

О. К. Малютін,  
к. е. н., доцент кафедри менеджменту ЗЕД та євроінтеграції,  
Сумський національний аграрний університет

## ІМОВІРНІСНА ІНДИКАТИВНА МОДЕЛЬ ВИЯВЛЕННЯ КРИЗОВИХ ЯВИЩ ІНВЕСТИЦІЙНОГО РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

---

*Визначено перелік показників інвестиційного розвитку країни, що характеризують найбільш вразливі місця української економіки. За допомогою методу максимальної правдоподібності побудовано імовірнісну індикативну модель виявлення кризових явищ розвитку національної економіки, яка надає можливість прогнозування перспективної інвестиційної діяльності країни під час виникнення дестабілізуючих факторів у економічній системі.*

*The list of indexes of investment development is certain countries that characterize threats for the Ukrainian economy. On a maximum likelihood method the probabilistic model of exposure of the crisis phenomena of development of national economy that gives an opportunity of prognostication of perspective investment activity of country during the origin of destabilizing factors in the economic system is built.*

---

*Ключові слова: інвестиція, ризик, криза, ймовірність, економіка.*  
*Key words: investment, risk, crisis, probability, economy.*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Тенденції інвестиційного розвитку країни в контексті збереження її економічної безпеки прямо пов'язані з наявністю кризових явищ в економіках країн світу, що викликають значний дисбаланс в їхньому розвитку та призводять до економічного занепаду. В цьому сенсі грошово-кредитна політика українського уряду повинна базуватися на підтримці бюджетно-фінансової політики орієнтованої на інвестиції. Але така політика не повинна бути виражена необґрунтованим форсуванням кредитування реального сектора економіки. Важливим є створення клімату для фінансових інститутів щодо підвищення ефективності їх роботи в ринкових умовах.

Ключовим заходом підтримки такої стратегії є застосування індикативної моделі виявлення кризових явищ у національній економіці, які можуть призвести до загострення фінансової кризи та дестабілізації банківської системи як основного джерела інвестиційних ресурсів в реальний сектор економіки в сучасних вітчизняних умовах.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ПУБЛІКАЦІЙ ТА ДОСЛІДЖЕНЬ

При побудові моделей, які є індикатором настання фінансової кризи, можливе застосування підходів, що ґрунтуються на стандартному методі найменших квадратів [1], на індикативній системі [2], на імовірнісному методі [3].

Для створення ефективних моделей кризи необхідний високоточний та гнучкий інструментарій. Економетричні методи зарекомендували себе в сучасних умовах позитивної сторони, а також на практиці довели свою перевагу над іншими методами.

Модель, що базується на імовірнісному підході та є індикативною в плані появи фінансових криз, запропонована для російської економіки О.А. Федоровою та Ю.М. Назаровою в їхніх спільних роботах [4; 5].

### ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ СТАТТІ

Метою даної статті є побудова моделі, яка базується на імовірнісному підході і висвітлює перспек-

тивний інвестиційний розвиток країни під час виникнення дестабілізуючих факторів економічної системи, що є актуальним та практичним інструментарієм збереження економічної безпеки національної економіки в умовах наявності кризових явищ і можливості настання другої хвилі світової фінансової кризи.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Якщо припустити всього дві альтернативи настання або ненастання кризи, то результат спостереження буде визначатися змінною, яка може прийняти два з можливих значення ("0" або "1"). Така змінна буде називатися бінарною.

Відмітимо, що метод найменших квадратів у цьому випадку не приводить до змістовного результату, оскільки залежна змінна є дискретною величиною і оцінка за цим методом тоді не піддається інтерпретації (перехід від альтернативи до альтернативи не завжди еквівалентний один одному).

Розглянемо застосування моделі бінарного вибору для нашого випадку [6; 7]. Нехай залежна змінна  $IK$  (інвестиційна криза) може приймати два значення: 0 та 1. Будемо вважати, що коли настає криза в момент часу  $t$  — змінна  $IK$  дорівнює 0; у випадку коли криза відсутня —  $IK = 1$ . На ймовірність настання кризи буде впливати множина фактори як на мікро-, так і на макrorівні. Всі ці фактори матимуть кількісні характеристики, набір яких можна представити в якості багатомірного вектора  $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$ .

Звичайно, ми не можемо врахувати всі фактори, що впливають на діяльність національної економіки, тому на ймовірність виникнення інвестиційної кризи будуть впливати також невраховані фактори.

Перший клас моделей, що будуть розглянуті — лінійні моделі ймовірності.

Розглянемо лінійну модель регресії:

$$IK_t = \beta_0 + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \dots + \beta_m X_{tm} + \varepsilon_t \quad (1)$$

де  $t$  — номер спостереження,  $t = 1, \dots, n$ ,  
— результат спостереження,  
— вектор коефіцієнтів регресії,  
— випадкова помилка,

символ  $\Gamma$  означає операцію транспонування.

Якщо розрахувати математичне очікування з обох частин рівності (1), отримаємо:

Модель (1) можна записати у вигляді:

$$P(IK_t = 1) = X_t \beta \quad (2)$$

Одержана нами модель називається лінійною моделлю ймовірності. Вона має низку особливостей, які не дозволяють застосовувати метод найменших квадратів для прогнозування та оцінки коефіцієнтів. З формули (1) можна побачити, що помилка в кожному спостереженні може приймати два значення: з ймовірністю  $P(IK_t = 1)$  та з ймовірністю  $P(IK_t = 0)$ . Даний факт не дозволяє вважати помилку нормально розподіленою величиною, відповідно дисперсія помилки дорівнює

та є залежною від  $X_t$ , що свідчить про гетероскедастичність моделі. Головним мінусом лінійної моделі є те, що прогнозні значення ймовірностей можуть знаходитись поза інтервалом  $[0; 1]$ , що не піддається поясненню та логічній інтерпретації. Відповідно практична застосовуваність лінійних моделей значно обмежена. Дана проблема лінійної моделі вирішується за допомогою реалізації logit- та probit-моделей.

Проблему лінійної залежності від можна вирішити наступним чином: нехай права частина моделі (2) має вигляд

(3),

де  $F(z)$  — функція, область значень якої належить відрізьку  $[0; 1]$ , при цьому в якості  $F(z)$  можна використати функцію розподілу деякої випадкової величини.

Рівняння (3) можна переписати наступним чином: (4),

де помилки  $\varepsilon_t$  незалежні та однаково розподілені з нульовим математичним очікуванням та дисперсією

Нехай  $F(z)$  — функція розподілу нормованої випадкової помилки. Рішення про те, чи є значення  $IK_t^0 = 1$  або 0, приймається на основі раніше встановленого порогового значення. Так, наприклад, якщо ймовірність кризи дорівнює 0,4 (40%), при встановленому пороговому значенні  $C = 0,3$  (30%), то вважаємо, що криза настане й значення змінної буде дорівнювати 0.

Зазвичай використовується два види розподілень [6; 7]:

1) функція логістичного розподілу:

—

відповідну модель називають logit-моделлю;

2) функція нормального розподілу

$$F(X_t \beta^T) = \Phi(X_t \beta^T) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{X_t \beta^T} \exp(-y^2/2) dy, \quad —$$

відповідну модель називають probit-моделлю.

Відмітимо, що функції  $\Lambda(u)$  та поводять себе приблизно однаково, відрізняються "хвости" розподілу. Тим не менш якісні висновки, отримані за допомогою probit- та logit-моделей, частіше всього співпадають. Важливим фактом є те, що коефіцієнти, отримані при оцінюванні, не піддаються стандартній інтерпретації, оскільки модель є лінійною.

Для оцінки параметрів моделі (3) застосовується метод максимальної правдоподібності [6; 7] за припущення, що оцінювані спостереження незалежні та можуть приймати всього два значення 0 та 1. Тоді функція правдоподібності матиме наступний вигляд:

(5).

Оскільки  $IK_t$  є бінарною змінною, то функція спрощується [8]:

$$L = \prod_t (1 - F(X_t \beta^T))^{1 - IK_t} F(X_t \beta^T)^{IK_t}.$$

Логарифмуємо, отримаємо:

$$\ell = \ln L = \sum_t [IK_t \ln F(X_t \beta^T) + (1 - IK_t) \ln(1 - F(X_t \beta^T))] \quad (6).$$

Оскільки для логістичної функції  $\Lambda(z)$  виконуються співвідношення:

, то диференціюючи (6) за та прирівнюючи до нуля, переходимо до векторного рівняння правдоподібності:

(7),

$$\text{де } P_t = F(X_t \beta) = \frac{\exp(\beta_1 x_{t1} + \dots + \beta_m x_{tm})}{1 + \exp(\beta_1 x_{t1} + \dots + \beta_m x_{tm})}, t = 1, \dots, n \quad (8).$$

В [6] показано, що логарифмічна функція правдоподібності є вгнутою за параметром функцією й, значить, знаходження екстремуму функції надасть необхідні оцінки набору параметрів. Знайти екстремум функції правдоподібності можна багатьма ме-

тодами наближених розрахунків. Ми будемо використовувати метод Ньютона [7].

Метод Ньютона належить до методів другого порядку та при обчисленні використовує інформацію про функції та її похідні до другого порядку включно. У випадку logit-моделі ітераційна формула для знаходження параметрів виглядає так [9]:

$$\beta^k = \beta^{k-1} - \frac{\partial f}{\partial \beta}^{-1} \frac{\partial f}{\partial \beta} \quad (9),$$

де  $\beta^k$  — оцінки параметрів на  $k$ -ому етапі;  
 $A$  — матриця других похідних логарифмічної функції правдоподібності :

Диференціюючи члени в (7), отримаємо:

$$\frac{\partial f_i}{\partial \beta_j} = -\sum_{i=1}^n P_i(1 - P_i)x_{ij}.$$

Розглянемо можливість застосування вищепобудованої моделі для української економіки, інвестиційний розвиток якої перебуває під впливом відповідних показників, що характеризують найбільш вразливі місця української економіки у разі виникнення другої хвилі світової кризи.

Перелік таких показників можна умовно розподілити на наступні три групи.

1. Показники, що характеризують інвестиційний рост країни.

До показників даної групи віднесемо показники, які будуть характеризувати інвестиційний розвиток країни з позиції збереження її інвестиційної безпеки:

$$\beta_{012}^{+1} = \beta_{012}^{+1} + \frac{\partial f}{\partial \beta_{012}^{+1}} \frac{\partial \beta_{012}^{+1}}{\partial \beta_{012}^{+1}} = \beta_{012}^{+1} + \frac{\partial f}{\partial \beta_{012}^{+1}} \frac{\partial \beta_{012}^{+1}}{\partial \beta_{012}^{+1}}$$

$$A(\beta) = \begin{pmatrix} x_1 & \dots & x_n \\ \dots & \dots & \dots \\ x_n & \dots & x_n \end{pmatrix}$$

—  $x_1$  — відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів;  
 —  $x_2$  — відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП;  
 —  $x_3$  — відношення чистого приросту прямих іноземних інвестицій до ВВП;  
 —  $x_4$  — частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі інвестицій.

2. Показники, що характеризують зовнішню вразливість економіки.

До цієї групи включимо показники, які за нашими дослідженнями характеризують найбільш загрозливі місця української економіки в плані загострення кризових явищ:

- $x_5$  — коефіцієнт покриття міжнародних інвестиційних зобов'язань активами платіжного балансу країни;
- $x_6$  — відношення валових міжнародних резервів до зовнішнього боргу країни;
- $x_7$  — темп зміни індексу офіційного курсу гривні до долара США до показників попереднього періоду;
- $x_8$  — економічна свобода країни, що характеризує відкритість національної економіки до зовнішнього ринку та визначається The Heritage Foundation у вигляді зведеного показника за факторами: інвестиційним, грошовим, фінансовим, діловим, торговим, фіскальним, урядовим та іншими [10]

3. Грошово-кредитні показники, за допомогою яких можна оцінити стабільність вітчизняної фінансової системи.

У цій групі представимо окремі показники стійкості фінансового сектора України, які можуть стати дестабілізаторами динамічного інвестиційного розвитку країни:

—  $x_9$  — обсяг кредитування банками реального сектора економіки (відношення наданих кредитів до валової доданої вартості);

—  $x_{10}$  — співвідношення зобов'язань у іноземній валюті до сукупних зобов'язань;

—  $x_{11}$  — співвідношення кредитів в іноземній валюті до сукупних валових кредитів;

—  $x_{12}$  — рівень середньої процентної ставки кредитів комерційних банків відносно інфляції;

—  $x_{13}$  — відношення ВВП до обсягу грошового агрегату M2 (швидкість обігу та наявність ліквідних коштів в фінансовій системі);

—  $x_{14}$  — відношення обсягу номінальної капіталізації ринку акцій до ВВП;

—  $x_{15}$  — питома вага довгострокових кредитів у загальному обсязі кредитів, наданих комерційними банками.

Побудова моделі факторів кризового інвестиційного розвитку дозволить визначити вплив кожного з 15 показників, а також їхній сукупний вплив на досліджуване явище появи кризи інвестиційного розвитку національної економіки. Спостереження за факторами  $X_i$  наведені в табл. 1.

За формулою (9) знайдемо оцінки параметрів з точністю 0,001:  $\beta_1 = -0,1$ ;  $\beta_2 = -1,9$ ;  $\beta_3 = 8,78$ ;  $\beta_4 = -3,01$ ;  $\beta_5 = 1,98$ ;  $\beta_6 = -6,5$ ;  $\beta_7 = -0,269999$ ;  $\beta_8 = 0,2$ ;  $\beta_9 = 1,599$ ;  $\beta_{10} = -0,0735$ ;  $\beta_{11} = -0,701$ ;  $\beta_{12} = -0,1$ ;  $\beta_{13} = 0,199$ ;  $\beta_{14} = -3,9$ ;  $\beta_{15} = 1,3$ .

За допомогою Microsoft Excel побудуємо регресійні моделі для прогнозування факторів (див. табл. 2).

Підставимо прогнозовані значення в формулу (8), отримаємо для 2012 та 2013 років відповідно ймовірності настання кризи:

Це дозволяє констатувати факт, що при пороговому значенні  $C = 0,5$ , неможливо уникнути критичної ситуації в інвестиційному розвитку країни в 2012 році, а також можливості настання кризи в 2013 році.

### ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Розглянуті тенденції та виявлені внаслідок побудови даної моделі результати свідчать про необхідність реалізації рішень щодо підвищення економічної безпеки національної економіки

Для цього антикризові заходи повинні погоджуватись з ефективністю розвитку вітчизняної інвестиційної системи, що передбачає стимулювання перспективних напрямів розвитку економіки, формування оптимальних механізмів пропозиції інвестиційних ресурсів, структурну перебудову економіки на основі внутрішніх грошових джерел, зменшення сировинної спеціалізації економіки, обґрунтоване збільшення державних витрат для вирівнювання диспропорційності регіонального економічного розвитку України.

#### Література:

1. Sachs J. Financial Crises in Emerging Markets: The Lessons from 1995 [Електронний ресурс] / Jeffrey Sachs, Aaron Tornell, Andres Velasco // The Bureau of Economic Research. — Режим доступу: <http://www.nber.org>
2. Kaminsky G. Leading Indicators of Currency Crises [Електронний ресурс] / Graciela Kaminsky, Saul Lizondo, Carmen M. Reinhart // Service hosted by the Research Division of the Federal Reserve Bank of St. Louis — IDEAS. — Режим доступу: <http://ideas.repec.org/p/prs/mprapa/6981.html>
3. Demirguc-Kunt A. The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries [Електронний ресурс] / Asli Demirguc-Kunt and Enrica Detragiache // International Monetary Fund. — Режим

Таблиця 1. Фактори впливу появи можливої інвестиційної кризи в національній економіці

Джерело: розраховано автором за матеріалами [10; 11; 12].

Таблиця 2. Регресійне моделювання та прогнозування кризових явищ у національній економіці

Кризовий фактор	Регресійна модель	Результат прогнозу	
		2012 рік	2013 рік
$x_1$ – відношення обсягу інвестицій до вартості основних фондів	$-1,36454071 t + 10,46999$	0,918205	-0,44634
$x_2$ – відношення обсягів інвестицій в основний капітал до ВВП	$-1,81347114 t + 27,06433$	14,37003	12,55656
$x_3$ – відношення чистого приросту прямих іноземних інвестицій до ВВП	$0,421945286 t + 3,923255$	6,876872	7,298818
$x_4$ – частка прямих іноземних інвестицій у загальному обсязі інвестицій	$4,548917286 t + 12,83325$	44,67567	49,22459
$x_5$ – покриття міжнародних інвестиційних зобов'язань активами платіжного балансу країни	$0,220618714 t + 74,27711$	75,82144	76,04206
$x_6$ – відношення валових міжнародних резервів до зовнішнього боргу країни	$-3,343101143 t + 43,82481$	20,4231	17,08
$x_7$ – темп зміни індексу офіційного курсу гривні до долара США до показників попереднього періоду	$1,670871457 t + 2,988311$	14,68441	16,35528
$x_8$ – економічна свобода країни, що характеризує відкритість національної економіки до зовнішнього ринку	$-1,728571429 t + 55,7$	43,6	41,87143
$x_9$ – обсяг кредитування банками реального сектора економіки (відношення наданих кредитів до валової доданої вартості)	$3,055261571 t + 54,24365$	75,63048	78,68574
$x_{10}$ – співвідношення зобов'язань в іноземній валюті до сукупних зобов'язань	$-0,043428571 t + 52,812$	52,508	52,46457
$x_{11}$ – співвідношення кредитів в іноземній валюті до сукупних валових кредитів	$-1,689714286 t + 56,78067$	44,95267	43,26295
$x_{12}$ – рівень середньої процентної ставки кредитів комерційних банків відносно інфляції	$2,622857143 t - 4,11333$	14,24667	16,86952
$x_{13}$ – відношення ВВП до обсягу грошового агрегату M2 (швидкість обігу та наявність ліквідних коштів в фінансовій системі)	$30,23951471 t + 122,6912$	334,3678	364,6073
$x_{14}$ – відношення обсягу номінальної капіталізації ринку акцій до ВВП, %	$1,062763571 t + 33,1947$	40,63405	41,69681
$x_{15}$ – питома вага довгострокових кредитів у загальному обсязі кредитів, наданих КБ	$-0,524849714 t + 68,7769$	65,10295	64,5781

Джерело: розраховано автором.

доступу: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/staffp/1998/03-98/demircuc.htm>

4. Федорова Е.А. Использование эконометрического моделирования для прогнозирования финансовых кризисов // Е.А. Федорова, Ю.Н. Назарова // Аудит и финансовый анализ. — 2008. — № 6. — С. 441—446.

5. Федорова Е.А. Финансовые индикаторы кризисной ситуации российского фондового рынка // Е.А. Федорова, Ю.Н. Назарова // Аудит и финансовый анализ. — 2009. — № 6. — С. 442—446.

6. Магнус Я.Р. Эконометрика: начальный курс / Я.Р. Магнус, П.К. Катыхов, А.А. Пересецкий. — М.: Дело, 2007. — 504 с.

7. Химельблау Д. Прикладное нелинейное программирование / Д. Химельблау. — М.: Мир, 1975. — 555 с.

8. Тимофеев В.С. Модели бинарного выбора: оценка качества и интерпретация коэффициентов / В.С. Тимофеев, А.В. Большакова // Сб. науч. тр. НГТУ. — Новосибирск: Изд-во НГТУ. — 2005. — № 2(40). — С. 15—22.

9. Schmidheiny K. Limited Dependent Variable Models / K. Schmidheiny. — Ljubljana: Graduate Econometrics, 2004.

10. Index of Economic Freedom World Rankings [Електронний ресурс] // Heritage Foundation. — Режим доступу: <http://www.heritage.org>

11. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України. — Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)

12. Офіційний веб-сайт Національного банку України. — Режим доступу: [www.bank.gov.ua](http://www.bank.gov.ua)

Стаття надійшла до редакції 15.08.2012 р.