

DOI: [10.32702/2307-2105-2020.9.151](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.9.151)

УДК 330.4

*Г. М. Чабан,*

*аспірант кафедри фінансів, обліку та оподаткування, ПНВЗ «Європейський університет»  
ORCID ID: 0000-0003-0873-735X*

## **ВИКОРИСТАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

*H. Chaban*

*Postgraduate student of the Department of of finance, accounting and taxation, European university*

### **USE OF SPECIALIZED SOFTWARE FOR ANANLYSIS OF ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING**

*В статті досліджуються використання спеціалізованого програмного забезпечення при економіко-математичному моделюванні систем управління фінансовими ризиками.*

*Якісна програма із широкими можливостями для точних розрахунків – це запорука чистоти наукового дослідження і надійності отриманих даних. Обробка великих масивів статистичної інформації, необхідної для наукового дослідження, аналізу діяльності підприємства, оцінки ризиків, планування виробництва підприємства, підвищення прибутковості галузі господарства, держави може бути виконана лише з використанням сучасних засобів інформаційних технологій.*

*Для практичної реалізації аналізу системи управління фінансовими ризиками необхідно використовувати адекватну інформаційну комп'ютерну систему через велику складність задач, що вирішує система управління фінансовими ризиками. Ринок програмного забезпечення досить великий і на даний час дуже швидко розвивається в залежності від потреб користувачів. По функціональності програмні пакети охоплюють всі верстви потреб: універсальні (наприклад, Minitab, MatLab, STADIA, STATGRAPHICS, SPSS, STATISTICA S-PLUS,), загального призначення, професійні (SAS, BMDP), спеціалізовані пакети (BIOSTAT, MESOSAUR, DATASCOPE) [1]. У розрізі перспективних досліджень вибір оптимального програмного забезпечення залежить від особливостей і параметрів конкретного наукового дослідження.*

*Якщо потрібний потужний, загальновизнаний пакет з простим і зрозумілим навіть для початківців інтерфейсом, то краще скористатися SPSS. Для невибагливих користувачів, які обмежуються у своїх дослідженнях стандартними статистичними методами можна використовувати Excel.*

*На даний час на ринку програмного забезпечення запропоновано багато програм для моделювання ризиків, а саме: @Risk 4.5 for Excel, @RiskAccelerator, DecisionTools Suite, CARDmap Software, Horison, OpVar, CrystalBall, Watchdog та інші [2, с.77].*

*Економіко-математичне моделювання системи управління фінансовими ризиками представлено як циклічний процес і досліджено за допомогою математичного інструментарію дисперсійного та кластерного аналізу. Застосовано програмне забезпечення Statistica для*

перевірки гіпотез, побудови графів і підтвердження розрахунків ймовірностей ризиків, а також підтвердження адекватності моделі. Перевага економіко-математичного моделювання системи – це обчислювальні імітаційні експерименти із системою управління і аналіз наслідків внаслідок неправомірних дій без завдання шкоди діючій системі.

Для дослідження економіко-математичного моделювання фінансових ризиків у розрізі господарської діяльності часто застосовують факторний аналіз, як метод комплексного та системного аналізу господарської діяльності, пошуку і класифікації факторів, що впливають на економічні явища і процеси, з виявленням причинно-наслідкових зв'язків, що впливають на зміну конкретних показників господарської діяльності. При дослідженні економічних процесів використовують такі методи факторного аналізу як метод головних компонент, кореляційний аналіз, метод максимальної правдоподібності та інші.

Якщо факторний аналіз є багатомірним аналізом залежностей між зміною факторів, то кластерний аналіз є одним із методів багатомірного аналізу, що використовується для групування (кластеризації) сукупності, елементи якої характеризуються багатьма ознаками. Процес кластеризації є трудомістким, тому доречно його здійснювати на комп'ютері з використанням відповідного програмного забезпечення, а саме програмного пакету STATISTICA. Для початківців і професіоналів, яким потрібне потужне і інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення з професійними можливостями, підійде STATISTICA. Це є допустимим твердженням, оскільки у програмному пакеті STATISTICA краще представлені 3D графіки та ілюстрації, є сертифікованим та надійним засобом обробки статистичних даних, а також дозволяє використовувати сучасні та надійні методи математичного інструментарію. Крім того, даний програмний комплекс, призначений для проведення статистичного аналізу, володіє широким набором функцій, таких як: тисячі типів графіків, розвідувальний аналіз даних, кореляційний аналіз, імовірнісний калькулятор, швидка основна і блокова статистика, використання T-критеріїв, непараметричної статистики, коваріаційного і дисперсійного аналізів, застосування множинної регресії, таблиць частот, заголовків, спряженості, багатомірних відгуків, нейронні мережі, лінійні і нелінійні моделі, аналіз процесів і багато іншого.

*The article investigates the use of specialized software in economic and mathematical modeling of financial risk management systems.*

*A high-quality program with ample opportunities for accurate calculations is a guarantee of purity of scientific research and reliability of the obtained data. Processing of large arrays of statistical information necessary for research, analysis of enterprise activities, risk assessment, production planning, increasing the profitability of the economy, the state can be performed only with the use of modern information technology.*

*For the practical implementation of the analysis of the financial risk management system, it is necessary to use an adequate computer information system due to the great complexity of the tasks solved by the financial risk management system. The software market is quite large and is currently evolving very rapidly depending on the needs of users. In terms of functionality, software packages cover all layers of needs: universal (for example, Minitab, MatLab, STADIA, STATGRAPHICS, SPSS, STATISTICA S-PLUS,), general-purpose, professional (SAS, BMDP), specialized packages (BIOSTAT, MESOSAUR, DATASCOPE) [1]. In terms of promising research, the choice of optimal software depends on the characteristics and parameters of a particular research.*

*If you need a powerful, well-known package with a simple and clear even for beginners interface, it is better to use SPSS. For unpretentious users who are limited in their research to standard statistical methods, you can use Excel.*

*For the practical implementation of the analysis of the financial risk management system, it is necessary to use an adequate computer information system due to the great complexity of the tasks solved by the financial risk management system. Currently, the software market offers many programs for risk modeling, namely: @Risk 4.5 for Excel, @RiskAccelerator, DecisionTools Suite, CARDmap Software, Horison, OpVar, CrystalBall, Watchdog and others [2, p.77].*

*Economic and mathematical modeling of the financial risk management system is presented as a cyclical process and studied using mathematical tools for analysis of variance and cluster analysis. Statistica software was used to test hypotheses, plot graphs and confirm calculations of risk probabilities, as well as confirm the adequacy of the model. The advantage of economic-mathematical modeling of the system is computational simulation experiments with the control system and analysis of the consequences due to illegal actions without harming the existing system.*

*To study the economic and mathematical modeling of financial risks in terms of economic activity often use factor analysis as a method of comprehensive and systematic analysis of economic activity, search and classification of factors influencing economic phenomena and processes, identifying causal relationships that affect to change specific indicators of economic activity. In the study of economic processes using such methods of factor analysis as the method of principal components, correlation analysis, the method of maximum likelihood.*

*If factor analysis is a multidimensional analysis of the relationships between changes in factors, then cluster analysis is one of the methods of multidimensional analysis used to group (cluster) the population, the elements of which are characterized by many features. The clustering process is time consuming, so it is appropriate to perform it on a computer using the appropriate software, namely the lost STATISTICA package.*

*STATISTICA is suitable for beginners and professionals who need powerful and intuitive software with professional capabilities. This is a valid statement, because the STATISTICA software package better represents 3D graphics and illustrations, is a certified and reliable means of statistical data processing, and also allows to use modern and reliable methods of mathematical tools. In addition, this software, designed for statistical analysis, has a wide range of functions, such as: thousands of chart types, intelligence data analysis, correlation analysis, probability calculator, fast basic and block statistics, the use of T-criteria, non-parametric statistics, covariance and analysis of variance, the application of multiple regression, frequency tables, headers, conjugacy, multidimensional responses, neural networks, linear and nonlinear models, process analysis and more.*

**Ключові слова:** *системний підхід, ефективність, програмне забезпечення, фінансовий ризик, система управління, уникнення ризику.*

**Keywords:** *the system approach, efficiency, software, financial risk, management system, avoids the risk.*

## **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

Для прийняття обґрунтованих управлінських рішень в системах бізнес-аналітики керівники реалізують програмні платформи, що поєднують функції класичної і поглибленої бізнес-аналітики, яка представляє широкі можливості деталізації і візуалізації даних, моделювання та прогнозування. Сучасний функціонал програмних платформ бізнес-аналізу доступний в настільних додатках, через web та на мобільних пристроях.

Програмне забезпечення платформ бізнес-аналізу реалізує наступні функціональні можливості для системи управління системою управління ризиком: оперативний доступ до необхідної інформації, інтеграція, перетворення і зберігання даних з різноманітних інформаційних систем організації; конструювання багатомірних сховищ даних (баз даних); поглиблений аналіз великих об'ємів; візуалізація даних (побудова наочних звітів); побудова інформаційних звітів різної складності, таких як регламентних звітів; модулювання та прогнозування ключових показників діяльності (KPI) для прийняття рішень (задач типу «що буде, якщо...?» та «що необхідно...?») [3, с.149].

## **АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ**

Про необхідність застосування інформаційних технологій для розрахунку аналітичних даних системи управління фінансовими ризиками наголошують дослідження М.І. Баканова, Ф.Ф. Бутинця, С.В. Івахненкова, І.Д. Лазаришиної, В.Б. Лібермана, Л.М. Кіндрацької, Є.В. Мниха, О.В. Олійник, В.К. Савчука, Г.Н. Соколової, Т.М. Ковальчук, М.Г. Чумаченка, А.Д. Шеремета та ін.

Аналіз робіт у сфері комп'ютеризації економічного аналізу дозволяє визначити, що автори не розкривають особливостей та можливостей здійснення економічного аналізу в сучасних умовах [4]. Авторами досліджено напрям комп'ютеризації аналізу як складову системи управління певного суб'єкта в частині інформаційного, програмного, організаційно-технічного забезпечення аналітичних робіт; систематизації програмних продуктів у розрізі малих, середніх та великих підприємств; визначення функціональних модулів комп'ютеризації

економічного аналізу. На сьогодні відсутні єдині методичні принципи і технології проведення аналітичних робіт за допомогою інформаційно-комп'ютерних технологій, що обумовлює актуальність обраного напрямку дослідження.

#### МЕТА СТАТТІ

Мета статті – розкрити особливості та вибрати найкращий варіант серед спеціалізованих програм для економіко-математичного моделювання систем управління фінансовими ризиками вітчизняних підприємств як важливий елемент моніторингу та постійного вдосконалення динамічної системи управління ризиками.

#### ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економіко-математичне моделювання систем управління фінансовими ризиками представляє собою циклічний процес, який складається з наступних етапів: характеристика мети та об'єкта моделювання; комп'ютерний розвідувальний аналіз даних; математична формалізація моделі у відповідності до економічної інтерпретації; оцінювання параметрів моделі за допомогою комп'ютерних спеціалізованих програм або обрахунків вручну; перевірка адекватності моделі; імітаційні прогони і проведення уточнення моделі (за необхідності повернутися до етапу 3); аналіз та інтерпретація результатів.

Із збільшенням невизначеності та зумовленого цим ступеня ризику щодо частки прибутку підприємства на ринку гарантований прибуток зменшується через більший розкид (варіацію) випадкової величини прибутку.

Це дає можливість для подальшого розвитку аналізу моделі за допомогою багатовимірного статистичного аналізу в частині дослідження заданої кількості підприємств (39 шт.) за показниками збитку від імовірнісного ризику  $D(E_1)$ . Візьмемо для нашої моделі найбільш імовірнісні ризики на даний час для авіаційних підприємств:

$D(E_1)$  – кількість перевезень під час глобальної кризи,  $D(E_2)$  – середня вартість авіаційних перевезень згідно

типу,  $D(E_3)$  – доходна ставка на тонну перевезень (відношення чистого доходу до кількості перевезень),

$D(E_4)$  – трудомісткість наданих послуг (відношення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

до чистого доходу підприємства),  $D(E_5)$  – поточні витрати наданих перевезень (відношення матеріальних витрат до чистого доходу підприємства).

Кластерний аналіз здійснюється на основі співрозмірних та односпрямованих стимулюючих/дестимулюючих показників. В нашому випадку стимуляторами виступають  $D(E_1)$  та  $D(E_3)$ , а дестимуляторами:  $D(E_2), D(E_4), D(E_5)$ . Приведемо всі показники за їх впливом на результативним впливом

на результативний показник до стимуляторів шляхом зміни значень дестимуляторів їх оберненими величинами та стандартизацію ознак за формулою:  $z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i}$ , де  $x_{ik}$  – значення  $i$ -тої ознаки ( $i = \overline{1,5}$ ) для  $j$ -того об'єкта

сукупності ( $j = \overline{1,39}$ ),  $\bar{x}_i$  – середнє значення,  $\sigma_i$  – стандартне відхилення  $i$ -тої ознаки ( $i = \overline{1,5}$ ) по усім об'єктам сукупності.

Основним завданням кластерного аналізу є формування груп однорідних одиниць сукупності [5, с.37].

Однорідність сукупності задається правилом обчислення певної метрики  $d_{jk}$ , яка характеризує ступінь схожості

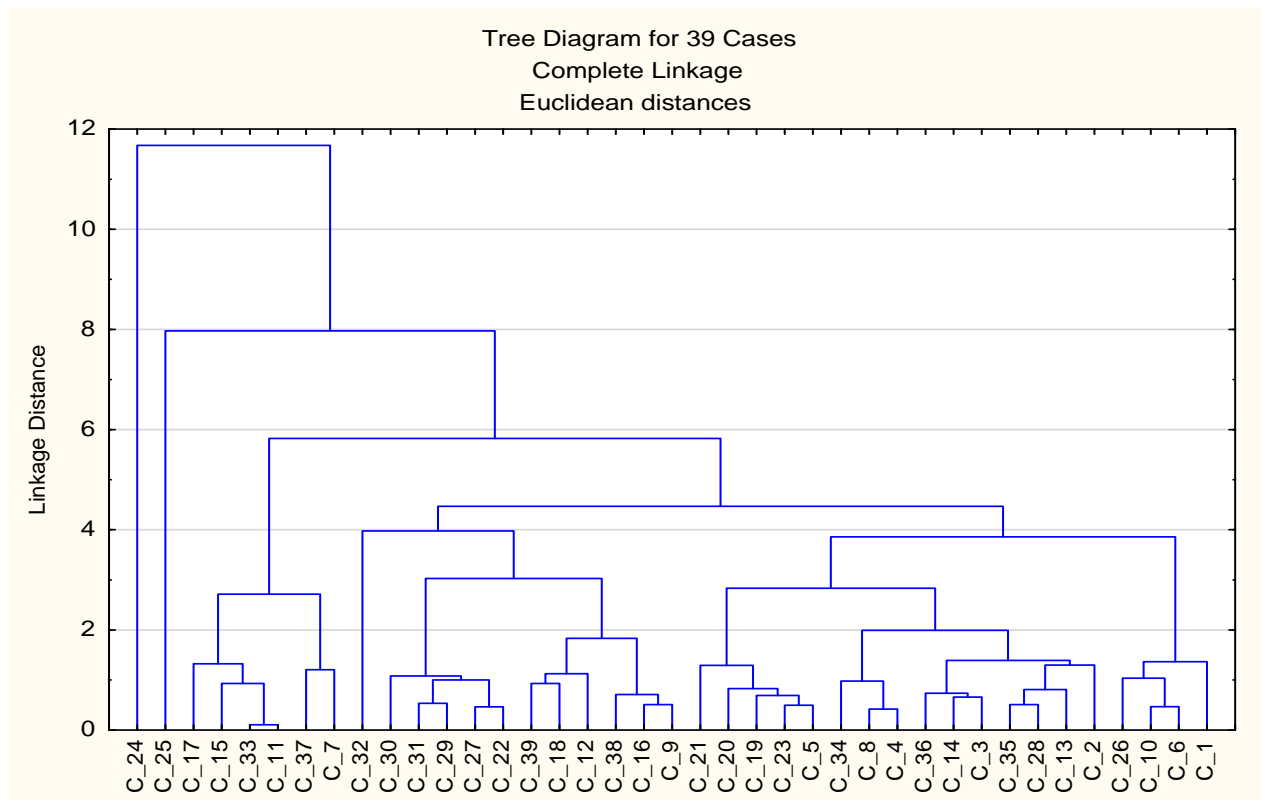
(подібності)  $j$ -тої і  $k$ -тої одиниць сукупності. В якості такої метрики визначаємо за допомогою Евклідової відстані за формулою:

$$d_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^5 (z_{ij} - z_{ik})^2}, \text{ де } z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_i}{\sigma_i} \text{ і } z_{ik} = \frac{x_{ik} - \bar{x}_i}{\sigma_i} - \text{стандартизовані значення } i\text{-тої}$$

ознаки ( $i = \overline{1,5}$ ) для  $j$ -тої і  $k$ -тої одиниць сукупності ( $j, k = \overline{1,39}$ ). Наступним етапом кластерного аналізу є

побудова матриці стандартизованих значень ознак (перевірка значень за допомогою програми Statistica). На першому етапі використаємо ієрархічну агломеративну процедуру класифікації за алгоритмом об'єднання повного зв'язку (Complete Linkage) із Евклідовою відстанню в якості метрики.

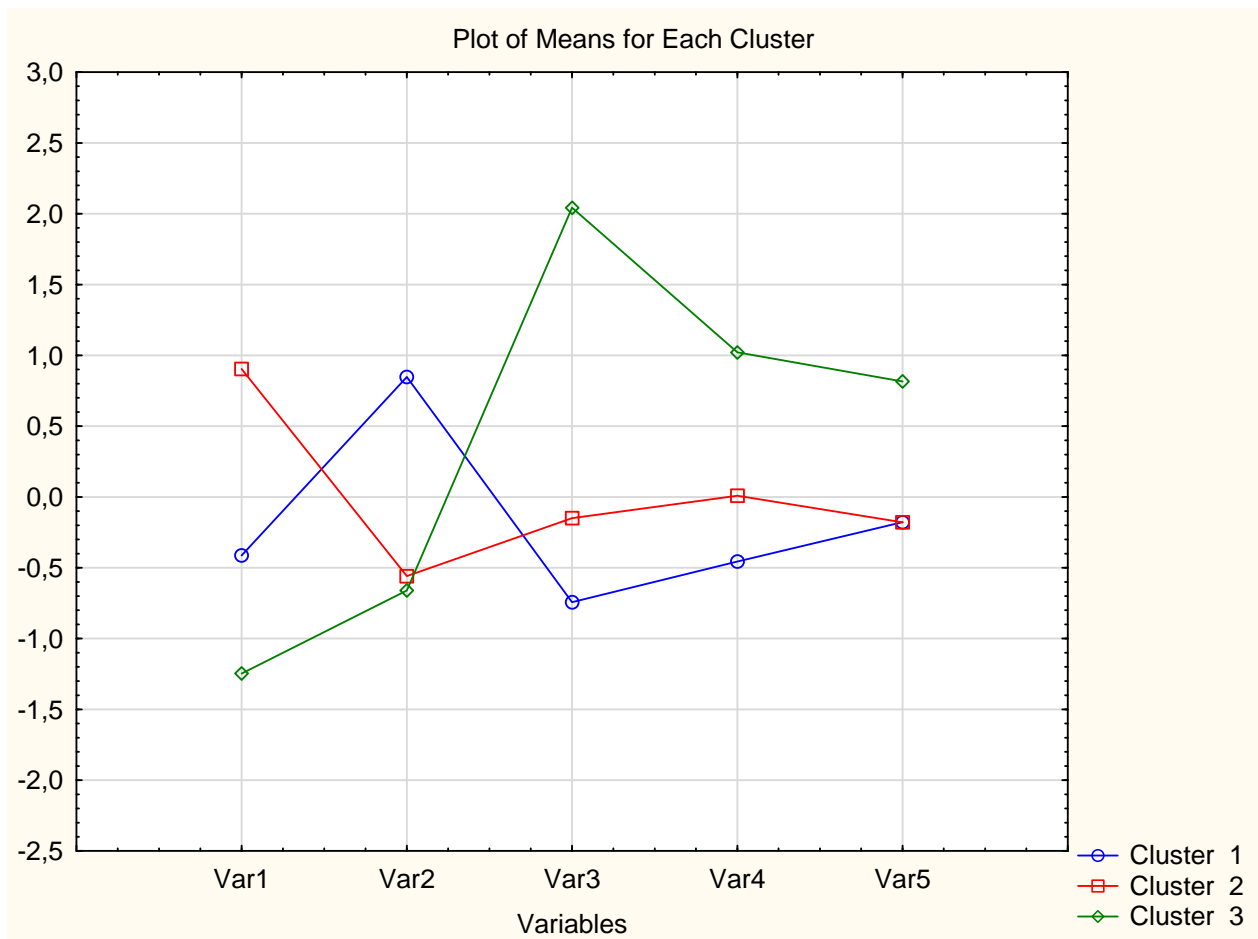
Для графічного зображення економіко-математичного аналізу стандартизованих значень ознак використаємо програмне забезпечення Statistica. В результаті отримаємо дендрограму (Cluster Analysis: Joining (Tree Clustering) класифікації за вибраними ознаками (рис. 1).



**Рис. 1. Дендрограма (Cluster Analysis: Joining (Tree Clustering) класифікації за вибраними ознаками**  
*(виконано автором за допомогою Statistica)*

Аналіз результатів першого етапу багатовимірної класифікації дозволяє зробити висновок, що сукупність досліджуваних авіаційних підприємств можна поділити на 3 кластери.

Для уточнення класифікації на другому етапі використаємо ітераційну процедуру методу К-середніх, який проводить групування за принципом «найближчого центра». Це значить, що кластери формуються навколо центроїдів – точок, координатами яких є групові середні за ознаками. Слід зазначити, що ітерації методу К-середніх мінімізують внутрішню групову дисперсію, забезпечуючи тим самим однорідність сформованих кластерів.



**Рис. 2. Графік середніх значень (Graph of means)**  
(виконано автором за допомогою Statistica)

В результаті розрахунків отримано три кластери авіаційних підприємств по сукупності визначених у моделі п'яти ознак: 1-ий кластер охоплює авіаційні підприємства 1, 5-6, 10, 12, 18-23, 25-32, 34-35, 39; 2-ий кластер охоплює авіаційні підприємства 2-4, 7-9, 11, 13-17, 33, 36-38; 3-ий кластер належить авіаційному підприємству 24.

Наступним кроком моделювання є доведення стійкості розбиття усієї сукупності об'єктів на кластери, тобто правильності класифікації за допомогою таблиці апостеріорних ймовірностей. Зробимо висновок про те, що розбиття за ознакою ефективності було зроблено достовірно. Перевіркою достовірності також є віднесення авіаційних підприємств за допомогою дискримінантних функцій (табл.3.3). Дискримінантна функція має вигляд

$f_1 = a_0 + a_1 \cdot z_1 + a_2 \cdot z_2 + a_3 \cdot z_3 + a_4 \cdot z_4 + a_5 \cdot z_5$ . Коефіцієнти  $a_i$  визначаються за

формулою  $A = S^{-1} \cdot (X_1 - X_2)$ , де  $\bar{X}_1, \bar{X}_2$  – вектори середніх у першій і другій вибірці (класі),  $A$  – вектор

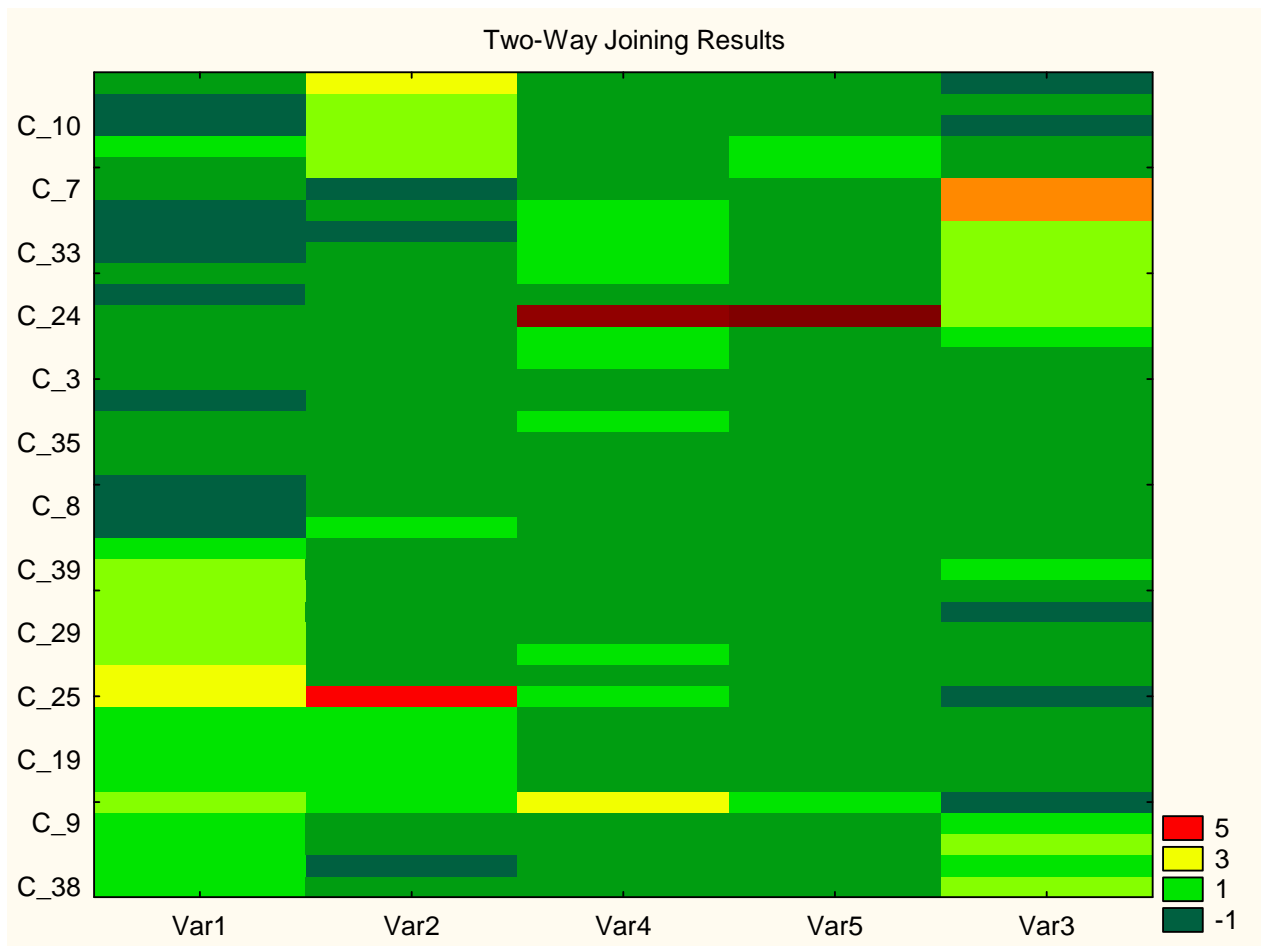
коефіцієнтів,  $S$  – об'єднана коваріаційна матриця. Ці функції дозволяють проводити віднесення до того чи іншого кластеру нових об'єктів підстановкою стандартизованих значень показників до дискримінантних функцій:

$$f_1 = -1,74 + 0,97 \cdot z_1 + 0,77 \cdot z_2 - 0,96 \cdot z_3 - 0,67 \cdot z_4 - 4,59 \cdot z_5; f_2 = -3,49 - 1,05 \cdot z_1 - 0,98 \cdot z_2 + 1,87 \cdot z_3 - 0,92 \cdot z_4 - 12 \cdot z_5$$

і порівнянням отриманих значень цих функцій.

Згідно наведених даних авіаційних підприємств відмічається чітке групування трьох перших та двох останніх ознак. Ці ознаки мають найбільший вплив як експлуатаційний фактор та ресурсний фактор.

На наступному кроці досліджуємо ступінь впливу ознак на потрапляння у відповідний кластер заданого авіаційного підприємства. Застосуємо для цього один з методів кластерного аналізу – подвійне об'єднання з підбором бар'єрного значення таким чином, щоб отримати три кластери. Перетворена матриця подвійного об'єднання дозволяє оцінювати впливи груп факторів-ознак на формування кластерів. Відповідно чим більше значення факторів-ознак, тим більший вплив на формування кластеру. Так, формування третього кластеру (авіапідприємство 24) найбільший вплив мають значення четвертої (трудомісткість) та п'ятої (поточні витрати авіаперевезень) ознаки.



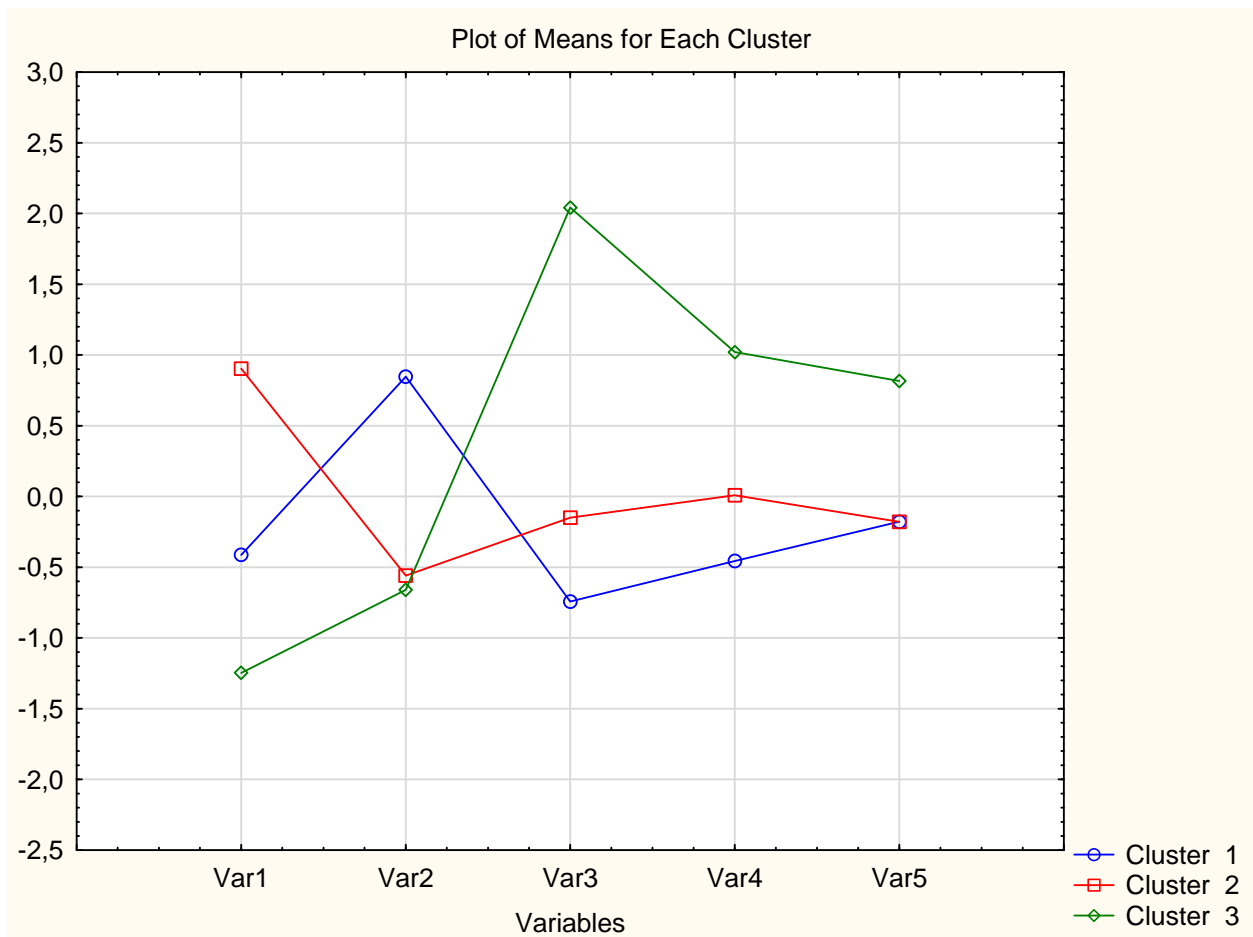
**Рис. 3. Варіації впливу ознак на формування кластерів (Two-Way Joining Results)**  
(виконано автором за допомогою Statistica)

Узагальнивши аналіз кожного з кластерів за допомогою розрахованих середніх значень економічних показників діяльності авіаційних підприємств за кластерами по вхідним даним, отримаємо наступні характеристики результатів за кластерами (табл. 1).

**Таблиця 1.**  
**Економіко-математичний аналіз економічних показників за кластерами (середні значення)**

Ознака	$D(E_1)$	$D(E_2)$	$D(E_3)$	$D(E_4)$	$D(E_5)$
1	116,49	540,59	995,57	31,08	38,82
2	54,79	1 268,56	3 790,29	22,45	48,24
3	44,06	488,79	4 949,18	1,58	0,89





**Рис. 4. Графік середніх значень (Graph of means)**  
(виконано автором за допомогою Statistica)

Згідно визначених усереднених показників можна зробити висновок, що для кластеру 1 (авіаційні підприємства 1, 5-6, 10, 12, 18-23, 25-32, 34-35, 39) характерні: середня вага (кількість) перевезень під час глобальної кризи становить 116,49 тис., 540,59 тис.грн./тонну – середня вартість авіаційних перевезень згідно типу, 995,57 тис.грн – доходна ставка на тонну перевезень, 31,08 тис.грн. – трудомісткість наданих послуг, 38,82 тис.грн. – поточні витрати наданих перевезень. Для кластеру 2 (підприємства 2-4, 7-9, 11, 13-17, 33, 36-38) характерні такі усереднені показники: середня вага (кількість) перевезень під час глобальної кризи становить 54,79 тис., 1 268,56 тис.грн./тонну – середня вартість авіаційних перевезень згідно типу, 3 790,29 тис.грн – доходна ставка на тонну перевезень, 22,45 тис.грн. – трудомісткість наданих послуг, 48,24 тис.грн. – поточні витрати наданих перевезень. Для кластеру 3 (підприємство 24) характерні такі усереднені показники: середня вага (кількість) перевезень під час глобальної кризи становить 44,06 тис., 488,79 тис.грн./тонну – середня вартість авіаційних перевезень згідно типу, 4 949,18 тис.грн – доходна ставка на тонну перевезень, 1,58 тис.грн. – трудомісткість наданих послуг, 0,89 тис.грн. – поточні витрати наданих перевезень.

В результаті економіко-математичного дослідження можна зробити висновок, що для 1-го кластеру характерна висока кількість перевезень під час глобальної кризи (тобто на відміну від інших підприємств кількість перевезень під час кризи не впала, що говорить про проведені превентивні заходи щодо кризових явищ), висока вартість авіаційних перевезень (що говорить про незамінність такого виду перевезень навіть під час кризових явищ), середня доходна ставка на тонну перевезень, але при цьому висока трудомісткість та низькі поточні витрати наданих перевезень. Відповідно для 2-го кластера характерні низька кількість перевезень під час глобальної кризи і низька трудомісткість, але висока вартість авіаційних перевезень, доходна ставка на тонну перевезень і високі поточні витрати наданих перевезень. 3-ій кластер не має сенсу для дослідження через низьку кількість даних для дослідження.

Згідно наведеного вище, можемо зробити висновок, що підприємства 1-го та 2-го кластеру досить чітко орієнтовані на спеціалізацію (тип) авіаційних перевезень, що і визначило їх доходність під час кризи. Причому авіаційні підприємства 1-го кластеру орієнтовані на низький рівень платоспроможності, а підприємства 2-го кластеру орієнтовані на більш високу вартість. Основними критеріями оцінки ефективності діяльності авіаційних підприємств даних кластерів є загальний ефект від функціонування системи управління фінансовими ризиками, що забезпечує ефективність використання ресурсів, зниження собівартості послуг без погіршення якості з метою максимізації прибутку та поліпшення фінансової позиції авіаційних підприємств.



## ВИСНОВКИ.

Результати економіко-математичного дослідження з використанням методів багатовимірного статистичного аналізу дозволяють зробити наступні висновки:

- 1) сукупність досліджуваних авіаційних підприємств було поділено на кластери за латентною ознакою ефективності функціонування системи управління фінансовими ризиками;
- 2) економічні показники діяльності підприємств та результати методів класифікації дозволили ідентифікувати отримані групи за якісними характеристиками, що дозволило отримати два основних кластери, які потребують подальшого дослідження динаміки основних показників діяльності авіаційних підприємств;
- 3) для підвищення ефективності функціонування підприємств даних груп виникає необхідність дослідження співвідношень, що характеризують ефективність діяльності системи управління фінансовими ризиками та можуть пояснити, яка з позицій підприємств є вигіднішою.

Отже, дослідження показали, що економіко-математичне моделювання стало найефективнішим способом визначення законів і закономірностей системи управління фінансовими ризиками через невизначеність багатьох факторів впливу на системи управління. Великі масиви вхідних даних знайшли свій розв'язок у заміні реального економічного об'єкта (системи управління фінансовими ризиками) математичною конструкцією, яка відтворює основні найістотніші риси досліджуваного об'єкта, абстрагуючись від неістотних.

## Література.

1. Роїк М.В., Присяжнюк О.І., Денисюк В.О. Огляд програмних засобів статистичного аналізу даних. *Ефективна економіка*. 2017. № 7. – URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5676> (дата звернення: 07.09.2020).
2. Старостіна А.О., Кравченко В.А. Ризик-менеджмент: теорія і практика: Навч. посіб. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2013. – 200 с.
3. Савчук В.П. Практическая энциклопедия финансового менеджера. К.: Баланс Бизнес Букс, 2017. -976 с.
4. Олійник О.В. Застосування сучасних комп'ютерних технологій для аналітичної роботи в системі управління діяльністю суб'єкта господарювання / О.В. Олійник, В.В. Євдокимов // Формування ринкової економіки. – 2010. – № 24. – С. 518-527.
5. Математичне моделювання для економістів: бакалавр – магістр – доктор філософії (PhD). Навч. посіб. / За редакцією Ю.Г. Козак, В.М. Мацкул. – К.: Центр учбової літератури, 2019. – 252 с.

## References.

1. Roik, M.V. Prisyazhniuk, O.I. and Denysiuk V.O. (2017), "Review of software for statistical data analysis", *Efektivna ekonomika*, vol. 7, [Online], available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5676> (Accessed 04 Sept 2020).
2. Starostina, A.O. and Kravchenko, V.A. (2013), *Ryzhik-menedzhment: teoriia i praktyka: Navch.posib* [Risk management: theory and practice], IVTs «Vydavnytstvo «Politekhnik», Kyiv, Ukraine, P. 200.
3. Savchuk, V.P. (2017), *Prakticheskaja jenciklopedija finansovogo menedzhera* [Practical encyclopedia of the financial manager], Balans Biznes Buks, Kyiv, Ukraine, P 976.
4. Oliinyk, O.V. and Yevdokymov, V.V. (2010), "Application of modern computer technologies for analytical work in the management system of the business entity", *Formuvannia rynkovoї ekonomiky*, vol. 24, pp. 518-527.
5. Kozak, Yu.H. and Matskul, V.M. (2019), *Matematychnе modeliuвання dlia ekonomistiv: bakalavr – mahistr – doktor filosofii (PhD). Navch. posib* [Mathematical modeling for economists: bachelor - master - doctor of philosophy (PhD)].: Tsentр uchbovoi literatury, Kyiv, Ukraine, P. 252.

Стаття надійшла до редакції 06.09.2020 р.