

## **2.2. Характерні риси й тенденції оптимального розвитку підприємств харчової промисловості**

Одне з провідних місць в економіці України посідає харчова промисловість. І хоча після проголошення незалежності відбувся значний спад у випуску продуктів харчування, пов'язаний із втратою налагоджених каналів збуту, але з кожним роком ця галузь нарощує свої потужності. Про це свідчать динаміка індексів обсягів виробничих обсягів харчової промисловості України, щорічне збільшення суми іноземних інвестицій у виробництво продовольчих товарів тощо.

Використання економіко-математичних методів і моделей в управлінні підприємствами особливо актуальне з позиції формування оптимального виробничого плану, оцінювання та прогнозування основних показників діяльності. Адже простежується тісний взаємозв'язок між успішною роботою підприємств та прогнозуванням і плануванням їхньої виробничої діяльності. Одночасно недостатня розробленість цієї тематики вимагає побудови нових економіко-математичних моделей, які б поєднували у собі ознаки й оптимізаційних, й імітаційних та відображали діяльність виробничих підприємств, зокрема харчової промисловості.

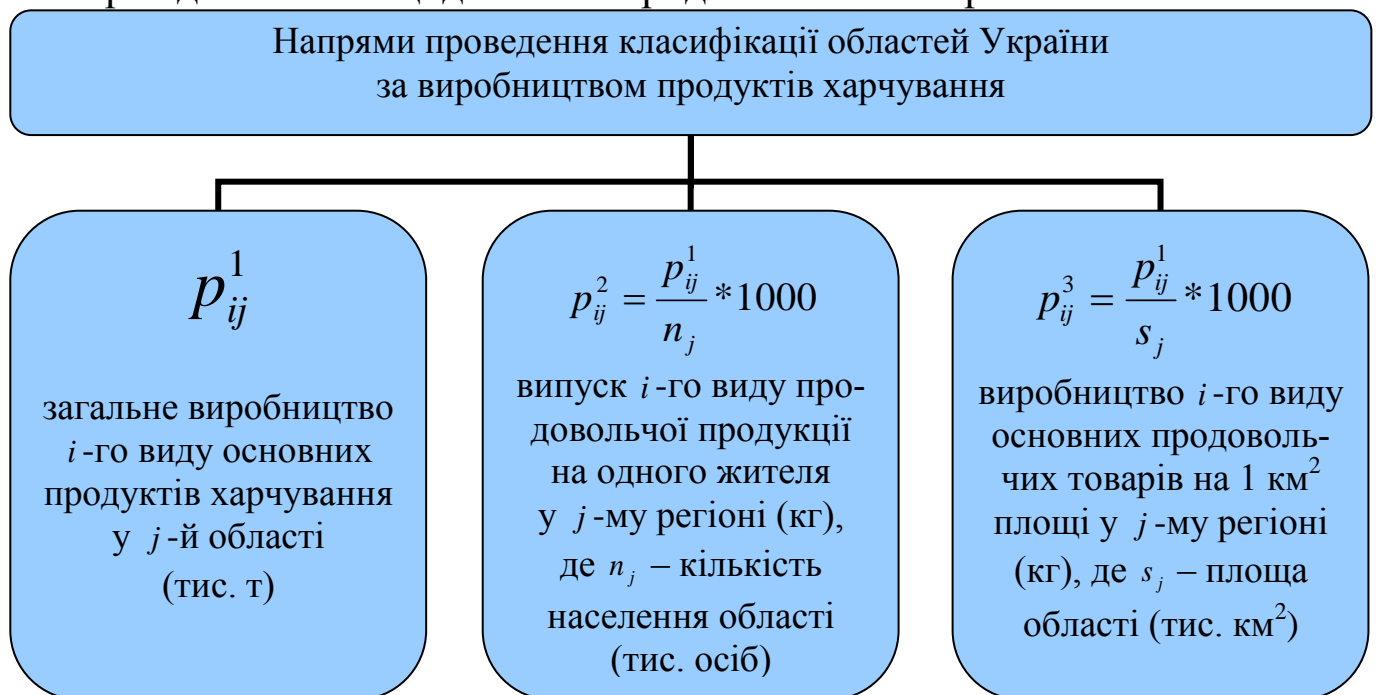
Кластерний і факторний аналіз випуску продукції харчової промисловості України проведемо за таким алгоритмом: 1) класифікація областей України за виробництвом продуктів харчування; 2) групування основних продовольчих товарів за обсягами випуску на загальнодержавному та регіональному (Волинська обл.) рівнях і порівняння отриманих результатів між собою; 3) визначення прихованих факторів впливу на виробництво продовольчої продукції України і Волині та порівняння отриманих результатів між собою.

Спочатку за допомогою кластерного аналізу проведемо класифікацію областей України за виробництвом продуктів харчування. Тобто визначимо порядок їх об'єднання, оптимальну кількість кластерів, а також переваги з випуску продовольчих товарів у тих регіонах, які мають усі необхідні умови для створення ефективної сировинної бази. Оскільки виробництво продовольчої продукції пов'язане з кількістю населення та величиною площі регіону, то показниками кластеризації обрано один абсолютний і два відносні (див. рис. 2.2).

Класифікацію за кожним напрямом будемо проводити у два етапи. На першому за допомогою методу деревоподібної кластеризації дослідимо процес послідовного об'єднання областей у кластери. На другому за допомогою методу К-середніх отримаємо кластери з од-

норідними регіонами за випуском продовольчих товарів. Автоматизацію розрахунків здійснено за допомогою використання програмного пакета StatSoft Statistica 6.0, який є достатньо ефективним для такого типу розрахунків. Для дослідження областей України підібрано вісім показників. Кожен із них – це виробництво (тис. т) певного основного продукту харчування, зокрема: продукт 1 – вироби ковбасні; продукт 2 – олія соняшникова нерафінована; продукт 3 – молоко оброблене рідке; продукт 4 – сири жирні; продукт 5 – продукти кисломолочні; продукт 6 – борошно; продукт 7 – вироби хлібобулочні; продукт 8 – цукор-пісок.

Дані для обчислень узяті за 2006 р. з [7, 126–133], оскільки за 2007 р. є дані тільки щодо шести продовольчих товарів.



**Рис. 2.2.** Напрями проведення класифікації областей України за виробництвом продуктів харчування

Як міру відстані використано формулу евклідової відстані, яка має велику популярність серед дослідників. Згідно з нею показник із більшим значенням домінує над показником із меншим значенням. Для вирішення цієї проблеми слугує  $z$ -перетворення. У результаті було отримано, що за абсолютними показниками  $p_{ij}^1$  (які характеризують загальний випуск основних продуктів харчування) на першому кроці алгоритму об'єднуються дві області – Закарпатська та Івано-Франківська (відстань об'єднання – 0,5093082), на другому – до них приєднується Чернівецька (0,6788799), на третьому – об'єднуються Сумська і Чернігівська області (0,9066252), на четвертому – до Закар-

патської, Івано-Франківської, та Чернівецької областей приєднується Рівненська (0,9337705) і т.д.

При аналізі списку об'єднання оптимальною вважається така кількість кластерів, яка дорівнює різниці кількості спостережень (у нашому випадку – 25) і кількості кроків, після якої відстань об'єднання збільшується стрибкоподібно (у нашому випадку – 18, де відбувається стрибок від 1,743775 до 2,971814). Тобто за цією методикою рекомендоване число кластерів – сім. Однак така кількість кластерів є надто великою, логічно робити поділ на три кластери: регіони з великим, середнім та малим випуском продукції у всеукраїнському масштабі. Тому проведемо поділ на три кластери, застосувавши при цьому метод К-середніх. Структуру отриманих за показниками  $p_{ij}^1$  кластерів та переваги областей за виробництвом продовольчих товарів подано на рис. 2.3.



**Рис. 2.3.** Структура кластерів за показниками  $p_{ij}^1$

У першому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення п'яти показників із восьми є значно більшими, ніж в інших групах. У другому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення трьох показників є значно більшими, ніж в інших двох групах. У третьому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення семи показників є меншими, ніж в інших групах. Тобто можна зробити такі висновки: 1) області першого кластера переважають регіони з інших груп за виробництвом виробів ковбасних, олії соняшnikової нерафінованої, продуктів кисломолочних, борошна та виробів хлібобулочних; 2) області другого кластера переважають регіони з інших груп за випуском молока обробленого рідкого, сирів жирних та цукру-піску; 3) області, третього кластера переважають тільки регіони з першої групи за виробництвом сирів жирних.

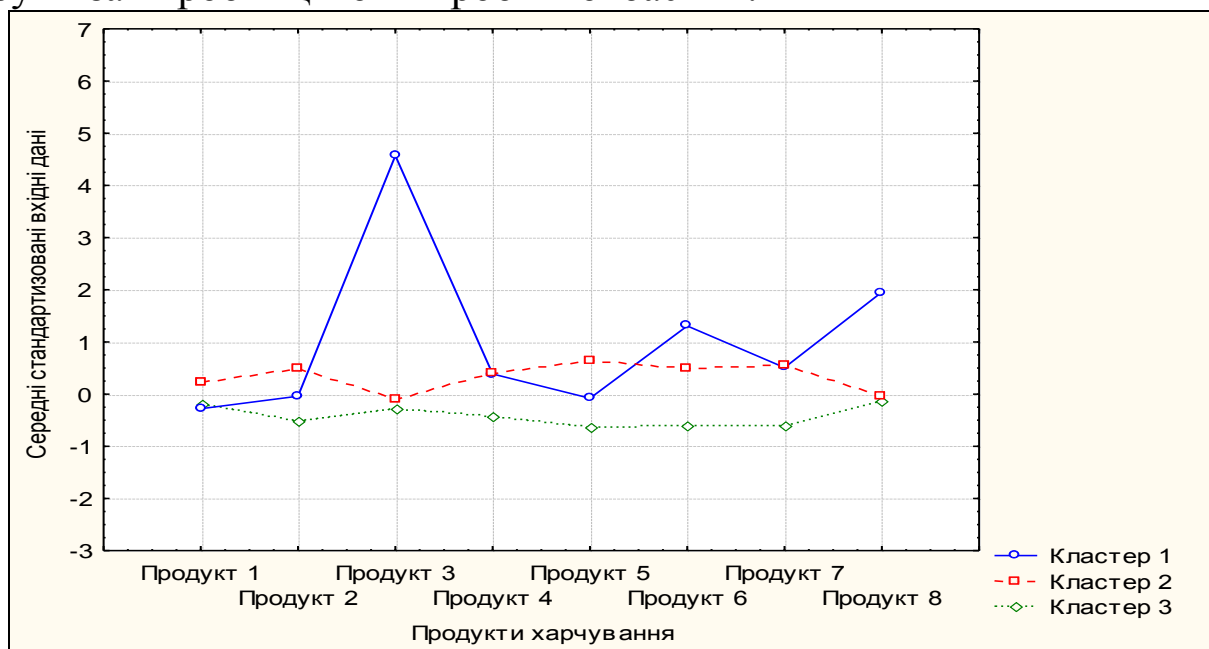
Структуру отриманих за показниками  $p_{ij}^2$  кластерів та переваги областей за виробництвом продовольчих товарів відображено на рис. 2.4, а середні стандартизовані вхідні значення для кожного кластера за всіма продуктами – на рис. 2.5.



Рис. 2.4. Структура кластерів за показниками  $p_{ij}^2$

З рис. 2.4 видно, що в першому кластері міститься об'єкт, в якого середні значення трьох показників із восьми є більшими, ніж в інших групах. У другому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення п'яти показників є більшими, ніж в інших двох групах. У третьому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення семи показників є меншими, ніж в інших групах.

Тобто можна зробити такі висновки: 1) область першого кластера переважає регіони з інших двох груп за виробництвом на одну особу молока обробленого рідкого, борошна та цукру-піску; 2) області другого кластера переважають регіони з інших груп за випуском на одного жителя виробів ковбасних, олії соняшникової нерафінованої, сирів жирних, продуктів кисломолочних та виробів хлібобулочних; 3) області третього кластера переважають тільки регіон із першої групи за виробництвом виробів ковбасних.



**Рис. 2.5.** Середні стандартизовані вхідні значення за показниками  $p_{ij}^2$

З рис. 2.6 видно, що в першому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення п'яти показників із восьми є значно більшими, ніж в інших групах. У другому кластері знаходяться об'єкти, в яких середні значення трьох показників є більшими, ніж в інших двох групах. У третьому кластері містяться об'єкти, в яких середні значення шести показників є меншими, ніж в інших групах. Тобто можна зробити такі висновки: 1) області першого кластера переважають регіони з інших груп за виробництвом на 1 км<sup>2</sup> площі виробів ковбасних, олії соняшникової нерафінованої, продуктів кисломолочних, борошна та виробів хлібобулочних; 2) області другого кластера переважають регіони з

інших груп за випуском на 1 км<sup>2</sup> площі молока обробленого рідкого, сирів жирних та цукру-піску; 3) області третього кластера переважають тільки регіони з першої групи за виробництвом на 1 км<sup>2</sup> площі сирів жирних та регіони з другої групи за випуском олії соняшникової нерафінованої.



Рис. 2.6. Структура кластерів за показниками  $p_{ij}^3$

Як бачимо, за показниками  $p_{ij}^1$  (загальне виробництво) більше основних продуктів харчування випускають східні та центральні області, менше – західні, північні та південні. За показниками  $p_{ij}^2$  (виробництво на одного жителя) територіальне розміщення кластерів дещо змінилося: західні та частина південних регіонів випускають менше продовольчої продукції на одну особу, ніж інші. І, нарешті, за показниками  $p_{ij}^3$  (випуск на 1 км<sup>2</sup> площі) більше продовольства на 1 км<sup>2</sup> території виробляють центральні, а також частина східних і західних областей.

Проведемо кластеризацію показників випуску десяти основних продовольчих товарів для України загалом та Волинської області зокрема за 1995–2007 рр., тобто виявимо групи продуктів харчування з різною величиною обсягів виробництва. Автоматизацію процесу здійснено за допомогою табличного процесора Microsoft Excel. Використовувати електронну таблицю Microsoft Excel, на нашу думку, доцільно тільки тоді, коли кількість об'єктів не перевищує десяти, оскільки, в іншому випадку, аналіз буде надто громіздким.

Розіб'ємо процес кластеризації на такі етапи: 1) комп'ютерна реалізація: побудова матриці вхідних даних, побудова матриці стандартизованих вхідних даних, побудова матриці евклідових відстаней; 2) посткомп'ютерна реалізація: аналіз матриці відстаней.

Припустимо, що сукупність десяти основних продуктів харчування, випуск яких описується тринадцятьма показниками (за 13 останніх років), характеризується матрицею вхідних даних

$$X = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & X_{14} & X_{15} & X_{16} & X_{17} & X_{18} & X_{19} & X_{110} & X_{111} & X_{112} & X_{113} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & X_{24} & X_{25} & X_{26} & X_{27} & X_{28} & X_{29} & X_{210} & X_{211} & X_{212} & X_{213} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{101} & X_{102} & X_{103} & X_{104} & X_{105} & X_{106} & X_{107} & X_{108} & X_{109} & X_{1010} & X_{1011} & X_{1012} & X_{1013} \end{pmatrix}.$$

Від матриці вхідних даних переходимо до матриці стандартизованих вхідних даних

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & Z_{14} & Z_{15} & Z_{16} & Z_{17} & Z_{18} & Z_{19} & Z_{110} & Z_{111} & Z_{112} & Z_{113} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & Z_{24} & Z_{25} & Z_{26} & Z_{27} & Z_{28} & Z_{29} & Z_{210} & Z_{211} & Z_{212} & Z_{213} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{101} & Z_{102} & Z_{103} & Z_{104} & Z_{105} & Z_{106} & Z_{107} & Z_{108} & Z_{109} & Z_{1010} & Z_{1011} & Z_{1012} & Z_{1013} \end{pmatrix},$$

де  $z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j}$ ;  $\bar{x}_j = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_{ij}$ ;

$$s_j = \sqrt{\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2} = \sqrt{\frac{1}{10-1} \sum_{i=1}^{10} x_{ij}^2 - (\bar{x}_j)^2};$$

$x_{ij}$  ( $i = \overline{1, 10}$ ;  $j = \overline{1, 13}$ ) – значення  $j$ -го показника для  $i$ -го товару;

$\bar{x}_j$ ,  $s_j$  ( $j = \overline{1, 13}$ ) – середнє значення і стандартне відхилення  $j$ -го показника;

$z_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, 10$ ;  $j = 1, 2, \dots, 13$ ) – стандартизоване значення  $j$ -го показника для  $i$ -го продукту;

$i = 1, 2, \dots, 10$  – номер товару (об'єкта);

$j = 1, 2, \dots, 13$  – номер показника (фактору).

Далі побудуємо матрицю евклідових відстаней. Відстань між товарами обчислюватиметься за формулою  $P_{ik}^E = \left( \sum_{j=1}^{13} (x_{ij} - x_{kj})^2 \right)^{1/2}$ .

Тут  $x_{ij}, x_{kj}$  ( $i, k = 1, 2, \dots, 10; j = 1, 2, \dots, 13$ ) – значення  $j$ -го показника для  $i$ -го чи  $k$ -го продукту.

Як відстань між двома товарами  $Z_i$  та  $Z_k$  можна також використувати також “зважену” евклідову відстань  $P_{ik}^{3B}(Z_i Z_k) = \left( \sum_{j=1}^{13} W_j (Z_{ij} - Z_{kj})^2 \right)^{1/2}$ , де  $W_j$  – “вага” показника:  $0 \leq W_j \leq 1, j = 1, 2, \dots, 13$ . Тоді “ваги” будуть пропорційні ступеню важливості відповідних економічних показників. Оскільки у нашому випадку ступінь важливості всіх показників однакова, то використувати “ваги” не будемо.

Отримані значення запишемо у вигляді симетричної матриці відстаней:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & P_{12} & \dots & P_{110} \\ P_{21} & 0 & \dots & P_{210} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{101} & P_{102} & \dots & 0 \end{pmatrix}.$$

Опис практичної реалізації матриць за допомогою табличного процесора Microsoft Excel подано у додатку 9.

Для проведення дослідження заповнимо матрицю вхідних даних, в якій десять основних продовольчих товарів характеризуватимуться тринадцятьма показниками спочатку для України, а пізніше для Волині (див. рис. 9.2–9.3 додатка 9), де: товар 1 – м’ясо (включаючи субпродукти 1-ї категорії); товар 2 – ковбасні вироби; товар 3 – тваринне масло; товар 4 – продукція з незбираного молока (у перерахунку на молоко); товар 5 – жирні сири (включаючи бринзу); товар 6 – цукор-пісок; товар 7 – борошно; товар 8 – хліб і хлібобулочні вироби; товар 9 – кондитерські вироби; товар 10 – макаронні вироби. Показники 1–13 – виробництво перерахованих вище продуктів харчування в Україні та на Волині за 1995–2007 рр. відповідно (тис. т).

В інших матрицях відповідно отримаємо стандартизовані вхідні дані та евклідові відстані для країни і регіону (див. рис. 9.4–9.7 додатка 9).



Використовуючи матрицю відстаней, легко реалізувати ієрархічну агломеративну процедуру. Принцип її роботи полягає у послідовному об'єднанні спершу найближчих, а далі все більш віддалених один від одного об'єктів. Спочатку кожний об'єкт  $Z_i (i = 1, 2, \dots, 10)$  розглядається як окремий кластер. На кожному кроці роботи алгоритму здійснюється об'єднання двох найближчих кластерів і знову будується матриця відстаней, розмірність якої зменшується на одиницю. Робота алгоритму завершується тоді, коли всі об'єкти будуть об'єднані в один кластер [9, 135]. Тобто загальна схема агломеративної процедури на матриці відстаней подається як повторення трьох операцій: 1) пошук мінімальної відстані між кластерами; 2) об'єднання двох найближчих об'єктів в один кластер і надання йому спільного індексу; 3) розрахунок відстаней від сформованого кластера до інших одиниць сукупності [10, 44].

Отже, наша матриця для України матиме вигляд

$P_1 =$	<b>0,0000</b>	1,1399	1,5450	1,8732	1,4287	4,9912	8,3715	5,9980	0,8762	1,5544
	1,1399	<b>0,0000</b>	0,4476	2,8774	0,3183	6,0189	9,3843	6,9908	1,1875	0,4709
	1,5450	0,4476	<b>0,0000</b>	3,2933	0,2990	6,3883	9,7281	7,3352	1,5217	<u>0,0882</u>
	1,8732	2,8774	3,2933	<b>0,0000</b>	3,1562	3,4391	6,8803	4,5079	1,9473	3,3181
	1,4287	0,3183	0,2990	3,1562	<b>0,0000</b>	6,3246	9,6933	7,3000	1,4557	0,3268
	4,9912	6,0189	6,3883	3,4391	6,3246	<b>0,0000</b>	3,7378	1,5657	5,0673	6,4043
	8,3715	9,3843	9,7281	6,8803	9,6933	3,7378	<b>0,0000</b>	2,4634	8,4100	9,7358
	5,9980	6,9908	7,3352	4,5079	7,3000	1,5657	2,4634	<b>0,0000</b>	5,9906	7,3477
	0,8762	1,1875	1,5217	1,9473	1,4557	5,0673	8,4100	5,9906	<b>0,0000</b>	1,5564
	1,5544	0,4709	0,0882	3,3181	0,3268	6,4043	9,7358	7,3477	1,5564	<b>0,0000</b>

Аналіз цієї матриці показує, що третій і десятий товари є найбільш близькими ( $p_{3,10}=0,0882$ ), а тому вони об'єднуються в один кластер. Після об'єднання отримаємо дев'ять кластерів:

Номер кластера	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Склад кластера	(1)	(2)	(3, 10)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

$$\begin{aligned}
 Z_1 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{1(3, 10)}=1,5450; \\
 Z_2 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{2(3, 10)}=0,4476; \\
 Z_4 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{4(3, 10)}=3,2933; \\
 Z_5 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{5(3, 10)}=0,2990; \\
 Z_6 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{6(3, 10)}=6,3883; \\
 Z_7 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{7(3, 10)}=9,7281; \\
 Z_8 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{8(3, 10)}=7,3352; \\
 Z_9 \text{ і } Z_{(3, 10)} & \quad p_{9(3, 10)}=1,5217.
 \end{aligned}$$

Решта відстаней залишаються без змін. Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_2 = \begin{pmatrix} \mathbf{0,0000} & 1,1399 & 1,5450 & 1,8732 & 1,4287 & 4,9912 & 8,3715 & 5,9980 & 0,8762 \\ 1,1399 & \mathbf{0,0000} & 0,4476 & 2,8774 & 0,3183 & 6,0189 & 9,3843 & 6,9908 & 1,1875 \\ 1,5450 & 0,4476 & \mathbf{0,0000} & 3,2933 & \underline{0,2990} & 6,3883 & 9,7281 & 7,3352 & 1,5217 \\ 1,8732 & 2,8774 & 3,2933 & \mathbf{0,0000} & 3,1562 & 3,4391 & 6,8803 & 4,5079 & 1,9473 \\ 1,4287 & 0,3183 & 0,2990 & 3,1562 & \mathbf{0,0000} & 6,3246 & 9,6933 & 7,3000 & 1,4557 \\ 4,9912 & 6,0189 & 6,3883 & 3,4391 & 6,3246 & \mathbf{0,0000} & 3,7378 & 1,5657 & 5,0673 \\ 8,3715 & 9,3843 & 9,7281 & 6,8803 & 9,6933 & 3,7378 & \mathbf{0,0000} & 2,4634 & 8,4100 \\ 5,9980 & 6,9908 & 7,3352 & 4,5079 & 7,3000 & 1,5657 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} & 5,9906 \\ 0,8762 & 1,1875 & 1,5217 & 1,9473 & 1,4557 & 5,0673 & 8,4100 & 5,9906 & \mathbf{0,0000} \end{pmatrix}.$$

Її аналіз показує, що кластери  $Z_{(3, 10)}$  і  $Z_5$  є найбільш близькими ( $p_{3, 10, 5}=0,2990$ ), а тому вони об'єднуються в один. Після об'єднання отримаємо вісім кластерів:

Номер кластера	1	2	3	4	5	6	7	8
Склад кластера	(1)	(2)	(3, 10, 5)	(4)	(6)	(7)	(8)	(9)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

- $Z_1$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{1(3, 10, 5)}=1,4287$ ;
- $Z_2$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{2(3, 10, 5)}=0,3183$ ;
- $Z_4$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{4(3, 10, 5)}=3,1562$ ;
- $Z_6$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{6(3, 10, 5)}=6,3246$ ;
- $Z_7$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{7(3, 10, 5)}=9,6933$ ;
- $Z_8$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{8(3, 10, 5)}=7,3000$ ;
- $Z_9$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$   $p_{9(3, 10, 5)}=1,4557$ .

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_3 = \begin{pmatrix} \mathbf{0,0000} & 1,1399 & 1,4287 & 1,8732 & 4,9912 & 8,3715 & 5,9980 & 0,8762 \\ 1,1399 & \mathbf{0,0000} & \underline{0,3183} & 2,8774 & 6,0189 & 9,3843 & 6,9908 & 1,1875 \\ 1,4287 & 0,3183 & \mathbf{0,0000} & 3,1562 & 6,3246 & 9,6933 & 7,3000 & 1,4557 \\ 1,8732 & 2,8774 & 3,1562 & \mathbf{0,0000} & 3,4391 & 6,8803 & 4,5079 & 1,9473 \\ 4,9912 & 6,0189 & 6,3246 & 3,4391 & \mathbf{0,0000} & 3,7378 & 1,5657 & 5,0673 \\ 8,3715 & 9,3843 & 9,6933 & 6,8803 & 3,7378 & \mathbf{0,0000} & 2,4634 & 8,4100 \\ 5,9980 & 6,9908 & 7,3000 & 4,5079 & 1,5657 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} & 5,9906 \\ 0,8762 & 1,1875 & 1,4557 & 1,9473 & 5,0673 & 8,4100 & 5,9906 & \mathbf{0,0000} \end{pmatrix}.$$

Її аналіз показує, що кластери  $Z_2$  і  $Z_{(3, 10, 5)}$  є найбільш близькими ( $p_{2, 3, 10, 5}=0,3183$ ), а тому вони об'єднуються в один. Після об'єднання отримаємо сім кластерів:

Номер кластера	1	2	3	4	5	6	7
Склад кластера	(1)	(2, 3, 10, 5)	(4)	(6)	(7)	(8)	(9)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

$$\begin{aligned}
 Z_1 \text{ і } Z_{(2, 3, 10, 5)} & \quad p_{1(2, 3, 10, 5)}=1,1399; \\
 Z_4 \text{ і } Z_{(2, 3, 10, 5)} & \quad p_{4(2, 3, 10, 5)}=2,8774; \\
 Z_6 \text{ і } Z_{(2, 3, 10, 5)} & \quad p_{6(2, 3, 10, 5)}=6,0189; \\
 Z_7 \text{ і } Z_{(2, 3, 10, 5)} & \quad p_{7(2, 3, 10, 5)}=9,3843; \\
 Z_8 \text{ і } Z_{(2, 3, 10, 5)} & \quad p_{8(2, 3, 10, 5)}=6,9908; \\
 Z_9 \text{ і } Z_{(2, 3, 10, 5)} & \quad p_{9(2, 3, 10, 5)}=1,1875.
 \end{aligned}$$

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_4 = \begin{pmatrix}
 \mathbf{0,0000} & 1,1399 & 1,8732 & 4,9912 & 8,3715 & 5,9980 & \mathbf{0,8762} \\
 1,1399 & \mathbf{0,0000} & 2,8774 & 6,0189 & 9,3843 & 6,9908 & 1,1875 \\
 1,8732 & 2,8774 & \mathbf{0,0000} & 3,4391 & 6,8803 & 4,5079 & 1,9473 \\
 4,9912 & 6,0189 & 3,4391 & \mathbf{0,0000} & 3,7378 & 1,5657 & 5,0673 \\
 8,3715 & 9,3843 & 6,8803 & 3,7378 & \mathbf{0,0000} & 2,4634 & 8,4100 \\
 5,9980 & 6,9908 & 4,5079 & 1,5657 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} & 5,9906 \\
 0,8762 & 1,1875 & 1,9473 & 5,0673 & 8,4100 & 5,9906 & \mathbf{0,0000}
 \end{pmatrix} .$$

Її аналіз показує, що перший і дев'ятий продукти є найбільш близькими ( $p_{1, 9}=0,8762$ ), а тому вони об'єднуються в один кластер. Після об'єднання отримаємо шість кластерів:

Номер кластера	1	2	3	4	5	6
Склад кластера	(1, 9)	(2, 3, 10, 5)	(4)	(6)	(7)	(8)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

$$\begin{aligned}
 Z_{(2, 3, 10, 5)} \text{ і } Z_{(1, 9)} & \quad p_{(2, 3, 10, 5)(1, 9)}=1,1399; \\
 Z_4 \text{ і } Z_{(1, 9)} & \quad p_{4(1, 9)}=1,8732; \\
 Z_6 \text{ і } Z_{(1, 9)} & \quad p_{6(1, 9)}=4,9912; \\
 Z_7 \text{ і } Z_{(1, 9)} & \quad p_{7(1, 9)}=8,3715; \\
 Z_8 \text{ і } Z_{(1, 9)} & \quad p_{8(1, 9)}=5,9906.
 \end{aligned}$$

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_5 = \begin{vmatrix} \mathbf{0,0000} & \underline{1,1399} & 1,8732 & 4,9912 & 8,3715 & 5,9906 \\ 1,1399 & \mathbf{0,0000} & 2,8774 & 6,0189 & 9,3843 & 6,9908 \\ 1,8732 & 2,8774 & \mathbf{0,0000} & 3,4391 & 6,8803 & 4,5079 \\ 4,9912 & 6,0189 & 3,4391 & \mathbf{0,0000} & 3,7378 & 1,5657 \\ 8,3715 & 9,3843 & 6,8803 & 3,7378 & \mathbf{0,0000} & 2,4634 \\ 5,9906 & 6,9908 & 4,5079 & 1,5657 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} \end{vmatrix}.$$

Її аналіз показує, що кластери  $Z_{1,9}$  і  $Z_{(2,3,10,5)}$  є найбільш близькими ( $p_{1,9,2,3,10,5}=1,1399$ ), а тому вони об'єднуються в один. Після об'єднання отримаємо:

Номер кластера	1	2	3	4	5
Склад кластера	(1, 9, 2, 3, 10, 5)	(4)	(6)	(7)	(8)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

$$\begin{aligned} Z_4 \text{ і } Z_{(1,9,2,3,10,5)} & \quad p_{4(1,9,2,3,10,5)}=1,8732; \\ Z_6 \text{ і } Z_{(1,9,2,3,10,5)} & \quad p_{6(1,9,2,3,10,5)}=4,9912; \\ Z_7 \text{ і } Z_{(1,9,2,3,10,5)} & \quad p_{7(1,9,2,3,10,5)}=8,3715; \\ Z_8 \text{ і } Z_{(1,9,2,3,10,5)} & \quad p_{8(1,9,2,3,10,5)}=5,9906. \end{aligned}$$

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_6 = \begin{vmatrix} \mathbf{0,0000} & 1,8732 & 4,9912 & 8,3715 & 5,9906 \\ 1,8732 & \mathbf{0,0000} & 3,4391 & 6,8803 & 4,5079 \\ 4,9912 & 3,4391 & \mathbf{0,0000} & 3,7378 & \underline{1,5657} \\ 8,3715 & 6,8803 & 3,7378 & \mathbf{0,0000} & 2,4634 \\ 5,9906 & 4,5079 & 1,5657 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} \end{vmatrix}.$$

Її аналіз показує, що шостий і восьмий товари є найбільш близькими ( $p_{6,8}=1,5657$ ), а тому вони об'єднуються в один кластер. Після об'єднання отримаємо чотири кластери:

Номер кластера	1	2	3	4
Склад кластера	(1, 9, 2, 3, 10, 5)	(4)	(6, 8)	(7)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

$$\begin{aligned} Z_{(1,9,2,3,10,5)} \text{ і } Z_{(6,8)} & \quad p_{(1,9,2,3,10,5)(6,8)}=4,9912; \\ Z_4 \text{ і } Z_{(6,8)} & \quad p_{4(6,8)}=3,4391; \\ Z_7 \text{ і } Z_{(6,8)} & \quad p_{7(6,8)}=2,4634. \end{aligned}$$

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_7 = \begin{vmatrix} \mathbf{0,0000} & \underline{1,8732} & 4,9912 & 8,3715 \\ 1,8732 & \mathbf{0,0000} & 3,4391 & 6,8803 \\ 4,9912 & 3,4391 & \mathbf{0,0000} & 2,4634 \\ 8,3715 & 6,8803 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} \end{vmatrix}.$$

Її аналіз показує, що кластери  $Z_{(1, 9, 2, 3, 10, 5)}$  і  $Z_4$  є найбільш близькими ( $p_{1, 9, 2, 3, 10, 5, 4}=1,8732$ ), а тому вони об'єднуються в один. Після об'єднання отримуємо три кластери:

Номер кластера	1	2	3
Склад кластера	(1, 9, 2, 3, 10, 5, 4)	(6, 8)	(7)

Найменші відстані між отриманим та іншими кластерами становитимуть:

$$\begin{aligned} Z_{(6, 8)} \text{ і } Z_{(1, 9, 2, 3, 10, 5, 4)} & \quad p_{(6, 8) (1, 9, 2, 3, 10, 5, 4)}=3,4391; \\ Z_7 \text{ і } Z_{(1, 9, 2, 3, 10, 5, 4)} & \quad p_{7 (1, 9, 2, 3, 10, 5, 4)}=6,8803. \end{aligned}$$

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_8 = \begin{vmatrix} \mathbf{0,0000} & 3,4391 & 6,8803 \\ 3,4391 & \mathbf{0,0000} & \underline{2,4634} \\ 6,8803 & 2,4634 & \mathbf{0,0000} \end{vmatrix}.$$

Її аналіз показує, що кластери  $Z_{(6, 8)}$  і  $Z_7$  є найбільш близькими ( $p_{6, 8, 7}=2,4634$ ), а тому вони об'єднуються в один. Після об'єднання отримуємо два кластери:

Номер кластера	1	2
Склад кластера	(1, 9, 2, 3, 10, 5, 4)	(6, 8, 7)

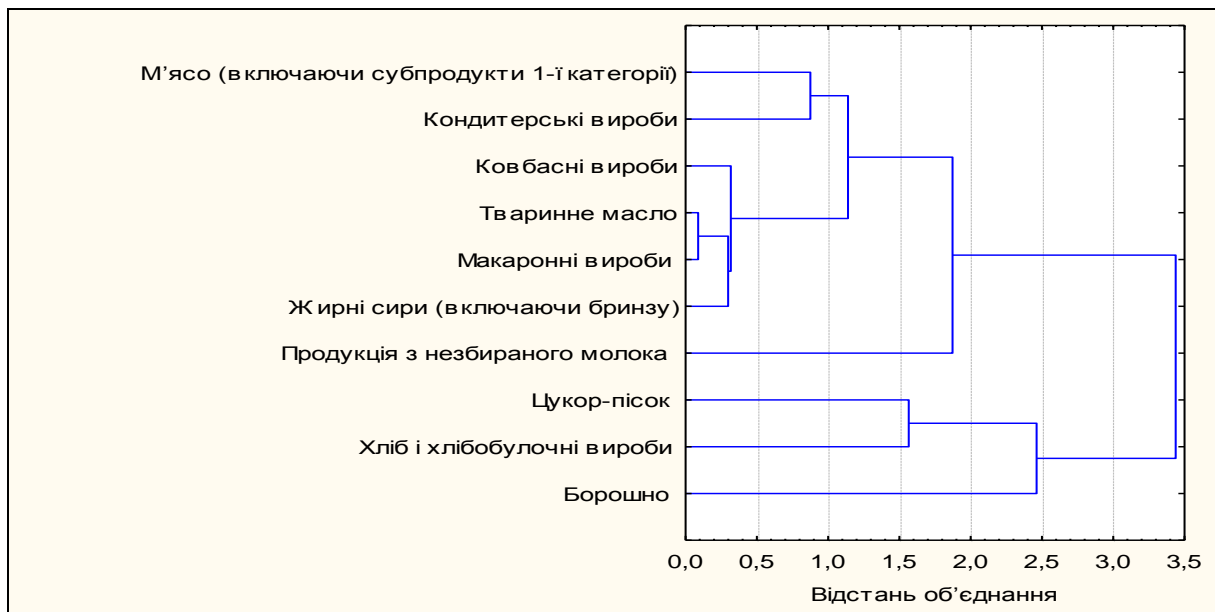
Найменша відстань між отриманим та іншим кластером становитиме:

$$Z_6 \text{ і } Z_{(1, 4, 2, 3, 9, 10, 5, 8, 7)} \quad p_{6 (1, 4, 2, 3, 9, 10, 5, 8, 7)}=3,4391.$$

Матриця відстаней набуде вигляду

$$P_9 = \begin{vmatrix} \mathbf{0,0000} & 3,4391 \\ 3,4391 & \mathbf{0,0000} \end{vmatrix}.$$

Отже, на відстані  $p_{1, 9, 2, 3, 10, 5, 4, 6, 8, 7}=3,4391$  два кластери  $Z_{1, 9, 2, 3, 10, 5, 4}$  і  $Z_{6, 8, 7}$  об'єднуються в один. Процес об'єднання продуктів харчування для України відображено на рис. 2.7.



**Рис. 2.7.** Дендрограма результатів кластерного аналізу для України

З рисунка видно, що на першому кроці алгоритму об'єднуються такі продовольчі товари, як тваринне масло та макаронні вироби (відстань об'єднання – 0,0882); на другому кроці алгоритму до них приєднується такий продукт харчування, як жирні сири (відстань об'єднання – 0,2990); на третьому кроці алгоритму до них приєднується такий товар, як ковбасні вироби (відстань об'єднання – 0,3183); на четвертому кроці алгоритму об'єднуються такі продукти, як м'ясо та кондитерські вироби (відстань об'єднання – 0,8762); на п'ятому кроці алгоритму об'єднуються кластери, отримані на попередніх двох етапах (відстань об'єднання – 1,1399); на шостому кроці алгоритму об'єднуються такі продовольчі товари, як цукор-пісок та хліб і хлібобулочні вироби (відстань об'єднання – 1,5657); на сьомому кроці алгоритму до продуктів, отриманих на п'ятому етапі, приєднується такий продовольчий товар, як продукція з незбираного молока (відстань об'єднання – 1,8732); на восьмому кроці алгоритму до продуктів, отриманих на шостому етапі, приєднується такий продовольчий товар, як борошно (відстань об'єднання – 2,4634); на дев'ятому кроці об'єднуються продукти харчування, отримані на сьомому та восьмому етапах (відстань об'єднання – 3,4391).

Проаналізувавши відстані об'єднання, бачимо, що вони збільшуються стрибкоподібно після восьмого кроку, де відбувається стрибок від 2,4634 до 3,4391. Тобто рекомендоване число кластерів, у які потрібно згрупувати десять основних продовольчих товарів, дорівнює  $10-8=2$ . За показниками виробництва продовольчих товарів в Україні за 1995–2007 рр., один кластер становлять такі основні продукти хар-

чування, як м'ясо (включаючи субпродукти 1-ї категорії), ковбасні вироби, тваринне масло, продукція з незбираного молока, жирні сири (включаючи бринзу), кондитерські та макаронні вироби. Їхні значення не перевищували 1600 тис. т. До другого кластера входять цукор-пісок, борошно та хліб і хлібобулочні вироби, на випуску яких і доцільно зосередити свою увагу вітчизняній економіці, оскільки величини їхнього виробництва перевищують інші (понад 1600 тис. т).

Отримана інформація може бути корисною при розміщенні нових виробничих потужностей щодо випуску продовольчої продукції, а також (якщо додати дані з усіх областей) для дослідження регіональної спеціалізації територій.

За допомогою методу головних компонент проведемо факторний аналіз цих показників динаміки виробництва десяти основних продовольчих товарів в Україні та на Волині за 1995–2007 рр. У нашому випадку 13 об'єктів (років) характеризуються 10 параметрами (товарами). Аналіз почнемо з побудови матриць вхідних та стандартизованих вхідних даних, а також коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними (див. табл. 10.1–10.6 додатка 10). Власні значення кореляційної матриці (сума яких дорівнює сумі одиниць на її діагоналі, тобто 10), а також відсотки їхньої загальної дисперсії подано у табл. 2.15.

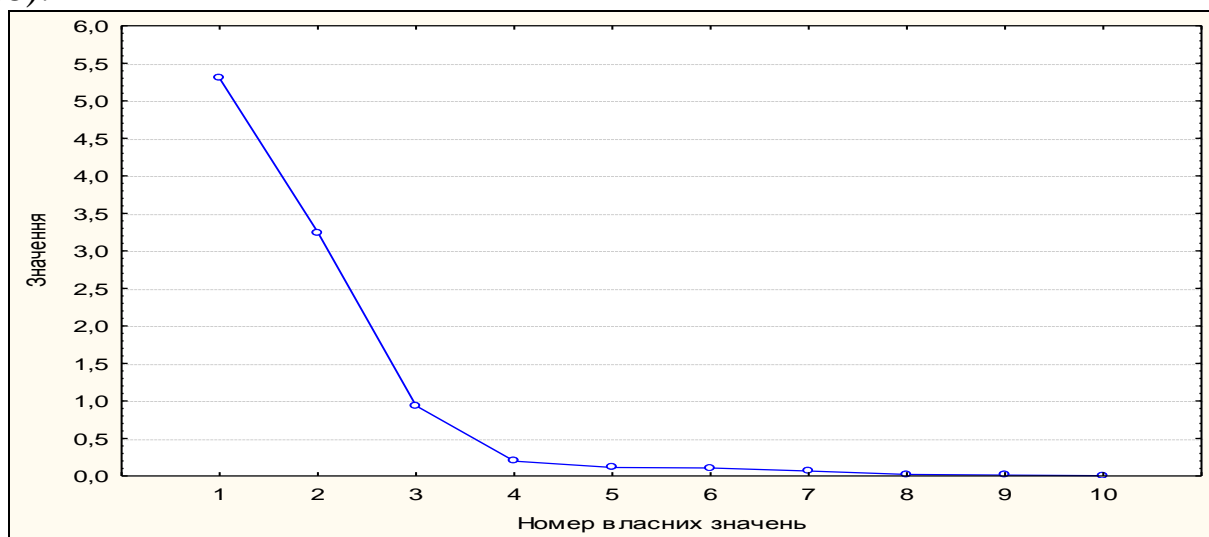
Таблиця 2.15

**Власні значення кореляційної матриці для України**

№ з/п	Власні значення	Відсоток загальної дисперсії	Сукупні власні значення	Сукупний відсоток загальної дисперсії
1	5,299036	52,99036	5,29904	52,9904
2	3,246039	32,46039	8,54508	85,4508
3	0,935960	9,35960	9,48104	94,8104
4	0,197760	1,97760	9,67880	96,7880
5	0,113196	1,13196	9,79199	97,9199
6	0,106193	1,06193	9,89818	98,9818
7	0,066135	0,66135	9,96432	99,6432
8	0,020640	0,20640	9,98496	99,8496
9	0,011648	0,11648	9,99661	99,9661
10	0,003393	0,03393	10,00000	100,0000

Згідно з цією таблицею, за критерієм Кайзера потрібно залишити два фактори (головні компоненти), оскільки тільки два власні значення

ня, які пояснюють близько 85,45 % загальної дисперсії, є більшими за одиницю. Побудуємо також діаграму кам'янистого осипу (див. рис. 2.8).



**Рис. 2.8.** Діаграма кам'янистого осипу

На ній зменшення власних значень зліва направо максимально сповільнюється після третьої точки. Тобто за цим критерієм потрібно залишити три фактори. Для того, щоб визначити оптимальну кількість головних компонент (дві чи три), розглянемо факторні навантаження за різних структур після ортогонального обертання за методом варимакс (див. табл. 2.16).

*Таблиця 2.16*

**Факторні навантаження при головних компонентах для України**

№ з/п	Продовольчі товари	Двофакторна структура		Трифакторна структура		
		фактор 1	фактор 2	фактор 1	фактор 2	фактор 3
1	2	3	4	5	6	7
1	М'ясо	0,505741	0,755339	0,254792	0,767944	0,481027
2	Ковбасні вироби	-0,058290	0,962593	-0,050986	0,967303	-0,019684
3	Тваринне масло	0,760206	0,040943	0,989825	-0,013171	0,038227
4	Продукція з незб. молока	-0,132477	0,959242	0,065619	0,944922	-0,259689
5	Жирні сири	-0,493069	0,844777	-0,364648	0,851315	-0,322378
6	Цукор-пісок	0,873886	0,357288	0,774589	0,337601	0,450008
7	Борошно	0,954626	-0,215410	0,614806	-0,212666	0,741172



Закінчення табл. 2.16

1	2	3	4	5	6	7
8	Хліб і хлібо-булочні вироби	0,971224	-0,157177	0,786263	-0,172502	0,576583
9	Кондитерські вироби	-0,753826	0,117389	-0,141279	0,075782	-0,967331
10	Макаронні вироби	0,919890	-0,263586	0,636718	-0,266189	0,664496
Загальна дисперсія		5,130466	3,414609	3,206098	3,408760	2,866177
Частка загальної дисперсії		0,513047	0,341461	0,320610	0,340876	0,286618

Колонки цієї таблиці відповідають головним компонентам, а рядки – параметрам. Тобто елементи будь-якого рядка є коефіцієнтами при факторах у лінійному вираженні для відповідного параметра. Водночас вони є координатами знаходження параметрів у двовимірному/тривимірному просторі.

З таблиці видно, що за двофакторної структури внесок першої головної компоненти у загальну дисперсію становить 51,30 %, другої – 34,15 %; за трифакторної структури внесок першого фактору – 32,06 %, другого – 34,09 %, третього – 28,66 %. Тобто після обертання частка сукупної загальної дисперсії двох і трьох головних компонент не змінилася (залишилася на рівні 85,45 % і 94,81 %), а тільки відбувся перерозподіл дисперсії між ними.

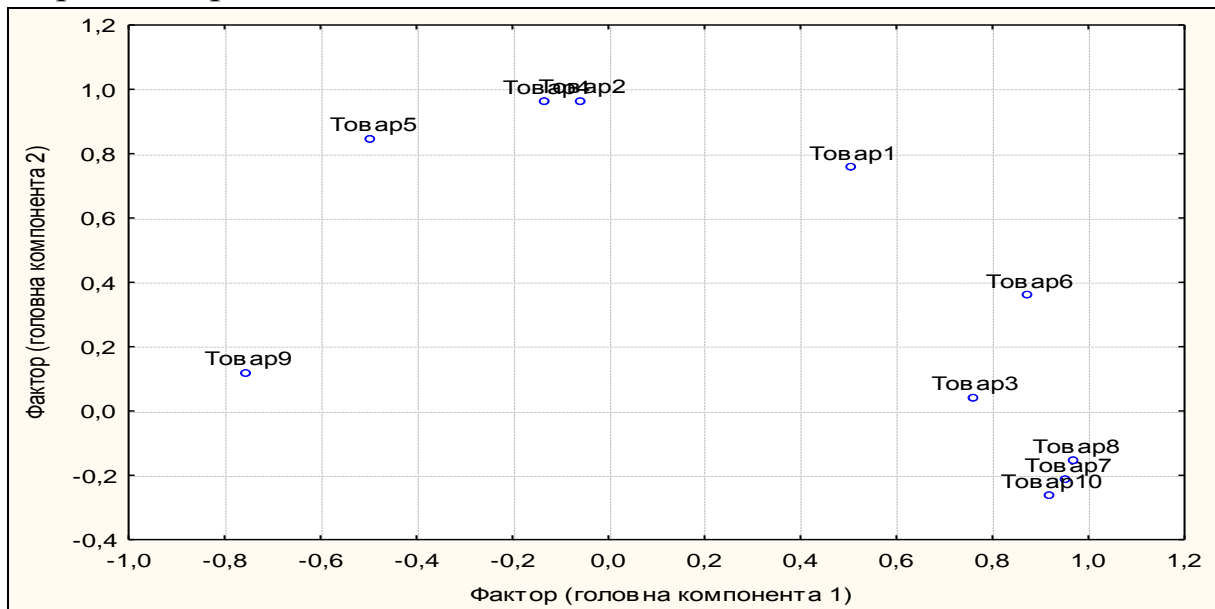
Оскільки за трифакторної структури факторні навантаження для борошна та макаронних виробів досить близькі при першому і третьому факторах (0,614806 і 0,741172; 0,636718 і 0,664496 відповідно), то зупинимося на двох прихованих головних компонентах.

Факторну структуру у двовимірному просторі відображено на рис. 2.9.

Математичні моделі залежностей виробництва основних продовольчих товарів від двох прихованих головних компонент зобразимо у вигляді таких лінійних комбінацій:  
м'ясо (включаючи субпродукти 1-ї категорії):

$$z_1 = 0,5057 F_1 + 0,7553 F_2;$$

ковбасні вироби:	$z_2 = -0,0583 F_1 + 0,9626 F_2;$
тваринне масло:	$z_3 = 0,7602 F_1 + 0,0409 F_2;$
продукція з незбираного молока:	$z_4 = -0,1325 F_1 + 0,9592 F_2;$
жирні сири (включаючи бринзу):	$z_5 = -0,4931 F_1 + 0,8448 F_2;$
цукор-пісок:	$z_6 = 0,8739 F_1 + 0,3573 F_2;$
борошно:	$z_7 = 0,9546 F_1 - 0,2154 F_2;$
хліб і хлібобулочні вироби:	$z_8 = 0,9712 F_1 - 0,1572 F_2;$
кондитерські вироби:	$z_9 = -0,7538 F_1 + 0,1174 F_2;$
макаронні вироби:	$z_{10} = 0,9199 F_1 - 0,2636 F_2 .$



**Рис. 2.9.** Продовольчі товари України у просторі прихованих компонент

Як бачимо, перша головна компонента вагомо впливає на випуск шести продуктів харчування, причому виробництво одного з них (кондитерських виробів) є полярним до шести інших, що свідчить про їхню взаємообернену динаміку. Друга головна компонента вагомо впливає на випуск чотирьох видів продовольчих товарів. Як відомо, інтерпретація факторів полягає у пошуку узагальненої назви для групи змінних, які на нього навантажуються. Тому отримані головні компоненти проінтерпретуємо так:

*головна компонента 1* – фактор великого впливу, оскільки характеризується високими факторними навантаженнями на випуск шести видів основних продуктів харчування, середній індекс виробництва яких за цей період не перевищував 97 (тваринне масло (94,97), цукор-

пісок (96,55), борошно (95,33), хліб і хлібобулочні вироби (94,44) та макаронні вироби (94,77)), або був більшим за 106 (кондитерські вироби (106,92));

*головна компонента 2* – фактор середнього впливу, оскільки характеризується високими факторними навантаженнями на випуск чотирьох видів продовольчих товарів, середній індекс виробництва яких за цей період перевищував 102 (м'ясо (102,65), ковбасні вироби (102,95), продукція з незбираного молока (103,04), жирні сири (113,11)).

Якщо зупинитись детальніше на аналізі першого фактору, то бачимо що динаміка випуску усіх продовольчих товарів, на які він вагомо впливає (крім кондитерських виробів, у яких динаміка протилежна), була такою: суттєве зменшення після 1995 р. у 1,5–2 рази, яке в окремі періоди супроводжувалося незначним зростанням. Щодо виробництва продуктів харчування, які потрапили під вплив другого фактору, то тут простежувалося значне зростання з 2001 р.

Усе це свідчить про те, що динаміка випуску продовольчих товарів, які значно підпадають під вплив однієї й тієї самої компоненти, є подібною (при різній полярності – взаємооберненою), хоча за обсягами їхнє виробництво може відрізнитися між собою.

Щодо випуску продовольства на Волині, то факторні навантаження за різних структур після ортогонального обертання за методом варимакс відображено у табл. 2.17. Оскільки за двофакторної структури факторні навантаження для м'яса та тваринного масла досить близькі (і водночас невеликі) при обох факторах (0,399705 і 0,503523; -0,425388 і 0,449002 відповідно), то зупинимось на трьох прихованих головних компонентах.

Математичні моделі залежностей виробництва основних продовольчих товарів від прихованих головних компонент зобразимо у вигляді таких лінійних комбінацій:

м'ясо (включаючи субпродукти 1-ї категорії):

$$z_1 = 0,2310 F_1 + 0,5915 F_2 + 0,3846 F_3 ;$$

ковбасні вироби:

$$z_2 = 0,9400 F_1 - 0,0827 F_2 + 0,0875 F_3 ;$$

тваринне масло:

$$z_3 = -0,1464 F_1 + 0,2911 F_2 - 0,8147 F_3 ;$$

продукція з незбираного молока:  $z_4 = 0,9187 F_1 + 0,2691 F_2 + 0,0874 F_3 ;$

жирні сири (включаючи бринзу):  $z_5 = 0,9761 F_1 - 0,0241 F_2 + 0,1234 F_3 ;$

цукор-пісок:	$z_6 = 0,6823 F_1 + 0,2315 F_2 + 0,5412 F_3 ;$
борошно:	$z_7 = -0,5728 F_1 + 0,7287 F_2 - 0,1971 F_3 ;$
хліб і хлібобулочні вироби:	$z_8 = 0,1746 F_1 + 0,9235 F_2 - 0,1425 F_3 ;$
кондитерські вироби:	$z_9 = 0,6760 F_1 - 0,0823 F_2 + 0,4895 F_3 ;$
макаронні вироби:	$z_{10} = 0,8135 F_1 - 0,1007 F_2 + 0,4394 F_3 .$

Таблиця 2.17

**Факторні навантаження  
при головних компонентах для Волині**

№ з/п	Продовольчі товари	Двофакторна структура		Трифакторна структура		
		фактор 1	фактор 2	фактор 1	фактор 2	фактор 3
1	М'ясо	0,399705	0,503523	0,230993	0,591481	0,384611
2	Ковбасні вироби	0,894528	-0,087733	0,940001	-0,082684	0,087455
3	Тваринне масло	-0,425388	0,449002	-0,146441	0,291064	-0,814733
4	Продукція з незб. молока	0,898837	0,256417	0,918739	0,269080	0,087372
5	Жирні сири	0,945545	-0,037244	0,976146	-0,024070	0,123427
6	Цукор-пісок	0,851045	0,124505	0,682329	0,231491	0,541247
7	Борошно	-0,553632	0,746785	-0,572793	0,728695	-0,197053
8	Хліб і хлібобулочні вироби	0,169686	0,935117	0,174639	0,923466	-0,142467
9	Кондитерські вироби	0,804172	-0,172257	0,676029	-0,082311	0,489499
10	Макаронні вироби	0,910636	-0,178431	0,813492	-0,100664	0,439447
Загальна дисперсія		5,378393	2,039117	4,698295	1,968670	1,627031
Частка загальної дисперсії		0,537839	0,203912	0,469829	0,196867	0,162703

Отримані головні компоненти проінтерпретуємо так:

*головна компонента 1* – фактор максимального впливу, оскільки характеризується високими факторними навантаженнями на випуск шести видів основних продуктів харчування, середній індекс виробництва яких за цей період перевищував 109 (ковбасні вироби (117,94), продукція з незбираного молока (109,26), жирні сири (120,51), цукор-пісок (113,60), кондитерські (110,96) та макаронні вироби (122,84));

*головна компонента 2* – фактор середнього впливу, оскільки характеризується високими факторними навантаженнями на випуск трьох видів продовольчих товарів, середній індекс виробництва яких за цей період становив від 95 до 104 (м'ясо (103,99), борошно (95,76), хліб і хлібобулочні вироби (98,34));

*головна компонента 3* – фактор мінімального впливу, оскільки характеризується високими факторними навантаженнями на випуск тільки одного виду основних продуктів харчування, середній індекс виробництва якого за цей період становив 100,86 (тваринне масло).

Якщо детальніше проаналізувати перший фактор, то бачимо, що динаміка випуску продовольчих товарів, на які він вагомо впливає, була такою: суттєве збільшення у декілька разів після 1995 р., яке в окремі періоди супроводжувалося незначним спадом. Щодо виробництва продуктів харчування, які попали під вплив другого фактора, то тут значення показників, починаючи з 1995 р., зменшилися або незначно збільшилися. А у випуску продукції, на яку значно впливає третій фактор, намітився трирічний цикл зростань та спадів.

У результаті проведеного аналізу можна зробити такі висновки:

1) при кластерному аналізі областей України за виробництвом продуктів харчування доцільно виділяти три кластери: регіони з великим, середнім та малим випуском продукції у всеукраїнському масштабі;

2) кластеризація показників випуску основних продовольчих товарів в Україні та на Волині показує, що продукти харчування за показниками випуску доцільно поділяти на дві групи: об'єкти з невеликим (сім видів) та великим (три види) виробництвом;

3) на динаміку випуску продовольчих товарів у країні впливають дві головні компоненти: фактори великого та середнього впливу, а у Волинській області – три головні компоненти: фактори максимального, середнього та мінімального впливу.

### **Використана література**

7. Статистичний щорічник України за 2006 рік / [за ред. О. Г. Осауленка]. – К. : Консультант, 2007. – 552 с.
9. Єлейко В. І. Основи економетрії / Єлейко В. І. – Л. : Марка Лтд, 1995. – 192 с.
10. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : навч. посіб. / Єріна А. М. – К. : КНЕУ, 2001. – 170 с.

## Додаток 9

### Алгоритм реалізації кластерного аналізу в табличному процесорі Microsoft Excel та матриці з вхідними і проміжними даними

Для автоматизації кластерного аналізу за допомогою табличного процесора *Microsoft Excel* потрібно виконати такі дії:

1) побудувати на аркуші *Microsoft Excel* у комірках В3:Р15 матрицю вхідних даних розмірністю 10×13 (див. рис. 9.1);

2) увести формули обчислення середнього значення та стандартного відхилення в комірки D14:D15:

$$D14=CPЗНАЧ(D4:D13),$$

$$D15=СТАНДОТКЛОН(D4:D13);$$

3) скопіювати їх у комірки E14:P14 та E15:P15 відповідно;

4) побудувати на тому ж аркуші *Microsoft Excel* у комірках R3:AF13 матрицю стандартизованих вхідних даних (див. рис. 9.1);

5) увести формули у комірки T4:AF4:

$$T4=(D4-\$D\$14)/\$D\$15,$$

$$U4=(E4-\$E\$14)/\$E\$15,$$

$$V4=(F4-\$F\$14)/\$F\$15,$$

$$W4=(G4-\$G\$14)/\$G\$15,$$

$$X4=(H4-\$H\$14)/\$H\$15,$$

$$V4=(I4-\$I\$14)/\$I\$15,$$

$$Z4=(J4-\$J\$14)/\$J\$15,$$

$$AA4=(K4-\$K\$14)/\$K\$15,$$

$$AB4=(L4-\$L\$14)/\$L\$15,$$

$$AC4=(M4-\$M\$14)/\$M\$15,$$

$$AD4=(N4-\$N\$14)/\$N\$15,$$

$$AE4=(O4-\$O\$14)/\$O\$15,$$

$$AF4=(P4-\$P\$14)/\$P\$15;$$

6) скопіювати їх у комірки T5:T13, U5:U13, V5:V13, W5:W13, X5:X13, Y5:Y13, Z5:Z13, AA5:AA13, AB5:AB13, AC5:AC13, AD5:AD13, AE5:AE13 та AF5:AF13 відповідно;

7) побудувати на тому ж аркуші *Microsoft Excel* у комірках C17:M27 матрицю евклідових відстаней (див. рис. 9.1);

8) увести формули у комірки D18:M18:

$$D18=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$4;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$4;2)+СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$4;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$4;2)+СТЕПЕНЬ(X4-\$X\$4;2)+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$4;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$4;2)+СТЕПЕНЬ(AA4-\$AA\$4;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$4;2)+СТЕПЕНЬ(AC4-\$AC\$4;2)+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$4;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-\$AE\$4;2)+СТЕПЕНЬ(AF4-\$AF\$4;2);1/2),$$

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
2	<b>Матриця вхідних даних</b>															<b>Матриця стандартизованих вхідних даних</b>															
3	<b>№ з/п</b>	<b>Товар</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>№ з/п</b>	<b>Товар</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	
4	1	Товар 1													1	Товар 1															
5	2	Товар 2													2	Товар 2															
6	3	Товар 3													3	Товар 3															
7	4	Товар 4													4	Товар 4															
8	5	Товар 5													5	Товар 5															
9	6	Товар 6													6	Товар 6															
10	7	Товар 7													7	Товар 7															
11	8	Товар 8													8	Товар 8															
12	9	Товар 9													9	Товар 9															
13	10	Товар 10													10	Товар 10															
14	Середнє																														
15	Станд. відх.																														
16	<b>Матриця евклідових відстаней</b>																														
17			<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>	<b>T 4</b>	<b>T 5</b>	<b>T 6</b>	<b>T 7</b>	<b>T 8</b>	<b>T 9</b>	<b>T 10</b>																			
18	Товар 1																														
19	Товар 2																														
20	Товар 3																														
21	Товар 4																														
22	Товар 5																														
23	Товар 6																														
24	Товар 7																														
25	Товар 8																														
26	Товар 9																														
27	Товар 10																														

**Рис. 9.1.** Матриці для кластерного аналізу на аркуші Microsoft Excel



**E18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$5;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$5;2)+  
+СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$5;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$5;2)+СТЕПЕНЬ  
(X4-\$X\$5;2))+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$5;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$5;2)+  
+СТЕПЕНЬ(AA4-\$AA\$5;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$5;2)+СТЕПЕНЬ  
(AC4-\$AC\$5;2)+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$5;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-  
-\$AE\$5;2)+СТЕПЕНЬ(AF4-\$AF\$5;2);1/2),

**F18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$6;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$6;2)+  
+СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$6;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$6;2)+СТЕПЕНЬ(X4-  
-\$X\$6;2)+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$6;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$6;2)+СТЕПЕНЬ  
(AA4-\$AA\$6;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$6;2)+СТЕПЕНЬ(AC4-  
-\$AC\$6;2)+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$6;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-\$AE\$6;2)+  
+СТЕПЕНЬ(AF4-\$AF\$6;2);1/2),

**G18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$7;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$7;2)+  
СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$7;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$7;2)+СТЕПЕНЬ(X4-  
-\$X\$7;2)+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$7;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$7;2)+СТЕ-  
ПЕНЬ(AA4-\$AA\$7;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$7;2)+СТЕПЕНЬ(AC4-  
-\$AC\$7;2)+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$7;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-\$AE\$7;2)+  
+СТЕПЕНЬ(AF4-\$AF\$7;2);1/2),

**H18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$8;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$8;2)+  
+СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$8;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$8;2)+СТЕПЕНЬ(X4-  
-\$X\$8;2)+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$8;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$8;2)+СТЕПЕНЬ  
(AA4-\$AA\$8;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$8;2)+СТЕПЕНЬ(AC4-  
-\$AC\$8;2)+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$8;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-\$AE\$8;2)+  
+СТЕПЕНЬ(AF4-\$AF\$8;2);1/2),

**I18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$9;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$9;2)+СТЕ-  
ПЕНЬ(V4-\$V\$9;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$9;2)+СТЕПЕНЬ(X4-\$X\$9;2)+  
+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$9;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$9;2)+СТЕПЕНЬ(AA4-  
-\$AA\$9;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$9;2)+СТЕПЕНЬ(AC4-\$AC\$9;2)+  
+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$9;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-\$AE\$9;2)+СТЕПЕНЬ  
(AF4-\$AF\$9;2);1/2),

**J18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$10;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$10;2)+  
СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$10;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$10;2)+СТЕПЕНЬ(X4-  
-\$X\$10;2)+СТЕПЕНЬ(Y4-\$Y\$10;2)+СТЕПЕНЬ(Z4-\$Z\$10;2)+СТЕ-  
ПЕНЬ(AA4-\$AA\$10;2)+СТЕПЕНЬ(AB4-\$AB\$10;2)+СТЕПЕНЬ(AC4-  
-\$AC\$10;2)+СТЕПЕНЬ(AD4-\$AD\$10;2)+СТЕПЕНЬ(AE4-\$AE\$10;2)+  
+СТЕПЕНЬ(AF4-\$AF\$10;2);1/2),

**K18**=СТЕПЕНЬ(СТЕПЕНЬ(T4-\$T\$11;2)+СТЕПЕНЬ(U4-\$U\$11;2)+  
+СТЕПЕНЬ(V4-\$V\$11;2)+СТЕПЕНЬ(W4-\$W\$11;2)+СТЕПЕНЬ(X4-

$-\$X\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(Y4-\$Y\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(Z4-\$Z\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AA4-\$AA\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AB4-\$AB\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AC4-\$AC\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AD4-\$AD\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AE4-\$AE\$11;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AF4-\$AF\$11;2);1/2),$

**L18**= $\text{СТЕПЕНЬ}(\text{СТЕПЕНЬ}(T4-\$T\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(U4-\$U\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(V4-\$V\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(W4-\$W\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(X4-\$X\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(Y4-\$Y\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(Z4-\$Z\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AA4-\$AA\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AB4-\$AB\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AC4-\$AC\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AD4-\$AD\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AE4-\$AE\$12;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AF4-\$AF\$12;2);1/2),$

**M18**= $\text{СТЕПЕНЬ}(\text{СТЕПЕНЬ}(T4-\$T\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(U4-\$U\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(V4-\$V\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(W4-\$W\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(X4-\$X\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(Y4-\$Y\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(Z4-\$Z\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AA4-\$AA\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AB4-\$AB\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AC4-\$AC\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AD4-\$AD\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AE4-\$AE\$13;2)+\text{СТЕПЕНЬ}(AF4-\$AF\$13;2);1/2);$

9) скопіювати їх у комірки D19:D27, E19:E27, F19:F27, G19:G27, H19:H27, I19:I27, J19:J27, K19:K27, L19:L27 та M19:M27 відповідно.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
2	<b>Матриця вхідних даних</b>															
3	<b>№ з/п</b>	<b>Товар</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	
4	1	Товар 1	946,0	760,0	553,0	396,0	420,0	400,0	332,0	457,0	568,0	527,7	621,8	765,95	972,11	
5	2	Товар 2	277,0	213,0	206,0	155,0	160,0	175,0	167,0	209,0	290,0	332,0	309,0	301,0	330,0	
6	3	Товар 3	222,0	163,0	117,0	113,0	109,0	135,0	158,0	131,0	148,0	116,0	120,0	104,0	100,0	
7	4	Товар 4	1 293,0	915,0	662,0	691,0	700,0	699,0	1 021,0	1 179,0	1 309,0	1 277,9	1 464,8	1 447,7	1 507,8	
8	5	Товар 5	73,5	59,0	46,3	52,0	52,7	67,5	105,0	129,0	169,0	224,0	274,0	217,0	246,0	
9	6	Товар 6	3 894,0	3 296,0	2 034,0	1 984,0	1 858,0	1 780,0	1 947,0	1 621,0	2 486,0	2 147,0	2 139,0	2 592,0	1 867,0	
10	7	Товар 7	5 319,0	4 965,0	4 320,0	3 890,0	3 368,0	3 076,0	2 984,0	2 986,0	2 819,0	2 948,0	2 931,0	2 655,0	2 908,0	
11	8	Товар 8	4 114,0	3 452,0	3 060,0	2 676,0	2 510,0	2 464,0	2 450,0	2 358,0	2 427,0	2 307,0	2 264,0	2 151,0	2 034,0	
12	9	Товар 9	315,0	283,0	328,0	401,0	515,0	668,0	732,0	757,0	860,0	554,0	568,0	544,0	585,0	
13	10	Товар 10	223,0	172,0	142,0	165,0	155,0	117,0	111,0	115,0	107,0	99,7	104,0	107,0	107,0	
14	Середнє		1 667,7	1 427,8	1 146,8	1 052,3	984,8	958,2	1 000,7	994,2	1 118,3	1 053,3	1 079,6	1 088,5	1 065,7	
15	Станд. відх.		1 983,7	1 784,0	1 488,5	1 334,1	1 173,5	1 089,5	1 077,5	1 026,4	1 076,7	1 050,4	1 037,5	1 037,4	970,3	

**Рис. 9.2. Матриця вхідних даних для України**

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
2	<b>Матриця вхідних даних</b>															
3	<b>№ з/п</b>	<b>Товар</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	
4	1	Товар 1	23,1	21,8	20,9	16,2	12,5	13,6	13,2	12,3	16,1	19,8	22,2	26,8	31,4	
5	2	Товар 2	4,7	4,0	4,7	3,0	3,1	6,7	12,1	16,7	13,8	17,0	13,9	15,1	17,3	
6	3	Товар 3	6,3	5,7	4,7	4,0	4,8	6,3	7,1	4,0	4,0	3,7	4,3	4,3	5,3	
7	4	Товар 4	22,9	15,8	9,4	8,2	9,7	12,4	27,8	25,2	32,8	37,1	40,9	24,6	29,7	
8	5	Товар 5	2,0	1,7	1,5	1,5	1,3	3,2	5,9	6,2	6,4	8,7	8,5	5,5	8,2	
9	6	Товар 6	81,5	103,3	67,9	67,8	76,4	71,0	70,5	77,8	223,2	181,2	198,7	113,5	137,1	
10	7	Товар 7	136,4	112,9	84,7	83,0	84,1	90,6	70,3	63,5	74,8	78,1	72,3	58,6	70,6	
11	8	Товар 8	59,5	49,3	44,5	39,9	41,5	42,7	45,4	45,7	49,2	48,7	46,6	46,5	47,1	
12	9	Товар 9	4,3	4,3	4,6	5,4	7,1	7,4	6,0	3,9	8,2	11,0	8,5	8,3	8,8	
13	10	Товар 10	2,1	2,8	1,8	2,7	6,2	7,0	4,5	5,2	10,4	9,9	10,2	10,2	10,8	
14	Середнє		34,28	32,16	24,47	23,17	24,67	26,09	26,28	26,05	43,89	41,52	42,61	31,34	36,63	
15	Станд. відх.		44,95	42,57	30,50	30,01	31,48	31,27	26,46	26,98	66,94	54,19	59,02	34,04	40,88	

**Рис. 9.3. Матриця вхідних даних для Волині**

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
<b>Матриця стандартизованих вхідних даних</b>															
№ з/п	Товар	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
1	Товар 1	-0,3638	-0,3743	-0,3989	-0,4920	-0,4813	-0,5123	-0,6206	-0,5234	-0,5111	-0,5004	-0,4412	-0,3109	-0,0964	
2	Товар 2	-0,7010	-0,6809	-0,6321	-0,6726	-0,7028	-0,7188	-0,7738	-0,7650	-0,7693	-0,6867	-0,7427	-0,7591	-0,7582	
3	Товар 3	-0,7288	-0,7090	-0,6919	-0,7041	-0,7463	-0,7555	-0,7821	-0,8410	-0,9012	-0,8924	-0,9249	-0,9490	-0,9952	
4	Товар 4	-0,1889	-0,2874	-0,3257	-0,2708	-0,2427	-0,2379	0,0188	0,1800	0,1771	0,2138	0,3713	0,3463	0,4556	
5	Товар 5	-0,8036	-0,7673	-0,7393	-0,7498	-0,7943	-0,8175	-0,8313	-0,8429	-0,8817	-0,7896	-0,7764	-0,8401	-0,8448	
6	Товар 6	1,1223	1,0472	0,5960	0,6984	0,7441	0,7543	0,8783	0,6107	1,2703	1,0412	1,0211	1,4494	0,8258	
7	Товар 7	1,8407	1,9827	2,1318	2,1271	2,0309	1,9439	1,8407	1,9405	1,5796	1,8038	1,7845	1,5101	1,8986	
8	Товар 8	1,2332	1,1346	1,2853	1,2171	1,2997	1,3822	1,3451	1,3287	1,2155	1,1935	1,1416	1,0243	0,9979	
9	Товар 9	-0,6819	-0,6417	-0,5501	-0,4882	-0,4003	-0,2663	-0,2494	-0,2311	-0,2399	-0,4754	-0,4931	-0,5249	-0,4954	
10	Товар 10	-0,7283	-0,7039	-0,6751	-0,6651	-0,7071	-0,7721	-0,8257	-0,8565	-0,9393	-0,9079	-0,9403	-0,9461	-0,9880	

**Рис. 9.4.** Матриця стандартизованих вхідних даних для України

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
<b>Матриця стандартизованих вхідних даних</b>															
№ з/п	Товар	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
1	Товар 1	-0,2487	-0,2434	-0,1170	-0,2323	-0,3866	-0,3994	-0,4943	-0,5097	-0,4151	-0,4008	-0,3458	-0,1334	-0,1279	
2	Товар 2	-0,6581	-0,6615	-0,6482	-0,6722	-0,6852	-0,6200	-0,5359	-0,3466	-0,4495	-0,4525	-0,4864	-0,4771	-0,4729	
3	Товар 3	-0,6225	-0,6216	-0,6482	-0,6389	-0,6312	-0,6328	-0,7248	-0,8174	-0,5959	-0,6979	-0,6491	-0,7943	-0,7664	
4	Товар 4	-0,2532	-0,3843	-0,4941	-0,4989	-0,4755	-0,4377	0,0574	-0,0315	-0,1657	-0,0816	-0,0290	-0,1980	-0,1695	
5	Товар 5	-0,7182	-0,7156	-0,7531	-0,7222	-0,7424	-0,7319	-0,7702	-0,7358	-0,5601	-0,6056	-0,5779	-0,7591	-0,6955	
6	Товар 6	1,0505	1,6712	1,4239	1,4874	1,6432	1,4360	1,6711	1,9184	2,6787	2,5775	2,6447	2,4135	2,4579	
7	Товар 7	2,2720	1,8968	1,9747	1,9940	1,8878	2,0627	1,6635	1,3883	0,4618	0,6750	0,5030	0,8008	0,8310	
8	Товар 8	0,5611	0,4027	0,6567	0,5576	0,5346	0,5311	0,7225	0,7284	0,0793	0,1325	0,0676	0,4453	0,2561	
9	Товар 9	-0,6670	-0,6545	-0,6514	-0,5922	-0,5581	-0,5976	-0,7664	-0,8211	-0,5332	-0,5632	-0,5779	-0,6768	-0,6808	
10	Товар 10	-0,7159	-0,6897	-0,7432	-0,6822	-0,5867	-0,6104	-0,8231	-0,7729	-0,5003	-0,5835	-0,5491	-0,6210	-0,6319	

**Рис. 9.5.** Матриця стандартизованих вхідних даних для Волині

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
16	<b>Матриця евклідових відстаней</b>										
17		<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>	<b>T 4</b>	<b>T 5</b>	<b>T 6</b>	<b>T 7</b>	<b>T 8</b>	<b>T 9</b>	<b>T 10</b>
18	Товар 1	<b>0,0000</b>	1,1399	1,5450	1,8732	1,4287	4,9912	8,3715	5,9980	0,8762	1,5544
19	Товар 2	1,1399	<b>0,0000</b>	0,4476	2,8774	0,3183	6,0189	9,3843	6,9908	1,1875	0,4709
20	Товар 3	1,5450	0,4476	<b>0,0000</b>	3,2933	0,2990	6,3883	9,7281	7,3352	1,5217	0,0882
21	Товар 4	1,8732	2,8774	3,2933	<b>0,0000</b>	3,1562	3,4391	6,8803	4,5079	1,9473	3,3181
22	Товар 5	1,4287	0,3183	0,2990	3,1562	<b>0,0000</b>	6,3246	9,6933	7,3000	1,4557	0,3268
23	Товар 6	4,9912	6,0189	6,3883	3,4391	6,3246	<b>0,0000</b>	3,7378	1,5657	5,0673	6,4043
24	Товар 7	8,3715	9,3843	9,7281	6,8803	9,6933	3,7378	<b>0,0000</b>	2,4634	8,4100	9,7358
25	Товар 8	5,9980	6,9908	7,3352	4,5079	7,3000	1,5657	2,4634	<b>0,0000</b>	5,9906	7,3477
26	Товар 9	0,8762	1,1875	1,5217	1,9473	1,4557	5,0673	8,4100	5,9906	<b>0,0000</b>	1,5564
27	Товар 10	1,5544	0,4709	0,0882	3,3181	0,3268	6,4043	9,7358	7,3477	1,5564	<b>0,0000</b>

**Рис. 9.6.** Матриця евклідових відстаней для України

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
16	<b>Матриця евклідових відстаней</b>										
17		<b>T 1</b>	<b>T 2</b>	<b>T 3</b>	<b>T 4</b>	<b>T 5</b>	<b>T 6</b>	<b>T 7</b>	<b>T 8</b>	<b>T 9</b>	<b>T 10</b>
18	Товар 1	<b>0,0000</b>	1,1158	1,4317	1,0228	1,5109	8,3257	6,6481	2,8646	1,3015	1,3593
19	Товар 2	1,1158	<b>0,0000</b>	0,7479	1,1918	0,6445	9,0930	7,5628	3,7010	0,6421	0,5975
20	Товар 3	1,4317	0,7479	<b>0,0000</b>	1,7858	0,2966	9,6195	7,8828	4,1260	0,2487	0,3446
21	Товар 4	1,0228	1,1918	1,7858	<b>0,0000</b>	1,7620	7,9992	6,6007	2,7225	1,6647	1,6725
22	Товар 5	1,5109	0,6445	0,2966	1,7620	<b>0,0000</b>	9,6363	8,0226	4,2234	0,3199	0,2712
23	Товар 6	8,3257	9,0930	9,6195	7,9992	9,6363	<b>0,0000</b>	4,6048	5,9802	9,4543	9,4750
24	Товар 7	6,6481	7,5628	7,8828	6,6007	8,0226	4,6048	<b>0,0000</b>	3,9427	7,7934	7,8783
25	Товар 8	2,8646	3,7010	4,1260	2,7225	4,2234	5,9802	3,9427	<b>0,0000</b>	4,0197	4,0840
26	Товар 9	1,3015	0,6421	0,2487	1,6647	0,3199	9,4543	7,7934	4,0197	<b>0,0000</b>	0,1858
27	Товар 10	1,3593	0,5975	0,3446	1,6725	0,2712	9,4750	7,8783	4,0840	0,1858	<b>0,0000</b>

**Рис. 9.7.** Матриця евклідових відстаней для Волині

Додаток 10  
Матриці з вхідними і проміжними даними  
для факторного аналізу

Таблиця 10.1

**Матриця вхідних даних для України**  
*(виробництво продукції, тис. т)*

Рік	То-вар 1	То-вар 2	То-вар 3	То-вар 4	То-вар 5	То-вар 6	То-вар 7	То-вар 8	То-вар 9	То-вар 10
1995	946,0	277,0	222,0	1 293,0	73,5	3 894,0	5 319,0	4 114,0	315,0	223,0
1996	760,0	213,0	163,0	915,0	59,0	3 296,0	4 965,0	3 452,0	283,0	172,0
1997	553,0	206,0	117,0	662,0	46,3	2 034,0	4 320,0	3 060,0	328,0	142,0
1998	396,0	155,0	113,0	691,0	52,0	1 984,0	3 890,0	2 676,0	401,0	165,0
1999	420,0	160,0	109,0	700,0	52,7	1 858,0	3 368,0	2 510,0	515,0	155,0
2000	400,0	175,0	135,0	699,0	67,5	1 780,0	3 076,0	2 464,0	668,0	117,0
2001	332,0	167,0	158,0	1 021,0	105,0	1 947,0	2 984,0	2 450,0	732,0	111,0
2002	457,0	209,0	131,0	1 179,0	129,0	1 621,0	2 986,0	2 358,0	757,0	115,0
2003	568,0	290,0	148,0	1 309,0	169,0	2 486,0	2 819,0	2 427,0	860,0	107,0
2004	527,7	332,0	116,0	1 277,9	224,0	2 147,0	2 948,0	2 307,0	554,0	99,7
2005	621,8	309,0	120,0	1 464,8	274,0	2 139,0	2 931,0	2 264,0	568,0	104,0
2006	765,95	301,0	104,0	1 447,7	217,0	2 592,0	2 655,0	2 151,0	544,0	107,0
2007	972,11	330,0	100,0	1 507,8	246,0	1 867,0	2 908,0	2 034,0	585,0	107,0

Таблиця 10.2

**Матриця вхідних даних для Волині**  
*(виробництво продукції, тис. т)*

Рік	То-вар 1	То-вар 2	То-вар 3	То-вар 4	То-вар 5	То-вар 6	То-вар 7	То-вар 8	То-вар 9	То-вар 10
1995	23,1	4,7	6,3	22,9	2,0	81,5	136,4	59,5	4,3	2,1
1996	21,8	4,0	5,7	15,8	1,7	103,3	112,9	49,3	4,3	2,8
1997	20,9	4,7	4,7	9,4	1,5	67,9	84,7	44,5	4,6	1,8
1998	16,2	3,0	4,0	8,2	1,5	67,8	83,0	39,9	5,4	2,7
1999	12,5	3,1	4,8	9,7	1,3	76,4	84,1	41,5	7,1	6,2
2000	13,6	6,7	6,3	12,4	3,2	71,0	90,6	42,7	7,4	7,0
2001	13,2	12,1	7,1	27,8	5,9	70,5	70,3	45,4	6,0	4,5
2002	12,3	16,7	4,0	25,2	6,2	77,8	63,5	45,7	3,9	5,2
2003	16,1	13,8	4,0	32,8	6,4	223,2	74,8	49,2	8,2	10,4
2004	19,8	17,0	3,7	37,1	8,7	181,2	78,1	48,7	11,0	9,9
2005	22,2	13,9	4,3	40,9	8,5	198,7	72,3	46,6	8,5	10,2
2006	26,8	15,1	4,3	24,6	5,5	113,5	58,6	46,5	8,3	10,2
2007	31,4	17,3	5,3	29,7	8,2	137,1	70,6	47,1	8,8	10,8

Таблиця 10.3

## Матриця стандартизованих вхідних даних для України

Рік	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10
1995	1,6821	0,5423	2,6576	0,6276	-0,6987	2,4736	2,1116	2,5358	-1,2920	2,4547
1996	0,7937	-0,4036	0,8851	-0,5398	-0,8721	1,5569	1,7064	1,4001	-1,4702	1,0688
1997	-0,1949	-0,5070	-0,4969	-1,3212	-1,0240	-0,3777	0,9679	0,7276	-1,2195	0,2536
1998	-0,9448	-1,2608	-0,6170	-1,2316	-0,9558	-0,4543	0,4756	0,0688	-0,8129	0,8786
1999	-0,8302	-1,1869	-0,7372	-1,2038	-0,9475	-0,6475	-0,1220	-0,2160	-0,1778	0,6068
2000	-0,9257	-0,9652	0,0439	-1,2069	-0,7705	-0,7671	-0,4563	-0,2950	0,6745	-0,4258
2001	-1,2505	-1,0834	0,7349	-0,2124	-0,3220	-0,5111	-0,5616	-0,3190	1,0310	-0,5888
2002	-0,6534	-0,4627	-0,0763	0,2755	-0,0350	-1,0108	-0,5593	-0,4768	1,1703	-0,4801
2003	-0,1233	0,7344	0,4345	0,6770	0,4434	0,3152	-0,7505	-0,3584	1,7440	-0,6975
2004	-0,3158	1,3551	-0,5269	0,5810	1,1012	-0,2045	-0,6028	-0,5643	0,0394	-0,8959
2005	0,1337	1,0152	-0,4067	1,1582	1,6992	-0,2167	-0,6223	-0,6381	0,1174	-0,7791
2006	0,8222	0,8970	-0,8874	1,1054	1,0175	0,4777	-0,9383	-0,8319	-0,0163	-0,6975
2007	1,8068	1,3256	-1,0076	1,2910	1,3643	-0,6337	-0,6486	-1,0327	0,2121	-0,6975

Таблиця 10.4

## Матриця стандартизованих вхідних даних для Волині

Рік	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10
1995	0,6559	-0,9383	1,2326	0,0084	-0,9198	-0,5761	2,5367	2,6681	-1,1209	-1,2367
1996	0,4360	-1,0585	0,6800	-0,6408	-1,0235	-0,1783	1,4189	0,5483	-1,1209	-1,0375
1997	0,2837	-0,9383	-0,2408	-1,2260	-1,0926	-0,8243	0,0776	-0,4492	-0,9838	-1,3220
1998	-0,5114	-1,2303	-0,8855	-1,3357	-1,0926	-0,8261	-0,0033	-1,4052	-0,6184	-1,0659
1999	-1,1374	-1,2131	-0,1488	-1,1986	-1,1617	-0,6692	0,0490	-1,0727	0,1581	-0,0700
2000	-0,9513	-0,5947	1,2326	-0,9517	-0,5051	-0,7677	0,3582	-0,8233	0,2952	0,1576
2001	-1,0190	0,3330	1,9693	0,4565	0,4280	-0,7768	-0,6074	-0,2622	-0,3443	-0,5538
2002	-1,1712	1,1233	-0,8855	0,2188	0,5317	-0,6436	-0,9308	-0,1998	-1,3036	-0,3546
2003	-0,5283	0,6251	-0,8855	0,9137	0,6008	2,0098	-0,3933	0,5275	0,6606	1,1250
2004	0,0976	1,1748	-1,1617	1,3069	1,3957	1,2433	-0,2364	0,4236	1,9396	0,9828
2005	0,5036	0,6423	-0,6092	1,6543	1,3266	1,5627	-0,5123	-0,0128	0,7976	1,0681
2006	1,2818	0,8484	-0,6092	0,1639	0,2898	0,0079	-1,1639	-0,0336	0,7063	1,0681
2007	2,0600	1,2264	0,3117	0,6302	1,2229	0,4385	-0,5931	0,0911	0,9346	1,2389

Таблиця 10.5

## Кореляційна матриця для України

	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10
Товар 1	<b>1,0000</b>	0,6806	0,2553	0,6150	0,3572	0,6409	0,3430	0,3267	-0,3922	0,2891
Товар 2	0,6806	<b>1,0000</b>	-0,0628	0,8867	0,8496	0,2775	-0,2402	-0,1941	0,0965	-0,3211
Товар 3	0,2553	-0,0628	<b>1,0000</b>	0,0416	-0,3713	0,7594	0,6482	0,8086	-0,1924	0,6456
Товар 4	0,6150	0,8867	0,0416	<b>1,0000</b>	0,8738	0,2383	-0,3543	-0,2683	0,3078	-0,3536
Товар 5	0,3572	0,8496	-0,3713	0,8738	<b>1,0000</b>	-0,1411	-0,6363	-0,6143	0,3980	-0,6723
Товар 6	0,6409	0,2775	0,7594	0,2383	-0,1411	<b>1,0000</b>	0,7137	0,7963	-0,5327	0,6835
Товар 7	0,3430	-0,2402	0,6482	-0,3543	-0,6363	0,7137	<b>1,0000</b>	0,9620	-0,8210	0,9204
Товар 8	0,3267	-0,1941	0,8086	-0,2683	-0,6143	0,7963	0,9620	<b>1,0000</b>	-0,6877	0,9109
Товар 9	-0,3922	0,0965	-0,1924	0,3078	0,3980	-0,5327	-0,8210	-0,6877	<b>1,0000</b>	-0,7342
Товар 10	0,2891	-0,3211	0,6456	-0,3536	-0,6723	0,6835	0,9204	0,9109	-0,7342	<b>1,0000</b>

Таблиця 10.6

## Кореляційна матриця для Волині

	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10
Товар 1	<b>1,0000</b>	0,2749	-0,0479	0,2996	0,2767	0,2942	0,0693	0,4155	0,2753	0,3147
Товар 2	0,2749	<b>1,0000</b>	-0,3247	0,8302	0,9482	0,5892	-0,6699	0,1207	0,5771	0,7657
Товар 3	-0,0479	-0,3247	<b>1,0000</b>	-0,2063	-0,2861	-0,4793	0,4664	0,2431	-0,3338	-0,3827
Товар 4	0,2996	0,8302	-0,2063	<b>1,0000</b>	0,9181	0,7987	-0,3283	0,4226	0,5826	0,6948
Товар 5	0,2767	0,9482	-0,2861	0,9181	<b>1,0000</b>	0,7134	-0,5973	0,1206	0,6888	0,8061
Товар 6	0,2942	0,5892	-0,4793	0,7987	0,7134	<b>1,0000</b>	-0,2639	0,2654	0,6952	0,7630
Товар 7	0,0693	-0,6699	0,4664	-0,3283	-0,5973	-0,2639	<b>1,0000</b>	0,5998	-0,4563	-0,5991
Товар 8	0,4155	0,1207	0,2431	0,4226	0,1206	0,2654	0,5998	<b>1,0000</b>	-0,0946	-0,0452
Товар 9	0,2753	0,5771	-0,3338	0,5826	0,6888	0,6952	-0,4563	-0,0946	<b>1,0000</b>	0,8842
Товар 10	0,3147	0,7657	-0,3827	0,6948	0,8061	0,7630	-0,5991	-0,0452	0,8842	<b>1,0000</b>