



## ФІНАНСОВО–КРЕДИТНА І ГРОШОВА ПОЛІТИКА

УДК: 338.2+591.711

Денисюк О.М.,  
*д.е.н., доцент, завідувач кафедри фінансового контролю і аналізу  
Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ*  
Ковальчук С.П.,  
*аспірант<sup>1</sup>*  
*Науково-дослідний економічний інститут  
Міністерства економічного розвитку і торгівлі України*

### ІННОВАЦІЙНА МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ВКЛАДЕНЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ ЕКОНОМІКО- МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Denysiuk O.M.,  
*dr.sc.(econ.), assoc. prof., head of the department  
of financial control and analysis  
Vinnitsa Institute of Trade and Economics  
of Kyiv National University of Trade and Economics*  
Kovalchuk S.P.,  
*graduate student  
Scientific and Research Institute of Economics  
Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine*

### INNOVATIVE METHODOLOGY OF FORECASTING INVESTMENTS USING METHODS OF ECONOMICAL AND MATHEMATICAL MODELING

**Постановка проблеми.** Існуючі підходи до прогнозування, поглиблені дією факторів економічної та соціально-політичної нестабільності, а також інших негативних тенденцій, включаючи військовий конфлікт і наростаючу військову загрозу, не дають ефективних інструментів та механізмів адекватної реакції на майбутні деструктивні процеси в економіці. Інвестиційна сфера – це важлива складова економіки, яка чинить вагомий вплив на економічні процеси. Інвестиції дозволяють збільшувати потужності економіки щодо продукування нового продукту та нової доданої вартості. Саме тому прогнозування інвестицій в економіку є важливою умовою для передбачення векторів економічного розвитку.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання моделювання економічних процесів та їх прогнозування, зокрема і процесів інвестування досліджує велике коло вчених. Методика моделювання та практика прогнозування інвестиційного процесу та інвестиційної діяльності описана в науковій роботі Ковтун Н.В. [1]. Автор досліджує алгоритм моделювання, проте фактичної моделі для прогнозування інвестицій не представлено. Методику використання прикладних програмних систем для моделювання та оцінювання прогнозних значень інвестиційних показників висвітлюють І.А. Стрелов та П.П. Ігнатенко [6]. Лелик Л.І. [2] проводить моделювання та прогнозування обсягів вкладень прямих іноземних інвестицій на основі трендових моделей із використанням алгоритму економіко-математичного статистичного аналізу. Трендове моделювання з метою формування прогнозу описує Полевич І. [4]. Таке моделювання дозволяє врахувати сформовані тенденції та продовжити їх, не враховуючи можливості впливу інших чинників та їх зміни. Із побудованих авторами моделей та прогнозів простежуємо очікування до зростання інвестицій із збереженням стабільних темпів приросту. Проте, як показує практика 2014 р. та початку 2015 р. дані прогнози не ствердилися. Це пояснюється тим, що при прогнозуванні в моделях не враховані інші чинники та фактори ризику, окрім показників попереднього розвитку прогнозованого показника. Модель для

<sup>1</sup>Науковий керівник: Беседін В.Ф. – д.е.н., професор

прогнозування обсягів інвестицій у відновлювальні джерела енергії представляє Шатковський О. В. [8]. Цінним доробком автора, на нашу думку, є введення в модель декількох чинників та прогнозування обсягів інвестицій з урахуванням їх впливу.

Не зважаючи на значну кількість досліджень у даній сфері, проблема оцінки та прогнозування розміру майбутніх інвестиційних вкладень в економічний розвиток тих чи інших регіонів залишається актуальною. Подальшого дослідження потребує процес моделювання впливу чинників на інвестування в економіку, розробка відповідної моделі для прогнозування можливих обсягів надходження інвестицій в окремі регіони в розрізі галузей економіки.

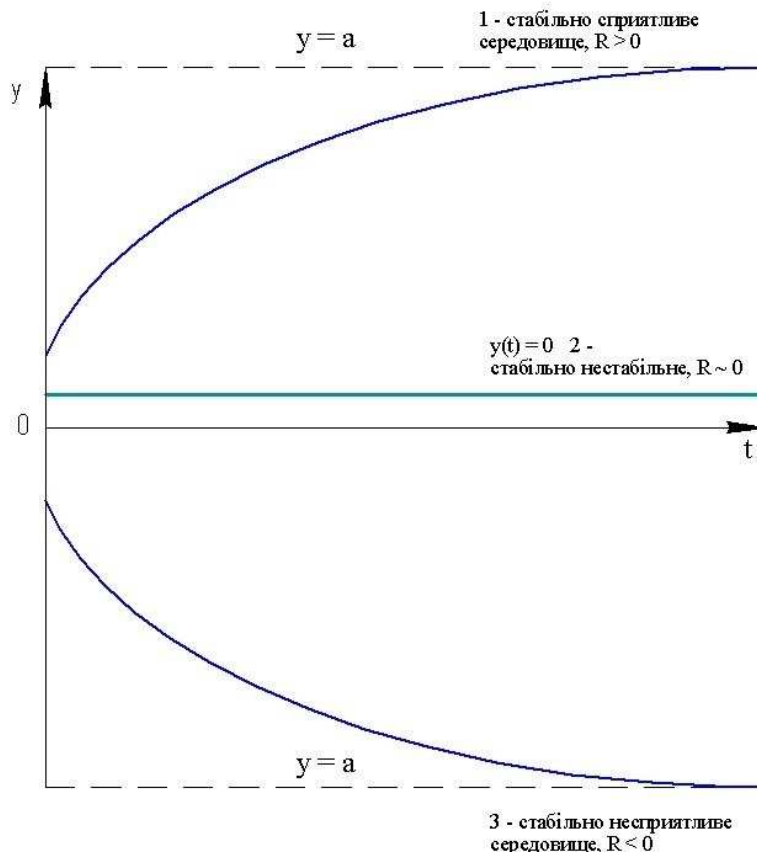
**Постановка завдання.** Головною метою цієї роботи є побудова моделі для прогнозування розміру майбутніх інвестиційних вкладень з урахуванням впливу декількох чинників.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розмір інвестицій в економіку регіону в розрізі галузей залежить від економічної ситуації в країні, сприятливості інвестиційного клімату в країні та регіоні, системи заходів, що реалізуються в рамках підвищення інвестиційної привабливості галузей. В загальному всі ці фактори формують стан бізнес-середовища. Під їх впливом воно може набувати різних характеристик. В цілому можна виділити три основні стани бізнес-середовища:

- стабільно сприятливе середовище;
- стабільно нестабільне середовище;
- стабільно несприятливе середовище.

Кожний із зазначених сценаріїв розвитку бізнес-середовища формує свій індивідуальний вплив на тенденції, якими характеризується інвестиційна сфера.

Для початку схематично визначимо приблизний (очікуваний) графік щорічних інвестиційних вкладень в економіку регіону (крива  $y = y(t)$ , де  $t$  – фактор часу) для трьох сценаріїв сприятливості бізнес – середовища (див. рис.1).



**Рис. 1. Очікувані тенденції щорічних інвестиційних вкладень в економіку регіону в залежності від сценарію розвитку бізнес-середовища**

Джерело: розроблено авторами

Розглянемо перший варіант динаміки щорічних інвестиційних вкладень при стабільно сприятливому бізнес-кліматі. В цьому випадку на початковому етапі інвестиції стрімко зростатимуть, але з часом темп їх приросту буде знижуватися до поки не вийде на певний рівень насиченості інвестиціями, достатній для регіону та галузі. Цей етап, не дивлячись на сприятливий клімат, буде характеризуватися відчутним зростанням конкуренції в галузі, насиченістю ринку капіталом та

відповідно можливо сповільненням темпів зростання та поступовим зниженням інвестицій. Приблизний графік тренду інвестицій буде мати вигляд лінії 1 (див. рис.1). При цьому, очевидно, що при першому (сприятливому) сценарії рентабельність капіталу має бути більше нуля:  $R > 0$ .

Якщо бізнес – клімат буде стабільно нестабільний (сценарій №2), а саме характеризуватиметься поперемінними позитивними та негативними змінами і фактично буде мало прогнозований, то розмір інвестицій, що здійснюватимуться в економіку буде мінімальним, що пояснюватиметься високими рівнями непередбачуваних ризиків. Інвестиції будуть виконувати роль підтримуючих фінансових ресурсів, а не таких, що сприяють розвитку та покращенню економічної ситуації в регіоні. За умов розвитку даного сценарію бізнес мало вкладає кошти в існуючі та нові проекти, але і не поспішає виводити капітал, очікуючи покращення економічної ситуації. Тому приблизний графік тренду буде мати вигляд лінії 2. У такій ситуації, коли інвестиції близькі до нуля, рентабельність капіталу буде коливатися в районі нульової відмітки:  $R \approx 0$ .

Якщо ж бізнес – клімат буде стабільно несприятливий (3-й сценарій), то, на наше переконання, картина з інвестиціями буде дзеркально протилежна сценарію №1. Спочатку відтік капіталу (зменшення інвестицій) буде йти відносно швидко, але з часом, в міру зменшення величини найбільш уразливого і мобільного капіталу в регіоні, темпи його витоку будуть падати допоки відтік не стане стабільним (збільшення відтоку на цьому етапі буде тягнути за собою зайві, додаткові витрати і буде економічно не вигідним). Тому приблизний графік тренду буде мати вигляд лінії 3 (див. рис.1). При цьому у класичній ситуації сценарію №3 рентабельність капіталу (вкладених інвестицій) є від'ємною ( $R < 0$ ), що й обумовлює явище відтоку капіталу (лінія 3 нижче нульової відмітки).

Якщо ж, не дивлячись на стабільно несприятливий клімат, рентабельність капіталу залишається позитивною, то явище зміни інвестицій характеризується не як відтік капіталу, а як падіння інвестицій у регіоні.

Використовуючи економіко-математичні символи, лінії 1 і 3 можуть рухатися вгору – вниз по осі  $Y$ , а також бути більш крутими чи пологими в залежності від характеристик бізнес – клімату та ситуації в тій чи іншій галузі чи регіоні.

Усі три лінії розвитку подій математично можна записати у вигляді наступної функціональної залежності:

$$y(t) = a - \frac{b}{c+t} \quad (1)$$

де  $t$  – фактор часу, рік;

$a, b, c$  – параметри (описують бізнес – клімат);

Як відомо з диференційного числення  $dy = y' \cdot dt$ , де  $y'$  – похідна функції  $y(t)$ .

Оскільки,

$$\begin{aligned} dy &= y(t+1) - y(t), \text{ то} \\ y(t+1) - y(t) &= y' dy \\ y(t+1) &= y(t) + y' dt \end{aligned} \quad (2)$$

Знайдемо похідну функції  $y(t)$  з формули (1):

$$y'(t) = \left( a - \frac{b}{c+t} \right)' = a' - \left( \frac{b}{c+t} \right)' = \left( \frac{b'(c+t) - b(c+t)'}{(c+t)^2} \right)' = \frac{b}{(c+t)^2} \quad (3)$$

Також з формули (1) знайдемо чому дорівнює вираз  $\frac{b}{(c+t)^2}$ :

$$\frac{b}{c+t} = a - y(t). \text{ тоді: } \left( \frac{b}{c+t} \right)^2 = (a - y(t))^2$$

Отже,

$$\frac{b}{(c+t)^2} = \frac{(a-y(t))^2}{b} \quad (4)$$

Підставивши (4) в (3), а (3) в формулу (2), отримаємо:

$$y(t+1) = y(t) + \frac{(a-y(t))^2}{b} \cdot dt \quad (5)$$

Оскільки,  $dt = 1$ (рік), то формулу (5) можна записати так:

$$y(t+1) = y(t) + \frac{(a-y(t))^2}{b} \quad (6)$$

Отже, формулу (6) ми можемо використовувати для прогнозування (оцінки) розміру інвестицій на наступний рік ( $t+1$ ), виходячи з розміру інвестицій у поточному році ( $t$ ). При цьому аналогічну методику можна використовувати для подальшого прогнозування.

Однак, залишається проблема з визначенням параметрів  $a$  і  $b$ .

Із формули (1) слідує, що розмірність показника  $a$  така як і  $y(t)$ :

$$[a] = \left[ \frac{\text{млн грн.}}{\text{рік}} \right] \quad (7)$$

Розмірність параметра  $b$ :

$$[b] = [\text{млн. грн.}] \quad (8)$$

Усі три лінії, що характеризують (ілюструють) розвиток подій за різними сценаріями (рис. 1), з часом наближаються до лінії

$$y(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} \left( a - \frac{b}{c+t} \right) = a \quad (9)$$

Як було показано раніше, ця дотична лінія  $y = a$  чутлива до рентабельності капіталу, точніше між цими показниками є пряма кореляція і саме рентабельність визначає, де знаходиться лінія  $y = a$ .

Отже, параметр  $a$  запишемо так:

$$a = \alpha * R = \frac{\alpha * \Pi(t)}{K(t)} \quad (10)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт кореляції,  $[\alpha] = [\text{млн. грн.}]$ ;

$R$  – рентабельність вкладеного капіталу у період часу  $t$ ;

$\Pi(t)$  – прибуток (збиток) отриманий в певній галузі регіону в період часу  $t$  (за попередній рік);

$K(t)$  – накопичений залишковий капітал у цій же галузі регіону на момент часу  $t$  (на кінець попереднього року) з урахуванням накопиченої амортизації.

Таким чином, параметр  $a$  показує вплив фінансових результатів (віддачі вкладеного капіталу) за попередній період на прийняття рішень щодо здійснення інвестицій в наступному періоді.

Звернемось до параметра  $b$ . Його розмірність  $[\text{млн. грн.}]$  і він має безпосереднє відношення до інвестицій і визначає кривизну трендових ліній інвестування на рис.1. Тобто параметр  $b$  чутливий до бізнес – середовища у поточний період та на перспективу.

Виходячи із зазначеного вище, пропонуємо записати параметр  $b$  так:

$$b = \beta^* * \gamma^* * K(t) \quad (11)$$

де  $\beta^*$  - коефіцієнт кореляції, безрозмірний;

$\gamma^*$  - параметр, безрозмірний, характеризує сприятливість бізнес – клімату для інвестування на наступний період і вимірюється в балах;

$K(t)$  – теж саме, що і в формулі (10).

Підставимо формули (10) і (11) в формулу (6), отримаємо:

$$y(t+1) = y(t) + \frac{\left[ \frac{\alpha * \Pi(t)}{K(t)} - y(t) \right]^2}{\gamma^* * \beta^* * K(t)} \quad (12)$$

Нехай  $\frac{\alpha}{\gamma^*} = \gamma$  і  $\frac{\alpha}{\beta^*} = \beta$ , при умові, що  $\gamma^* \neq 0$  і  $\beta^* \neq 0$ , тоді формула (12) залишається у вигляді:

$$y(t+1) = y(t) + \frac{\gamma * \beta}{K(t)} * \left( \frac{\alpha * \Pi(t)}{K(t)} - y(t) \right)^2 \quad (13)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт кореляції, безрозмірний;

$\gamma$  – параметр, безрозмірний, характеризує сприятливість бізнес – середовища для інвестування на наступний період часу  $t + 1$  і вимірюється в балах в межах від  $-10$  (стабільно вкрай несприятливий клімат) до  $+10$  (стабільно сприятливий клімат, тобто коли створені й очікуються найкращі умови для бізнесу та інвестиційної діяльності у галузі в регіоні).

При цьому необхідно мати на увазі, що параметр  $\gamma$  не змінюється, якщо за оцінками (інвесторів) бізнес – клімат не змінюється (не змінювався) в галузі регіону.

Тому для визначення коефіцієнтів кореляції  $\alpha$  і  $\beta$  потрібно вибирати такі галузі реальної економіки, де бізнес – клімат залишається максимально незмінним (не важливо сприятливим чи ні) протягом 3-7 років підряд. При цьому необхідно враховувати, що чим більший проміжок часу аналізується, тим точніший коефіцієнт кореляції. Але, з іншого боку, треба мати на увазі, що малоімовірно є стабільність бізнес – клімату протягом багатьох років навіть в окремо взятій галузі та в окремому регіоні.

Таким чином, використовуючи статистичні дані, можемо знайти коефіцієнти кореляції  $\alpha$  і  $\beta$  для конкретного регіону та конкретної галузі економіки і, підставивши їх в формулу (13), зробити найбільш точну оцінку та прогнозувати розмір майбутніх інвестиційних вкладень в економічний розвиток тих чи інших регіонів.

**Висновки з проведеного дослідження.** Таким чином, запропонована формула прогнозування розміру інвестицій є покроковою моделлю зміни величини інвестування в ту чи іншу галузь, або регіон країни. Як видно із моделі, вона включає як чітко визначені параметри, а саме розмір інвестицій за попередній період, рентабельність вже вкладеного капіталу, накопичений залишковий капітал тощо, так і параметри, які визначаються експертним методом. Це означає, що оцінка розміру інвестицій на майбутній період може коливатися в залежності від фахівців, які будуть використовувати зазначену модель. Це безумовно буде вносити певну суб'єктивність в прогнозування рівня інвестицій.

Для того, щоб максимально відійти від суб'єктивізму на майбутнє необхідно буде більш детально проробити методику визначення коефіцієнтів кореляції. У цьому контексті необхідно зазначити, що якщо коефіцієнти  $\alpha$  і  $\beta$  можна визначити за допомогою методів кореляційного аналізу,

то параметр  $\gamma$ , який характеризує сприятливість бізнес-середовища для інвестування на наступний період часу фактично не піддається прогнозуванню методами екстраполяції. Проте сильна сторона цього параметру в тому, що він є узагальнюючим параметром, який включає в себе у тому числі політичні, суспільно-економічні, військові, кліматичні та інші фактори, які впливають на інвестиційний клімат і приймаються до уваги інвесторами при визначенні обсягів і напрямків інвестиційних вкладень. У даній моделі запропоновано дещо грубий підхід до визначення значень цього параметра. Тому у подальших наших дослідженнях ми попрацюємо над запропонованою моделлю оцінки інвестицій та запропонуємо більш формалізовану, об'єктивну методику визначення параметра  $\gamma$ .

Таким чином, прогнозування обсягів інвестицій на майбутні періоди, використовуючи розроблену модель, дозволить не лише враховувати сформовану тенденцію, як зазвичай це робиться за допомогою методів екстраполяції, але й вплив інших чинників, які далеко не завжди мають визначений тренд і можуть суттєво змінюватися протягом короткого терміну часу.

#### Література

1. Ковтун Н.В. Статистичне дослідження інвестиційного процесу та інвестиційної діяльності: теорія, методологія, практика / Н.В. Ковтун. – Київ: 2005. – 440 с.
2. Лелик Л.І. Економетричний аналіз і прогнозування обсягів вкладень прямих іноземних інвестицій в українську економіку з країн європейського союзу / Л.І. Лелик // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – Вип. 24.10. – С. 237–245.
3. Лещук Г.В. Методики оцінювання ефективності інвестиційних проектів / Г.В. Лещук // Економічний простір. – 2009. – № 23/2. – С. 26–34.
4. Полевич І. Прогнозування обсягів залучення прямих іноземних інвестицій в економіку України / І. Полевич // Часопис соціально-економічної географії. – 2014. – Вип. 16 (1). – С. 202–205.
5. Савлук О.В. Закордонний досвід формування інвестиційної привабливості регіону / О.В. Савлук // Економічний форум. – 2012. – № 2. – С. 228–235.
6. Стрелов І.А. Підхід до прогнозування основних характеристик економічної ефективності ППС / І.А. Стрелов, П.П. Ігнатенко // Проблеми програмування. – 2007. – № 4. – С. 13–20 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/269/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%94%D0%BB%D0%BE%D0%B2\\_2.pdf?sequence=1](http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/269/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%94%D0%BB%D0%BE%D0%B2_2.pdf?sequence=1)
7. Шаповалова О.М. Оцінка інвестиційної політики регіонів України / О.М. Шаповалова // Економіка та право. – 2012. – № 1. – С. 83–86.
8. Шатковський О.В. Інвестиційний клімат як фактор розвитку нетрадиційної енергетики в Україні / О.В. Шатковський / Стратегія розвитку України. Економіка, соціологія, право. – 2013. – № 3 [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SR/article/view/6308>

#### References

1. Kovtun, N. (2005), *Statystychnе doslidshennia investytsiinoho protsesu ta investytsiinoi diialnosti: teoriia, metodolohiia, praktyka* [Statistical investigation of the investment process and investment: theory, methodology, practice], Kyiv, Ukraine, 440 p.
2. Lelyk, L. (2014), "Econometric Analysis and Forecast of Direct Foreign Investments in the Ukrainian Economy from the European Union Countries", *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, no. 24-10, pp. 237–245
3. Leshchuk, H. (2009), "Methods of evaluation of investment projects", *Ekonomichnyi prostir*, no. 23/2, pp. 26–34.
4. Polevych, I. (2014), "Prediction of the volumes of attracting the direct foreign investment into the economy of Ukraine", *Chasopys sotsialno-ekonomichnoi heohrafii*, no. 16 (1), pp. 202–205.
5. Savlyk, O. (2012), "Foreign experience of formation of investment attractiveness in the region", *Ekonomichnyi forum*, no. 2, pp. 228–235.
6. Stryelov, I.A. and Ihnatenko, P.P. (2007), "The approach to the prediction of the economic efficiency of application software systems", *Problemy prohramuvannia*, no. 4, pp. 13–20, available at: [http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/269/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%94%D0%BB%D0%BE%D0%B2\\_2.pdf?sequence=1](http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/269/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%94%D0%BB%D0%BE%D0%B2_2.pdf?sequence=1)
7. Shapovalova, O. (2012), "Evaluation of the investment policy of Ukrainian regions", *Ekonomika ta pravo*, no. 1, pp. 83–86.
8. Shatkovskyyi, O. (2013), "The investment climate as a factor of development of alternative energy in Ukraine", *Stratehiia rozvytku Ukrainy. Ekonomika, sotsiolohiia, pravo*, no. 3, available at: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/SR/article/view/6308>