

СЕКЦІЯ 8 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.86:336.713

Стадник Ю.А.

*кандидат економічних наук,
доцент кафедри економічної кібернетики
факультету управління фінансами та бізнесу
Львівського національного університету імені Івана Франка*

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ У ПЛАНУВАННІ КРЕДИТНИХ ОПЕРАЦІЙ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ

Стаття присвячена практичній реалізації методу кластерного аналізу у процесі аналізу регіональних кредитних ринків та формування кредитних програм. У роботі виконується класифікація регіональних ринків, на яких працює банківська установа, за типом позичальника – фізичної особи. На основі проведеного дослідження зроблено висновки та надано рекомендації для банківської установи щодо формування кредитних програм для позичальників – фізичних осіб у досліджуваних регіонах.

Ключові слова: банківська установа, кредитні операції, класифікація, позичальники – фізичні особи, кластерний аналіз.

Стадник Ю.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА В ПЛАНИРОВАНИИ КРЕДИТНЫХ ОПЕРАЦИЙ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Статья посвящена практической реализации метода кластерного анализа в процессе анализа региональных кредитных рынков и формирования кредитных программ. В работе проводится классификация региональных рынков, на которых работает банковское учреждение, по типу заемщика – физического лица. На основе проведенного исследования сделаны выводы и даны рекомендации для банковского учреждения по формированию кредитных программ для заемщиков – физических лиц в исследуемых регионах.

Ключевые слова: банковское учреждение, кредитные операции, классификация, заемщики – физические лица, кластерный анализ.

Stadnyk Y.A. THE APPLICATION OF CLUSTER ANALYSIS IN PLANNING OF COMMERCIAL BANK CREDIT OPERATIONS

The article is devoted to the practical implementation of the method of cluster analysis in evaluation of regional credit markets and the organization of loan programs for clients. The classification of regional markets on which banking institution operates by the type of an individual borrower is made. The conclusions and the recommendations on forming of loan programs for individual borrowers in the target regional markets were made for the commercial bank based on the results of the research.

Keywords: banking institution, credit transactions, classification, borrowers are individuals, cluster analysis.

Постановка проблеми. Вітчизняні банківські установи змушені долати виклики сьогодення, пов'язані із загальною економічною кризою, значною девальвацією гривні та нестабільністю валютного курсу, великим відтоком депозитних коштів, нестабільними умовами ведення бізнесу та низьким рівнем корпоративного управління. Банки, здійснюючи свою діяльність у таких складних умовах, намагаються залучити депозитні ресурси, зберегти ліквідність, отримати дохід від своєї діяльності. Основною статтею доходів банку є відсоткові доходи від здійснення кредитних операцій. Дослідження проблеми організації планування кредитними операціями банківської установи, яке реалізується з позиції реальної практики, є актуальним та необхідним для підвищення ефективності банківської діяльності.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вивченню питань планування та управління кредитною діяльністю банку присвячено чимало праць багатьох вітчизняних, а також зарубіжних економістів, таких як О.В. Дзюблюк, М.І. Савлук, В.І. Міщенко, А.М. Мороз, В.Т. Сусіденко, О.В. Васюренко, О.А. Кириченко, Н.П. Шульга, Е. Рід, П. Роуз та ін. Автори О.М. Колодізев, О.М. Рац, Ю.І. Онищенко, О.П. Заруцька наводять приклади застосування методу кластерного аналізу для групування банківських установ за рівнем достатності капіталу,

аналізу фінансового стану банківських установ, планування депозитної діяльності. Особливістю цієї роботи є практичне застосування методу кластерного аналізу у процесі планування кредитних операцій комерційного банку.

Постановка завдання. Мета роботи полягає у виконанні класифікації регіональних ринків, де здійснює свою діяльність банківська установа, за типом позичальника із застосуванням методу кластерного аналізу.

Основними завданнями дослідження є проаналізувати поширені методи реалізації кластерного аналізу та їх особливості; провести вибірку об'єктів дослідження – регіональних кредитних ринків та ознак класифікації типів позичальників фізичних осіб; виконати процедуру кластеризації досліджуваних об'єктів у програмному пакеті Statistica; на основі отриманих результатів зробити висновки та надати рекомендації щодо планування кредитної діяльності комерційного банку.

Виклад основного матеріалу. Формально сутність кластерного аналізу полягає у виконанні деякого теоретико-множинного розбиття початкової множини об'єктів на підмножини, які не перетинаються, таким чином, щоб елементи, які належать до однієї підмножини, відрізнялися між собою в значно менше, ніж об'єкти із різних підмножин.

Виділення кластерів серед сукупності даних має відповідати таким вимогам [1, с. 341]:

- Кожний кластер являє собою сукупність об'єктів, які схожі між собою значеннями деяких властивостей або ознак.

- Сукупність усіх кластерів має бути вичерпною, тобто всі об'єкти досліджуваної сукупності мають належати до деякого кластера.

- Кластери мають бути взаємовиключні, тобто жоден із об'єктів не повинен належати до двох різних кластерів.

На відміну від інших методів, цей вид аналізу дає можливість класифікувати об'єкти не за однією ознакою, а за декількома одночасно. Для цього вводяться відповідні показники, що характеризують певну міру близькості за усіма класифікаційними параметрами.

Крім того, кластерний аналіз не накладає ніяких обмежень на вигляд статистичних даних, що досліджуються, і дозволяє розглядати безліч початкових даних практично довільної природи.

Кластеризація може здійснюватися двома основними способами: за допомогою ієрархічних чи ітераційних процедур.

Ієрархічні процедури являють собою послідовні дії щодо формування кластерів різного рангу, підпорядкованих між собою за чітко встановленою ієрархією. Найчастіше ієрархічні процедури здійснюються шляхом агломеративних дій. Вони передбачають операції послідовного об'єднання подібних об'єктів з утворенням матриці подібності об'єктів; побудови деревоподібної дендрограми, яка відображає послідовне об'єднання об'єктів у кластери; формування із досліджуваної сукупності окремих кластерів на першому початковому етапі аналізу та об'єднання всіх об'єктів в одну велику групу на завершальному етапі аналізу.

Ітераційні процедури полягають в утворенні з первинних даних однорангових, ієрархічно не підпорядкованих між собою кластерів. Одним із найбільш поширених способів проведення ітераційних процедур ось уже понад сорок років виступає метод k -середніх.

Для вирішення завдання розбиття сукупності об'єктів на кластери необхідно визначити поняття схожості і різномірності. Класифікація об'єктів визначається поняттям відстані, яка повинна бути достатньо малою для об'єктів, що потрапляють у один кластер і достатньо великою для об'єктів, що потрапляють у різні кластери.

Найчастіше використовуються такі функції відстаней [2, с. 5]:

1. Евклідова відстань

$$d_2(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p (x_{ki} - x_{kj})^2 \right]^{1/2}. \quad (1)$$

2. l_1 -норма

$$d_1(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ki} - x_{kj}| \right]. \quad (2)$$

3. Сюпремум-норма

$$d_\infty(X_i, X_j) = \sup \left[|x_{ki} - x_{kj}| \right], \quad k = 1, 2, \dots, p. \quad (3)$$

4. l_p -норма

$$d_l(X_i, X_j) = \left[\sum_{k=1}^p |x_{ki} - x_{kj}|^p \right]^{1/p}. \quad (4)$$

Евклідова метрика є найбільш відомою та зрозумілою. Метрика l_1 характеризується простотою обчислень. Сюпремум-норма легко розраховується і включає процедуру впорядкування.

У науково-практичних дослідженнях застосовуються різні методи кластерного аналізу. Серед поширених методів, що базуються на понятті евклідової відстані, можна відзначити методи мінімальної дисперсії.

Нехай X – матриця спостережень: $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ і квадрат евклідової відстані між X_i і X_j визначається за формулою (5) [3, с. 54]:

$$d_{ij}^2 = (X_i - X_j)(X_i - X_j). \quad (5)$$

Суть методу повних зв'язків полягає в тому, що два об'єкти, що належать одній і тій же групі (кластеру), мають коефіцієнт схожості, який менший деякого порогового значення. У термінах евклідової відстані це означає, що відстань між двома точками (об'єктами) кластера не повинна перевищувати деякого порогового значення h . Таким чином, h визначає максимально доступний діаметр підмножини, що створює кластер.

Згідно з методом максимальної локальної відстані, кожен об'єкт розглядається як одноточковий кластер. Об'єкти групуються за таким правилом: два кластери об'єднуються, якщо максимальна відстань між точками одного кластера і точками іншого мінімальна. Процедура складається з n кроків і результатом є розбиття, яке співпадає з розбиттям, отриманим за допомогою попереднього методу за визначеного порогового значення.

У методі Ворда як цільову функцію застосовують внутрішньогрупову суму квадратів відхилень, яка є сумою квадратів відстаней між кожною точкою (об'єктом) і середнім значенням для кластера, що містить цей об'єкт. На кожному кроці об'єднуються ті два кластери, які призводять до мінімального збільшення цільової функції, тобто внутрішньогрупової суми квадратів. Цей метод спрямований на об'єднання розташованих поряд кластерів.

Суть центроїдного методу полягає у наступному. Відстань між двома кластерами визначається як евклідова відстань між центрами (середніми) цих кластерів:

$$d_{ij}^2 = (X_{ic} - X_{jc})(X_{ic} - X_{jc}). \quad (6)$$

Кластеризація відбувається поетапно і на кожному етапі з $n-1$ об'єднують два кластери G і π , що мають мінімальне значення d_{ij}^2 . Іноді цей метод називають ще методом зважених груп.

Застосуємо процедуру кластеризації у плануванні кредитних операцій банківської установи.

Здійснюючи свої кредитні операції, комерційний банк розробляє кредитні програми, орієнтовані на роботу з різними типами позичальників. Кредитування позичальників – фізичних осіб має важливе значення у кредитній діяльності банківських установ. Працюючи на кредитних ринках різних регіонів України, комерційному банку доцільно знати, які кредитні пропозиції слід розробляти для типу позичальника, що переважає у цьому регіоні. Проведемо класифікацію цільових регіональних кредитних ринків за типом позичальника із застосуванням методу кластерного аналізу.

Серед факторів, що характеризують позичальників у розрізі регіонів (областей західної України), візьмемо до уваги середню суму та термін кредиту, середній дохід, вік і соціальну стабільність позичальника та кредитну історію. Це основні характеристики щодо кредитування та кредитоспроможності позичальників за областями.

Дані щодо названих характеристик банківських позичальників у областях західної України, які досліджує банківська установа, наведені у таблиці 1.

Реалізацію методики кластерного аналізу виконаємо у програмному пакеті для статистичних досліджень Statistica.

У програмному пакеті оберемо процедуру деревоподібної кластеризації за методом повних зв'язків.

Таблиця 1

Характеристики типу позичальника – фізичної особи за регіонами

№ п/п	Область	Середній вік	Середній дохід (грн)	Середня сума кредиту (грн)	Середній термін кредиту (міс.)	Кредитна історія (середній бал)	Соціальна стабільність (сер. стаж, роки)
1	Вінницька	35	5120	57300	24	4,8	19
2	Волинська	40	3200	32600	15	4,1	16
3	Рівненська	33	5020	64500	43	4,5	21
4	Хмельницька	25	3800	23500	12	3,5	16
5	Чернівецька	47	2700	16000	18	4	23
6	Закарпатська	45	3800	21600	12	3,6	21
7	Львівська	27	4950	38600	29	4,2	22
8	Івано-Франківська	35	2980	19800	24	3,9	18

Реалізація процедури кластерного аналізу у програмному пакеті Statistica дає можливість представити результати кластеризації у вигляді вертикальної деревовидної дендрограми (рис. 1).

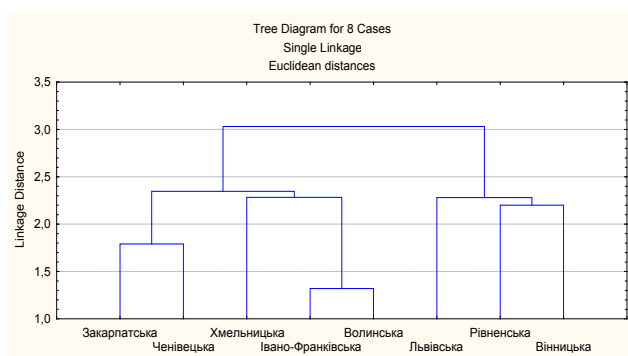


Рис. 1. Вертикальна деревовидна дендрограма

На дендрограмі відображено об'єднання досліджуваних регіонів в умовні групи відповідно до домінуючого у них типу позичальника. З рисунка видно, що в один кластер об'єдналися Львівська, Рівненська та Вінницька області, в яких потенційних банківських клієнтів можна поєднати у **одний** тип позичальника, що характеризується потребою довгострокових позик, бажаною сумою кредиту – від 35000 до 65000 гривень, а також щомісячним доходом у розмірі 4500-5500 гривень.

В інший кластер об'єдналися такі області західної України: Івано-Франківська, Волинська, Закарпатська, Чернівецька, Хмельницька. Потенційні позичальники у цих регіонах зорієнтовані позичати менші суми коштів на коротший термін і середньомісячний дохід, яких становить від 2500-4000 гривень.

Застосування методу кластеризації K-середніх дає можливість обчислити середні значення показників (характеристик типу позичальника) для кожного з отриманих кластерів.

Процедура застосування цього методу передбачає попереднє визначення кількості кластерів (k), на які необхідно розбити наявні спостереження, і прийняття перших k-спостережень за центри визначених класів. Для кожного наступного спостереження розраховуються відстані до центрів кластерів і дане спостереження належить до того кластера, відстань до якого була мінімальною. Після чого для кластера, у якому збільшилася кількість спостережень, визначається новий центр ваги за усіма включеними у кластер спостереженнями. Центр ваги розраховується як середнє значення для кожного показника.

Розраховані середні величини кластерів для усіх характеристик типу позичальника представлені на

рисунку 2. По вертикалі вказана шкала середніх значень, а по горизонталі – змінні.

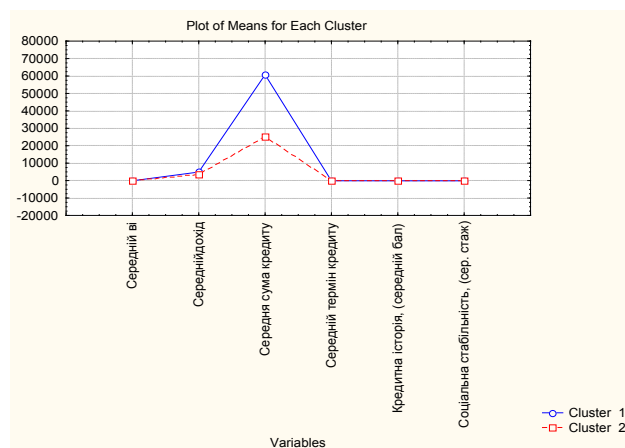


Рис. 2. Графічне зображення середніх значень змінних для кластерів

Цей рисунок підтверджує спрямованість позичальників фізичних осіб у регіонах першого кластера, які мають трохи вище значення середнього місячного доходу, на більші за обсягами кредити (середнє значення – більше 60 тис. грн). Значення середньої величини позики для другого кластера становить близько 25 тис. грн. За середніми значеннями інших показників обидва кластери схожі.

Висновки з проведеного дослідження. Отже, у результаті застосування методики кластерного аналізу було виконано класифікацію регіонів Західної України, в яких працює банківська установа за основними показниками, що характеризують позичальника фізичну особу, а саме: середньою сумою та терміном кредиту, середнім доходом, віком і соціальною стабільністю позичальника та його кредитною історією. Досліджувані області було об'єднано у кластери за схожістю типів позичальників фізичних осіб, що переважають у цих областях. До першого кластера увійшли Львівська, Рівненська та Вінницька області, в яких позичальники орієнтовані на більші обсяги довготермінових кредитів, а до другого – Івано-Франківська, Волинська, Закарпатська, Чернівецька, Хмельницька області, де позичальники – фізичні особи частіше беруть кредити меншого середнього обсягу на невеликий термін.

Проаналізувавши отримані результати, банківська установа отримує можливість удосконалити стратегію продажу кредитних продуктів у досліджуваних регіонах України. Відповідно до домінуючого типу позичальника у регіонах, що увійшли до першого кластера, доцільно розробляти програми довгострокового

споживчого кредитування, а у областях другого класера – короткострокові експрес-кредити будуть раціонально доповнювати кредитний портфель банку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Попова Л.М. Методичний підхід до оцінки розподілу пріоритетів сфер діяльності з метою ефективного проведення диверсифікації діяльності підприємства [Електронний ресурс] / Л.М. Попова. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Aprer/2009_5_1/36.pdf.
2. Воронин, А.В. Использование кластерного анализа для выбора локальных стратегий [Текст] / А.В. Воронин // Проблемы и перспективы управления экономикой и маркетингом в организации. – № 1. – 2001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://perspectives.utmn.ru/No1/text02.shtml>.
3. Халафян А.А. Statistica 6.0 Статистический анализ данных 3-е издание : учеб-ник / А.А. Халафян. – Г. : ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.

УДК 338.124.4, 519.865.7

Стрельченко І.І.

*кандидат економічних наук,
доцент кафедри теоретичної та прикладної економіки
Українського державного хіміко-технологічного університету*

КОМПЛЕКСНА СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ МОНІТОРИНГУ, ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ НЕГАТИВНИХ ТЕНДЕНЦІЙ НА ФІНАНСОВОМУ РИНКУ

Стаття присвячена проблемі оцінки та прогнозування різких негативних змін на ринках капіталу. Окреслені основні недоліки існуючих методів та моделей. Запропонована принципова схема для побудови комплексної структурної моделі оцінки та прогнозування негативних тенденцій на фінансовому ринку.

Ключові слова: система випереджальних індикаторів, сигнал індикатора, імпульсна характеристика системи, інтегральний показник чутливості економіки.

Стрельченко И.И. КОМПЛЕКСНАЯ СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ МОНИТОРИНГА, ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕГАТИВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ НА ФИНАНСОВОМ РЫНКЕ

Статья посвящена проблеме оценки и прогнозирования резких негативных изменений на рынках капитала. Обозначены основные недостатки существующих методов и моделей. Предложена принципиальная схема для построения комплексной структурной модели оценки и прогнозирования негативных тенденций на финансовом рынке.

Ключевые слова: система опережающих индикаторов, сигнал индикатора, импульсная характеристика системы, интегральный показатель чувствительности экономики.

Strelchenko I.I. COMPREHENSIVE STRUCTURAL MODEL OF MONITORING, ASSESSMENT AND FORECASTING NEGATIVE TRENDS IN THE FINANCIAL MARKETS

The article is devoted to the problem of sudden adverse changes assessment and prediction in the capital markets. Outlined the main shortcomings of existing methods and models. The basic scheme for the construction of complex structural model estimation and forecasting of negative trends in the financial market was proposed.

Keywords: system of leading warning indicators, signal of indicator, impulse response, sensitivity integral indicator of the economy.

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток електронного бізнесу, щільне використання безготівкових розрахунків, спровоковані повсюдним інтернет-покриттям, надають об'єктивно нових рис процесам виникнення та, особливо, розповсюдження негативних тенденцій на ринках капіталу. Відтак, загально визнані існуючі теорії про циклічність економічного розвитку не відображають повної картини змін та не вирішують повною мірою питання про терміни, силу і тривалість майбутніх критичних явищ в економіці. Навпаки, об'єктивна загроза їх виникнення змушує центральні банки різних країн, фахові всесвітні фінансові організації шукати нові методологічні підходи для моніторингу та аналізу негативних змін, які намітилися в економіці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукову базу аналізу, оцінки та прогнозування процесів формування критичних явищ в економіці становлять праці відомих вітчизняних і зарубіжних учених. Зокрема, фундаментальні роботи У. Джевонса та В. Парето [1], Дж. М. Кейнса [2], А. Пігу [3], Р. Лукаса [4] та Дж. Мута [5], Ю.Я. Ольсевича [6], що є класикою прикладної економіки.

Завданням оцінки економічної безпеки присвячена значна кількість досліджень. Серед засновників даного напрямку: Л. Абалкін, Ю. Алтухов, В. Абрамов, В. Андрійчук, Г. Андрощук, І. Бінько, О. Барановський, В. Богомолів, А. Блінов, З. Варналій, Г. Вечканов, О. Власюк, В. Воротін, А. Гальчинський, В. Геєць, Т. Гладченко, О. Гончаренко, А. Горбунов, В. Духов, А. Драга, М. Єрмошенко, А. Качинський, В. Кириленко, Т. Клебанова, Т. Ковальчук, А. Козаченко, М. Козоріз, П. Крайнев, Б. Кравченко, Д. Ляпін, І. Мазур, О. Маліновська, В. Мунтіян, Г. Пастернак-Таранушенко, Н. Реверчук, В. Сенчагов, А. Сухоруков, Т. Хайлова, В. Шлемко та інші.

Сучасні дослідження, зосереджені на проблематиці прогнозування кризових явищ в економіці та розробці систем випереджальних індикаторів, становлять роботи Г. Камінського, К. Рейнхарт, С. Лізондо [7-8], В. Соловійова, В. Дербенцева, О. Шарапова [9] та інших.

Постановка завдання. Метою роботи є розробка комплексної структурної моделі моніторингу, оцінки та прогнозування негативних тенденцій на фінансовому ринку. Під час побудови моделі потрібно звернути увагу на: