

## ПОПЕРЕДЖЕННЯ ФІНАНСОВИХ КРИЗ У КОРПОРАТИВНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ НЕЙРО-НЕЧІТКИХ МОДЕЛЕЙ

©2019 КЛЕБАНОВА Т. С., ГВОЗДИЦЬКИЙ В. С., РУДАЧЕНКО О. О.

УДК 658  
JEL: G01; G34; C02

### Клебанова Т. С., Гвоздицький В. С., Рудаченко О. О. Попередження фінансових криз у корпоративних системах на основі нейро-нечітких моделей

У статті вирішено актуальну проблему загрози формування фінансових криз у корпоративних системах на основі нейро-нечітких моделей, які дозволяють своєчасно спрогнозувати загрозу банкрутства та попередити його. Зазначено, що понад 50% ВВП України виробляють корпоративні підприємства, і, крім того, є чітка тенденція до поглинання корпораціями суб'єктів малого та мікробізнесу. Наведене доводить необхідність підвищення уваги до проблематики банкрутства саме корпоративних підприємств як визначальної ланки національної економічної інфраструктури. Щороку загострення фінансових криз на корпоративних підприємствах набуває все більшого розголосу, що потребує негайного вирішення даної проблематики.

**Ключові слова:** фінансова криза, економіко-математична модель, загроза банкрутства, корпоративна система, нечітка логіка, нечіткі нейронні мережі.

**DOI:**

**Рис.:** 2. **Табл.:** 3. **Бібл.:** 9.

**Клебанова Тамара Семенівна** – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри економічної кібернетики, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна) **E-mail:** t\_kleb@ukr.net  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0284-9839>

**Гвоздицький Віталій Сергійович** – кандидат економічних наук, викладач кафедри економічної кібернетики, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна) **E-mail:** gvozdikramm@gmail.com

**Рудаченко Ольга Олександрівна** – кандидат економічних наук, старший викладач кафедри економіки підприємств, бізнес-адміністрування та регіонального розвитку, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова (вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна) **E-mail:** polkin87@ukr.net

УДК 658  
JEL: G01; G34; C02

### Клебанова Т. С., Гвоздицький В. С., Рудаченко О. А. Предупреждение финансовых кризисов в корпоративных системах на основе нейро-нечетких моделей

В статье исследуется актуальная проблема угрозы формирования финансовых кризисов в корпоративных системах на основе нейро-нечетких моделей, которые позволяют своевременно спрогнозировать угрозу банкротства и предупредить его. Отмечено, что более 50% ВВП Украины производят корпоративные предприятия, и, кроме того, есть четкая тенденция к поглощению корпорациями субъектов малого и микробизнеса. Приведенное обстоятельство доказывает необходимость усиления внимания к проблематике банкротства именно корпоративных предприятий как определяющего звена национальной экономической инфраструктуры. Ежегодно обострение финансовых кризисов на корпоративных предприятиях приобретает все большую огласку, что требует немедленного решения данной проблематики.

**Ключевые слова:** финансовый кризис, экономико-математическая модель, угроза банкротства, корпоративная система, нечеткая логика, нечеткие нейронные сети.

**Рис.:** 2. **Табл.:** 3. **Библ.:** 9.

**Клебанова Тамара Семеновна** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина) **E-mail:** t\_kleb@ukr.net  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0284-9839>

**Гвоздицький Віталій Сергійович** – кандидат экономических наук, преподаватель кафедры экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина) **E-mail:** gvozdikramm@gmail.com

**Рудаченко Ольга Александровна** – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики предприятий, бизнес-администрирования и регионального развития, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова (ул. Маршала Бажанова, 17, Харьков, 61002, Украина) **E-mail:** polkin87@ukr.net

UDC 658  
JEL: G01; G34; C02

### Klebanova T. S., Gvozditskiy V. S., Rudachenko O. O. Preventing the Financial Crises in the Corporate Systems Based on the Neuro-Fuzzy Models

The article researches the topical problem of the threat of formation of financial crises in the corporate systems based on the neuro-fuzzy models which allow to timely predict a threat of bankruptcy and to warn it. It is noted that more than 50% of Ukraine's GDP is produced by corporate enterprises, and, besides, there is a clear tendency of the corporations' takeover of small and micro business entities. The given circumstance proves necessity of strengthening of attention to problems of bankruptcy regarding corporate enterprises as the defining link of the national economic infrastructure. Every year the aggravation of financial crises at corporate enterprises becomes more and more publicized, which requires immediate solution of this problem.

**Keywords:** financial crisis, economic-mathematical model, threat of bankruptcy, corporate system, fuzzy logic, fuzzy neural networks.

**Fig.:** 2. **Tabl.:** 3. **Bibl.:** 9.

**Klebanova Tamara S.** – Doctor of Science (Economics), Professor, Head of the Department of Economic Cybernetics, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** t\_kleb@ukr.net

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0284-9839>

**Gvozditskiy Vitalii S.** – PhD (Economics), Lecturer of the Department of Economic Cybernetics, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

**E-mail:** gvozdikramm@gmail.com

**Rudachenko Olga O.** – PhD (Economics), Senior Lecturer of the Department of Economics of Enterprises, Business Administration and Regional Development, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (17 Marshala Bazhanova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

**E-mail:** polkin87@ukr.net

В умовах нестабільної економіки, яка характеризується частою зміною макроекономічних умов, прийняття управлінських рішень здійснюється в умовах невизначеності, унаслідок чого завдання планування економічної діяльності та прогнозування його результатів є одним з найбільш складних і неоднозначних. До того ж, значно загострюється проблематика виявлення на ранніх стадіях і попередження негативних наслідків прояву фінансових криз на підприємствах і, відповідно, запобігання стану неплатоспроможності та банкрутства як крайнього ступеня їх розвитку.

Сьогодні в Україні незалежно від масштабів діяльності бізнесу спостерігається зростання кількості збанкрутілих підприємств, і кожне друге підприємство отримує негативний фінансовий результат. Варто відзначити, що більш ніж 50% ВВП України виробляють корпоративні підприємства, і, крім того, є чітка тенденція до поглинання корпораціями суб'єктів малого та мікробізнесу. Наведене доводить необхідність підвищення уваги до проблематики банкрутства саме корпоративних підприємств як визначальної ланки національної економічної інфраструктури.

Існує низка класичних методів прогнозування ймовірності банкрутства, які базуються на апараті математичної статистики, серед яких виділяються методи аналізу та моделювання часових рядів, методи багатовимірного регресійного аналізу. Але з технологічним прогресом усе більше уваги дослідниками приділяється засобам штучного інтелекту, серед яких найпоширенішими є нейронні мережі, які добре себе зарекомендували для задач ідентифікації об'єктів, але водночас вони є дуже незручними для пояснення того, як вони таку ідентифікацію здійснюють. Системи ж з нечіткою логікою, навпаки, пристосовані для пояснення одержуваних за їхньою допомогою висновків, але вони не можуть автоматично здобувати знання для використання їх у механізмах виведення. Це міркування лягло в основу створення апарату нечітких нейронних мереж, у яких висновки робляться на основі апарату нечіткої логіки, але відповідні функції приналежності підлаштовуються з використанням алгоритмів навчання нейронних мереж.

Проблемам оцінки загрози формування фінансових криз у корпоративних системах на основі комплексу економіко-математичних моделей присвячено багато публікацій.

Такі роботи зустрічаються в наукових доробках А. В. Матвійчука (2010), Т. С. Клебанової, Л. О. Чаговець, О. В. Панасенко (2011), Ф. Санчес-Лашерас (2011), Н. Чен, Б. Рибейро, А. Віера, А. Чен (2013), І. Байя (2013), С. Лі (2014), Ко, Ю-Чіен (2017), Ю. Зеленкова, О. Федорової, Д. Черкизова (2017), Л. С. Гур'янової, В. С. Гвоздицького, О. В. Димченко, О. О. Рудаченко (2018) та інших науковців.

Щороку загострення фінансових криз на корпоративних підприємствах набуває все більшого роз-

голосу, що потребує негайного вирішення даної проблематики. Розглянуті вище наукові праці присвячені саме прогнозу загроз банкрутства та попередження його на корпоративних системах. Проте аналіз останніх публікацій дає можливість стверджувати, що високий ступінь вивченості окремих аспектів системи управління корпоративними підприємствами не сприяє остаточному розв'язанню проблеми формування фінансових криз та їх попередження. Вищенаведені факти дають підстави вважати обрану тему дослідження актуальною.

*Мета та завдання дослідження* – розробка комплексу економіко-математичних моделей попередження загрози формування фінансових криз на корпоративних підприємствах.

Розроблений модельний базис оцінки загрози формування фінансових криз у корпоративних системах було апробовано на прикладі корпорації «Бісквіт-Шоколад». Модель оцінки загрози кризи на головному підприємстві корпорації була побудована на основі вибірки з 36 недержавних головних підприємств корпорацій сільськогосподарської галузі України, серед яких є 12 тих, що стали банкрутами, та 24 нормально функціонуючих корпорацій. Модель оцінки загрози формування фінансових криз на дочірніх підприємствах була побудована на основі вибірки із 40 недержавних дочірніх підприємств корпорацій сільськогосподарської галузі України, причому серед них є 24 нормально функціонуючих підприємств та 16 тих, що стали банкрутами, а також було оцінено вплив криз на цих дочірніх підприємствах на фінансовий стан корпорації «Бісквіт-Шоколад» у цілому та розроблено схему антикризового управління даною корпорацією.

За розробленою методичною блок-схемою оцінки загрози формування фінансових криз у корпоративних системах, розглянутих авторами в роботах [3; 5; 7], проводиться аналіз фінансового стану корпорації, результатом здійснення якого є оцінка загрози банкрутства корпорації та визначення домінуючих загроз появи та заглиблення фінансової кризи. Формування й обґрунтування інформаційного простору проводилось методом експертного оцінювання [7].

Так, остаточна система показників, яка використовуватиметься для побудови моделей оцінки загрози банкрутства підприємств корпоративного типу, має вигляд:

- $X_1$  – коефіцієнт придатності основних засобів;
- $X_2$  – коефіцієнт швидкої ліквідності;
- $X_3$  – коефіцієнт фінансової автономії;
- $X_4$  – коефіцієнт оборотності активів;
- $X_5$  – рентабельність діяльності.

Сформована система показників описує фінансовий стан з точок зору усіх напрямів діяльності підприємства, тому дозволяє адекватно його оцінити.

Як показав аналіз, моделі діагностики банкрутства мають значні недоліки, пов'язані з тим, що вони однозначно визначають клас кризи, проте в багатьох випадках підприємство знаходиться в перехідному стані з однієї фази кризи в іншу. І тому найпоширеніші моделі дискримінантного аналізу (Альтмана, Таффлера, Фулмера тощо) не дозволяють точно розрахувати загрозу банкрутства через нечіткість границь класів фінансової кризи на підприємстві. Тому найдоцільніше з усіх методів оцінки загрози банкрутства підприємства використовувати нейро-нечіткі мережі [6]. Цей метод враховує всі головні недоліки інших підходів, є гнучким і адаптивним до мінливих умов, поєднує в собі головні переваги інших методів і є перспективним напрямком в даних дослідженнях [2]. Об'єктом дослідження є фінансові процеси в фінансово-промислових групах сільськогосподарської галузі України.

Як зазначалося вище, вибірка складається з 36 недержавних підприємств. Вхідними параметрами (*input*) є п'ять обраних показників (коефіцієнти придатності основних засобів, швидкої ліквідності, автономії, оборотності активів та рентабельності діяльності), за результуючу змінну взятий стан підприємства: якщо підприємство стало банкрутом, то результуюча змінна (*output*) дорівнює 1, якщо не є банкрутом, то дорівнює 0. Дані про стан підприємства (*output*) були взяті з інтернет-джерел [9], значення показників (*input*) були розраховані згідно з визначеними Міністерством економіки та Міністерством фінансів України алгоритмами [1].

Нейро-нечітка модель була побудована в пакеті прикладних програм MatLab, надбудова Fuzzy Logic Toolbox, редактор ANFIS. Для генерації структури системи нечіткого виводу FIS був обраний тип Сугено. Ця система є моделлю гібридної мережі в системі Matlab. Причому для кожної з вхідних змінних було задано по три лінгвістичних терми, а типом їх функцій приналежності методом підбору був обраний той, за якого була найменша помилка [8]. У нашому випадку найменшу помилку дали трикутні функції.

Для розглянутого прикладу система нечіткого виводу містить п'ять вхідних змінних з п'ятьма термами кожна, 243 правила нечітких продукцій, одну вихідну змінну з 243 термами. Особливістю використання пакета MatLab для моделювання за допомогою нейронних нечітких мереж є те, що система автоматично сама будує правила. Слід зазначити, що всі 243 сформовані правила є адекватними, і немає потреби в їх редагуванні. Тому вони були залишені в початковому вигляді.

Для того, щоб провести процес навчання гібридної мережі, було здійснено такі кроки: 1. Обрання гібридного (*hybrid*) методу навчання гібридної мережі, що представляє собою комбінацію методу найменших квадратів і методу зменшення зворотного градієнта. 2. Встановлення рівня помилки навчання

(*Error Tolerance*) – значення 0 (як за замовчуванням). 3. Встановлення кількості циклів навчання (*Epochs*) – значення 40 (за замовчуванням – 3).

Тобто всього було вибрано 40 циклів навчання. Більша кількість циклів навчання впливає прямо пропорційно на значення середньої помилки в побудованій моделі, але при цьому зростає й адекватність моделі. Якщо знизити кількість циклів, то можна побачити, що в даному випадку значення помилок залежать лише від перших шести циклів навчання, після чого вони всі дорівнюють близько 0,0011. Таким чином, можна сказати про високу адекватність побудованої нейро-нечіткої моделі (помилка – менше, ніж 0,11%). Вікно візуалізації ходу процесу навчання у формі графіка залежності помилки від кількості циклів навчання.

Дуже важливий етап моделювання – це тестування побудованої нейро-нечіткої системи. У пакеті Matlab це завдається відповідною функцією. При цьому програма графічно показує помилки моделі. У результаті нейронна мережа адекватно побудувала систему: середня помилка за результатами тестування дорівнює 0,10985%. Таким чином, побудовану модель можна і доцільно використовувати в подальшому дослідженні.

Подальше налаштування параметрів побудованої та навченої гібридної мережі виконувалася за допомогою стандартних графічних засобів пакета Fuzzy Logic Toolbox. Зауважимо, що модель побудовано зі стандартними параметрами трикутних функцій приналежності, адже для досліджуваного випадку вони є цілком адекватними [4; 8].

Для інтерпретації та класифікації значень результуючої змінної (оцінки  $Y$ ), що отримуються за результатами реалізації даної моделі, був проведений кластерний аналіз. Методом  $k$ -середніх була порівняна ефективність розбиття шкали значень  $Y$  на 3, 4, 5 та 6 кластерів. Кількість класифікованих об'єктів у кожному кластері за всіма варіантами та відповідні значення сумарної внутрішньокласової дисперсії наведено в *табл. 1*.

Таким чином, як видно з *табл. 1*, за критерієм мінімізації сумарної внутрішньокласової дисперсії найкращим чином проводиться розбиття на 5 кластерів. Так, за результатами вищенаведеного кластерного аналізу та аналізу літературних джерел [5] була сформована шкала інтерпретації значень  $Y$ , яка представлена в *табл. 2*.

Так, дана модель була застосована для оцінки схильності до банкрутства корпорації «Бісквіт-Шоколад». Динаміку зміни даних п'яти фінансових показників за останні роки наведено на *рис. 1*.

Як бачимо на *рис. 1*, протягом 14 років динаміка значень всіх показників є достатньо різноманітною, що не дозволяє зробити однозначного висновку щодо фінансового стану корпорації. І тому для дослі-

Розбиття значень оцінок  $Y$  на кластери

Характеристика	Розбиття на			
	3 кластери	4 кластери	5 кластерів	6 кластерів
Кількість об'єктів у кластерах	кластер 1 – 5 об. кластер 2 – 13 об. кластер 3 – 59 об.	кластер 1 – 5 об. кластер 2 – 12 об. кластер 3 – 10 об. кластер 4 – 50 об.	кластер 1 – 4 об. кластер 2 – 4 об. кластер 3 – 10 об. кластер 4 – 32 об. кластер 5 – 27 об.	кластер 1 – 10 об. кластер 2 – 4 об. кластер 3 – 10 об. кластер 4 – 30 об. кластер 5 – 32 об. кластер 6 – 27 об.
Значення сумарної внутрішньокласової дисперсії	47,39	43,36	41,23	43,20

Таблиця 2

Інтерпретація значень  $Y$ 

Значення $Y$	Загроза формування кризи
$Y \leq 0$	дуже низька
$Y \in (0; 0,25]$	низька
$Y \in (0,25; 0,5]$	середня
$Y \in (0,5; 1)$	висока
$Y \geq 1$	дуже висока

дження залежностей причинно-наслідкових зв'язків доцільно використовувати інструментарій економіко-математичних моделей, у т. ч. вищенаведену нейро-нечітку модель.

Для вирішення завдання оцінки фінансового стану корпорації за допомогою побудованої нейро-нечіткої моделі в середовищі MatLab використовувалась функція evalfis. Так, було визначено, що на момент дослідження значення результуючої змінної  $Y$  для корпорації «Бісквіт-Шоколад» дорівнює  $-0,541$ , тобто ймовірність банкрутства для даного підприємства в найближчому часі є дуже низькою.

Аналогічно були розраховані оцінки загрози криз ( $Y$ ) у корпорації в динаміці за останні 14 років. Оцінку загрози формування фінансових криз у корпорації за ці роки наведено в табл. 3.

Позитивне значення зміни ( $y$  %) означає покращення фінансового стану, тобто зменшення оцінки загрози формування фінансових криз  $Y$  у корпорації. Як можна побачити з табл. 3, протягом майже всіх років була позитивна динаміка, але при цьому в 2006 р. (рік № 5) був дуже великий спад, через що оцінка загрози формування фінансової кризи зросла майже до максимальної.

Динаміку зміни значень оцінки загрози формування фінансових криз ( $Y$ ) у корпорації «Бісквіт-Шоколад» наведено на рис. 2.

Таблиця 3

Оцінка загрози формування фінансових криз у корпорації

Рік	Корпорація	Значення $Y$	Зміна, %
14	Корпорація «Бісквіт-Шоколад»	$-0,541$	76,9
13		$-0,125$	449,8
12		$0,438$	19,3
11		$0,522$	19,6
10		$0,625$	19,0
9		$0,743$	25,5
8		$0,933$	12,6
7		$1,050$	$-11,8$
6		$0,926$	5,8
5		$0,980$	$-39,0$
4		$0,598$	$-3,4$
3		$0,577$	$-4,6$
2		$0,551$	138,8
1		$1,316$	

Як можна побачити на рис. 2, у цілому за аналізований період помітна тенденція зменшення значення оцінки загрози кризи  $Y$ , тобто, використовуючи шкалу інтерпретації значень оцінок загрози кризи (див. табл. 3), можна зробити висновок, що є тенденція до поліпшення фінансового стану корпорації. Але при цьому було два роки, коли стан значно погіршувался. При аналізі діяльності корпорації в ці роки було виявлено деякі однакові негативні явища:

- ✦ дебіторська заборгованість неодмінно сильно зростала, при цьому не було зростання доходів (тобто вона зростала не через збільшення кількості реалізацій товарів, а через погіршення роботи з клієнтами та через інші причини);
- ✦ чистий прибуток корпорації значно зменшувался, рівно, як і виручка;
- ✦ кредиторська заборгованість ( $i$ , перш за все, поточна кредиторська заборгованість) збільшувалась до 100%;

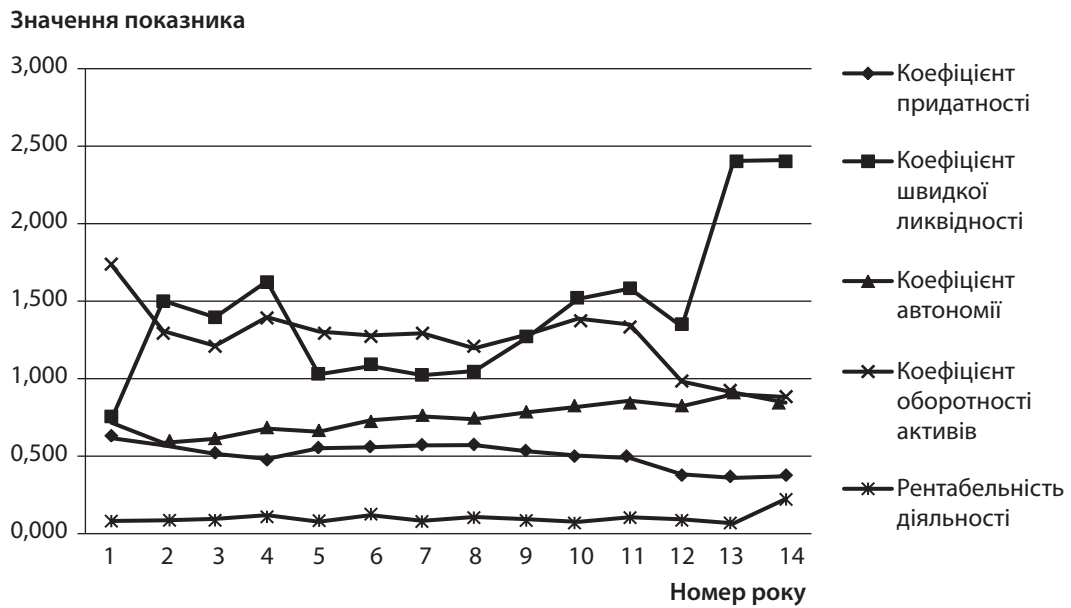


Рис. 1. Динаміка зміни значень показників корпорації

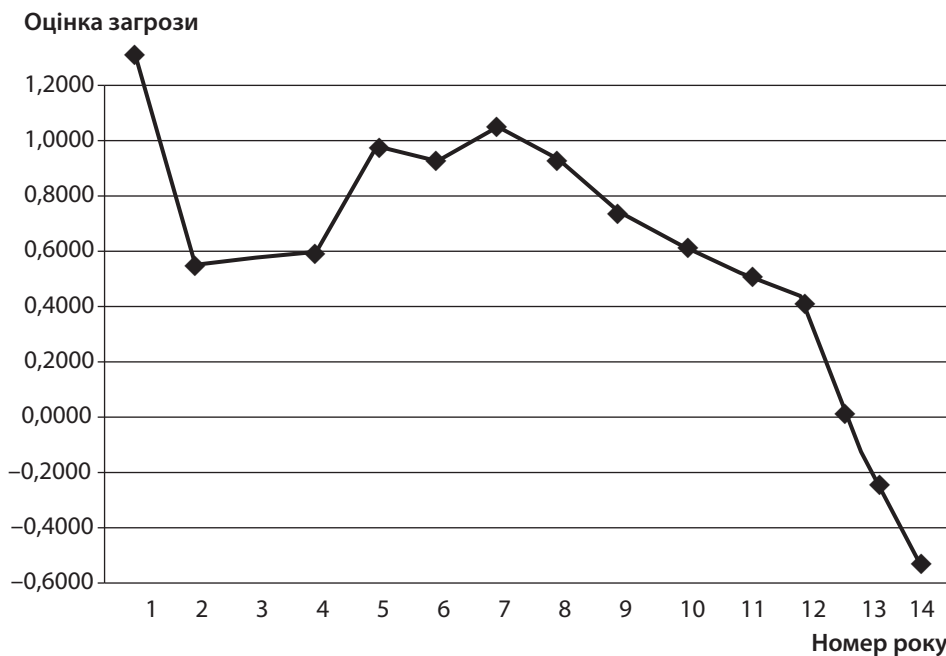


Рис. 2. Динаміка зміни оцінки загрози формування фінансових криз

✦ операційні витрати збільшувалися до 50% за рік порівняно з попереднім роком.

Крім того, саме в ці роки зростання оборотних коштів корпорації було найменшим, а також зменшувався обсяг поточних фінансових інвестицій. Також причиною деяких ускладнень у ефективності діяльності корпорації і, як наслідок, погіршення фінансового стану могло стати відкриття нового дочірнього підприємства (ПАТ «Слобода»).

Таким чином, критичні значення  $Y$  в ці роки мають за собою обґрунтування реальними процесами, що проходили в корпорації, тобто побудована модель адекватно відображає стан корпорації в цілому.

Але для отримання більш зважених висновків дану модель пропонується застосовувати саме в динаміці, аналізуючи попередні періоди. У даному випадку за досліджуваний період динаміка була стабільною з дуже позитивним результатом. Безперечно, керівництво впровадило необхідні заходи щодо подолання кризи, що з'явилася. І потім фінансовий стан корпорації лише ставав кращим із року в рік. Тобто можна зробити висновок, що результати застосування побудованої моделі оцінки загрози криз на прикладі корпорації «Бісквіт-Шоколад» адекватно характеризують фінансовий стан корпорації протягом усього аналізованого періоду. Проте дуже важливо оцінити домінуючі загрози формування фінансових криз,

тобто оцінити фінансовий стан дочірніх підприємств, адже саме від їх діяльності залежить благополуччя всієї корпорації.

Функціонування таких складних фінансово-виробничих систем, як корпорації, пояснюється безліччю факторів, серед яких особливо важливим є фінансовий стан дочірніх підприємств (ДП). Тому, навіть незважаючи на те, що за результатами моделювання ймовірність банкрутства корпорації «Бісквіт-Шоколад» є дуже низькою, доцільно оцінити загрози формування фінансових криз у ДП, які можуть призвести до катастрофічних наслідків у корпорації в цілому в майбутньому. І, таким чином, впровадженням проактивного антикризового управління в корпорації буде забезпечене своєчасне реагування на майбутні кризи та їх запобігання, а для цього доцільно ще зробити короткостроковий прогноз щодо майбутнього стану корпорації та визначити домінуючі загрози для головного підприємства корпорації.

## ВИСНОВКИ

У статті вирішено актуальну проблему оцінки загрози формування фінансових криз у корпоративних системах на основі нейро-нечітких моделей, які дозволяють своєчасно спрогнозувати загрозу банкрутства та попередити його.

Так, побудовані моделі оцінки загрози фінансових криз на підприємствах корпорацій за допомогою методів нейро-нечітких систем дозволяють за допомогою нечітких правил оцінити фінансовий стан головного та дочірніх підприємств корпорації не лише в поточному, а й у майбутньому періодах, що дає змогу підприємствам своєчасно виявити та попередити загрозу фінансової кризи. На основі критерію мінімізації похибок підтверджено адекватність всіх нейро-нечітких моделей, які були протестовані на сільськогосподарських корпораціях України та корпораціях ЖКГ Харківського регіону. Апробація моделей на прикладі корпорації «Бісквіт-Шоколад» показала, що для неї на даний час загроза кризи є незначною, але є відчутною загроза банкрутства для окремих її дочірніх підприємств, що може призвести до катастрофічних наслідків для всієї корпорації в майбутньому. До того ж, за розробленими прогнозами, загроза кризи для всіх підприємств досліджуваної корпоративної системи значно збільшиться, що доводить доцільність термінової розробки та впровадження антикризових заходів у даній корпоративній системі. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методичні рекомендації щодо виявлення ознак неплатоспроможності підприємства та ознак дій з приховування банкрутства, фіктивного банкрутства чи доведення до банкрутства : затверджено Наказом Міністерства економіки України. 19.01.2006 р. № 14. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0014665-06>

2. Гвоздицкий В. С. Анализ подходов к моделированию оценки склонности предприятия к банкротству. *Управління розвитком*. 2011. № 3. С. 206–208.

3. Клебанова Т. С., Гвоздицкий В. С. Моделирование оценок угрозы банкротства предприятий корпоративного типа // Прикладные аспекты моделирования социально-экономических систем : монография. Бердянск : ФОР Ткачук О. В., 2015. С. 110–120.

4. Клебанова Т. С., Гвоздицкий В. С. Оценка склонности предприятий к банкротству на основе методов нечеткой логики и нечетких нейронных сетей. *Бізнес Інформ*. 2015. № 10. С. 165–170.

5. Матвійчук А. В. Моделирование финансовой стойкости предприятий из использованием теорий нечеткой логики, нейронных сетей и дискриминантного анализа. *Вісник НАН України*. 2010. № 9. С. 24–46.

6. Оцінка, аналіз і попередження кризового стану підприємств житлово-комунального господарства : монографія / Т. С. Клебанова, О. В. Димченко, О. О. Рудаченко. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 213 с.

7. Панасенко О. В., Гвоздицкий В. С. Моделирование оценок угрозы банкротства предприятий на основе нечеткой логики. *Економіка: проблеми теорії та практики*. 2010. Вип. 264 : в 9 т. 2010. Т. II. С. 529–545.

8. Чернов В. Г., Суворов М. К. Нечеткие модели в антикризисном управлении // Современные проблемы прикладной математики и математического моделирования : материалы международной научной конференции (г. Воронеж, 12–17 декабря 2005 г.). Воронеж : ВГТА, 2005. 199 с.

9. Принципи здійснення антикризового управління. URL: <http://library.if.ua/book/6/672.html>

## REFERENCES

Chernov, V. G., and Suvorov, M. K. "Nechetkiye modeli v antikrizisnom upravlenii" [Fuzzy models in crisis management]. *Sovremennyye problemy prikladnoy matematiki i matematicheskogo modelirovaniya*. Voronezh: VGTA, 2005.

Gvozditkiy, V. S. "Analiz podkhodov k modelirovaniyu otsenki sklonnosti predpriyatiya k bankrotstvu" [Analysis of approaches to modeling the assessment of the propensity of the company to bankruptcy]. *Upravlinnia rozvytkom*, no. 3 (2011): 206–208.

Klebanova, T. S., and Gvozditkiy, V. S. "Otsenka sklonnosti predpriyatiy k bankrotstvu na osnove metodov nechetkoy logiki i nechetkikh neyronnykh setey" [Evaluation of the propensity of enterprises to bankruptcy based on fuzzy logic methods and fuzzy neural networks]. *Biznes Inform*, no. 10 (2015): 165–170.

Klebanova, T. S., and Hvozdytskyi, V. S. "Modeliuvannya otsinky zahrozy bankrutstva pidpriemstv korporatyvnoho typu" [Modeling the assessment of the threat of bankruptcy of enterprises of corporate type]. In *Prykladnye aspekty modelyrovannya sotsyalno-ekonomicheskoy systemy*, 110–120. Berdiansk: FOP Tkachuk O. V., 2015.

Klebanova, T. S., Dymchenko, O. V., and Rudachenko, O. O. *Otsinka, analiz i poperedzhennia kryzovoho stanu pidpriemstv zhytlovo-komunalnoho hospodarstva* [Assessment, analysis and prevention of the crisis situation of housing and communal services enterprises]. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova, 2016.

[Legal Act of Ukraine] (2006). <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0014665-06>

Matviichuk, A. V. "Modeliuvannya finansovoi stiiokosti pidpriemstv iz zastosuvanniam teorii nechitkoi lohiky, neyronnykh mrezh i dyskryminantnoho analizu" [Modeling financial

sustainability of enterprises using theories of fuzzy logic, neural networks and discriminant analysis]. *Visnyk NAN Ukrainy*, no. 9 (2010): 24-46.

"Pryntsypy zdiisnennia antykrizovoho upravlinnia" [Principles of anti-crisis management]. <http://library.if.ua/book/6/672.html>

Panasenko, O. V., and Hvozdytskyi, V. S. "Modeliuvannia otsynky zahrozy bankrutstva pidpriemstv na osnovi nechitkoi lohiky" [Modeling an assessment of the threat of bankruptcy of enterprises based on fuzzy logic]. *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky*, vol. 2, no. 264 (2010): 529-545.

УДК 330.42:519.7  
JEL: C6

## СЦЕНАРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ДОМОГОСПОДАРСТВ У ЗАГАЛЬНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ СТРУКТУРІ ДЕРЖАВИ

©2019 ПОРОХНЯ В. М., ІВАНОВ Р. В.

УДК 330.42:519.7  
JEL: C6

### Порохня В. М., Іванов Р. В. Сценарне моделювання діяльності домогосподарств у загальній економічній структурі держави

Основною метою роботи є дослідження діяльності сектора домогосподарств у загальній економічній структурі держави з використанням сучасних економіко-математичних методів і моделей макроекономічних процесів. Дослідження показало, що витрати домогосподарств значно впливають на сукупний випуск продукції (СВП), особливо для галузей, у яких їх частка є найбільшою. Результати сценарного моделювання залежності СВП від домогосподарств для галузей з використанням моделі міжгалузевого балансу свідчать, що запропоновану методіку можна використовувати для планування й прогнозування економічного зростання галузей при розробці сценаріїв їх впливу на загальний економічний результат. Установлено, що основним фактором адаптації домогосподарств в умовах економічної нестабільності є мале підприємництво як джерело формування доходів у формі прибутку та змішаного доходу. Забезпечення цього процесу полягає в збільшенні рівня людського капіталу за рахунок зростання споживчих витрат у сферах освіти й охорони здоров'я.

**Ключові слова:** домогосподарство, сукупний випуск продукції, дохід, мале підприємництво.

**DOI:**

**Рис.:** 2. **Табл.:** 6. **Формул:** 3. **Бібл.:** 14.

**Порохня Василь Михайлович** – доктор економічних наук, професор, професор кафедри економіки, Класичний приватний університет (вул. Жуковського, 70Б, Запоріжжя, 69002, Україна)

**Іванов Роман Вячеславович** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри економічної кібернетики, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (просп. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

**E-mail:** ivanov.r@ef.dnulive.dp.ua

УДК 330.42:519.7  
JEL: C6

UDC 330.42:519.7  
JEL: C6

### Порохня В. М., Іванов Р. В. Сценарное моделирование деятельности домохозяйств в общей экономической структуре государства

Основной целью работы является исследование деятельности сектора домохозяйств в общей экономической структуре государства с использованием современных экономико-математических методов и моделей макроекономических процессов. Исследование показало, что затраты домохозяйств оказывают значительное влияние на совокупный выпуск продукции (СВП), особенно для отраслей, в которых их доля есть наибольшей. Результаты сценарного моделирования зависимости СВП от домохозяйств для отраслей с использованием модели межотраслевого баланса свидетельствуют, что предложенную методіку можно использовать для планирования и прогнозирования экономического роста отраслей при разработке сценариев их влияния на общий экономический результат. Установлено, что основным фактором адаптации домохозяйств в условиях экономической нестабильности является малое предпринимательство как источник формирования доходов в форме прибыли и смешанного дохода. Обеспечение этого процесса состоит в увеличении уровня человеческого капитала за счет роста потребительских затрат в сферах образования и здравоохранения.

**Ключевые слова:** домохозяйство, совокупный выпуск продукции, доход, малое предпринимательство.

**Рис.:** 2. **Табл.:** 6. **Формул:** 3. **Библ.:** 14.

**Порохня Василий Михайлович** – доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики, Классический частный университет (ул. Жуковского, 70Б, Запорожье, 69002, Украина)

**Іванов Роман Вячеславович** – кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой экономической кибернетики, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара (просп. Гагарина, 72, Днепр, 49010, Украина)

**E-mail:** ivanov.r@ef.dnulive.dp.ua

### Porohnya V. M., Ivanov R. V. The Scenario Modeling of Households' Activities in the Overall Economic Structure of the State

The main aim of the publication is researching the activities of household sector in the overall economic structure of the State using the modern economic-mathematical methods and models of macroeconomic processes. The research showed that households' expenditures have a significant impact on the aggregate output of products (AOP), especially for industries where their share is the largest. The results of a scenario modelling of the dependency of the AOP on households with regard to industries, using the cross-industry balance model, suggest that the proposed methodology can be used to plan and forecast economic growth in terms of development of scenarios of their impact on the overall economic result. It is determined that the main factor of adaptation of households in conditions of economic instability is small-sized entrepreneurship as a source of formation of incomes in the form of profit and mixed income. Ensuring this process is meant to increase the level of human capital by increasing consumer spending in the spheres of education and health.

**Keywords:** household, aggregate output of products, income, small-sized entrepreneurship.

**Fig.:** 2. **Tabl.:** 6. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 14.

**Porohnya Vasyil M.** – D. Sc. (Economics), Professor, Professor of the Department of Economics, Classic Private University (70B Zhukovskoho Str., 69002, Ukraine)

**Ivanov Roman V.** – PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of the Department of Economic Cybernetics, Oles Honchar Dnipro National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine)

**E-mail:** ivanov.r@ef.dnulive.dp.ua