plenum Press, New York, USA.

10. Vorontsov, K. V. (2007), Alhorytmy klasteryzatsyy y mnohomernoho shkalyrovanyia [Algorithms for clustering and multidimensional scaling], MHU, Moscow, Russia.

11. Vorontsov, K. V. (2004), "Combinatorial approach to assessing the quality of learning algorithms", Matematycheskye voprosy kybernetyki, vol. 13, pp.5—36.

12. Jain, A. Murty, M. end Flynn, P. (1999), Data Clustering: A Review, ACM Computing Surveys, Vol. 31, no. 3.

13. Orlov, A. Y. (2004), Prykladnaia statystyka [Applied statistics], Yzdatel'stvo "Ekzamen", Moscow, Russia.

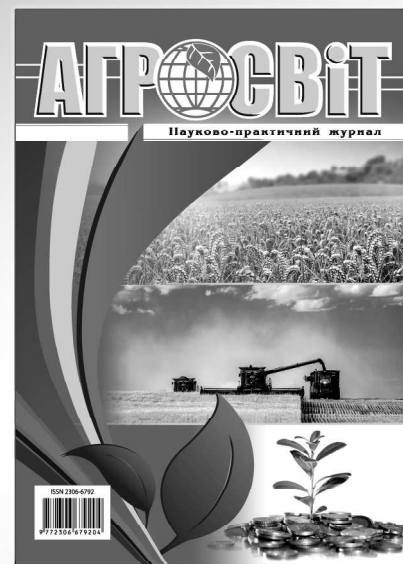
14. MathWorks (2016), Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide, Version 2, The MathWorks, Inc, Massachusetts, USA.

*Стаття надійшла до редакції 07.09.2018 р.*

# АГРОСВІТ

[www.agrosvit.info](http://www.agrosvit.info)

Передплатний індекс: 23847



**Виходить 24 рази на рік**

**Видання включено до переліку  
наукових фахових видань України  
з ЕКОНОМІКИ**