

**РЕГІОНАЛЬНА ПОЛІТИКА**  
**REGIONAL POLICY**

**УДК 330.3:519.8**

doi: <https://doi.org/10.15330/apred.2.21.169-179>

*Курилюк М.М.*

**ЕВОЛЮЦІЙНА МОДЕЛЬ СТРАТЕГІЧНОГО АНАЛІЗУ РЕГІОНАЛЬНОГО  
ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПРОЕКТУ**

Карпатський (Прикарпатський) національний університет  
імені Василя Стефаника,  
Міністерство освіти і науки України,  
кафедра економічної кібернетики,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ,  
76000, Україна,  
тел.: +38(095)7674892  
e-mail: [mykhailo.kuryljik.22@pnu.edu.ua](mailto:mykhailo.kuryljik.22@pnu.edu.ua)  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4738-6067>

**Анотація.** У цій статті проаналізовано стратегічні рішення щодо регіонального інвестиційного проекту в умовах взаємодії зацікавлених сторін. Побудовано тристоронню еволюційну ігрову модель між центральними, місцевими органами влади та інвестором. Проаналізовано стратегії еволюційної стійкості, вплив різних факторів на вибір тристоронньої стратегії, а також визначено стійкість рівноваги в еволюційній ігровій системі. Передбачається, що в процесі еволюційної гри всі зацікавлені сторони дотримуються звичної стратегії поведінки, не прогнозують майбутній вибір поведінки, а лише аналізують існуючі стратегії інших зацікавлених сторін, і в той же час вибір стратегій здійснюється під впливом зовнішнього середовища та інших факторів, а інформація сторін є неповною. Центральні органи влади (адміністративно-управлінська сторона) мають стратегії, що полягають у втручанні або невтручанні на етапі прийняття інвестиційного рішення щодо впровадження регіонального проекту. Місцеві органи влади (місцеве самоврядування) мають стратегії, що полягають у веденні або не веденні переговорів представниками місцевих органів влади щодо інвестиційного проекту. Інвестор має стратегії, які базуються на власних інтересах і потребах громадських інтересів. Перша стратегія полягає в підтримці сталого розвитку регіону з урахуванням суспільних інтересів, що називається підтримкою, а друга стратегія полягає в тому, щоб більше враховувати власний інтерес. Результати показують, що чим нижча вартість втручання та винагорода для двох сторін, а також висока альтернативна вартість невтручання, тим більша ймовірність вибору центральною владою стратегії втручання. Збільшення прибутку від переговорів, витрат, не пов'язаних з переговорами, і втрат за відсутності переговорів, а також зменшення витрат на переговори та прибутків, пов'язаних із переговорами, сприяють скороченню часу конвергенції вибору місцевою владою стратегії переговорів. Збільшення винагород і покарань, збільшення прибутку від підтримки, втрати та зменшення прибутку за відсутності підтримки, додаткові витрати на підтримку сприятимуть конвергенції вибору інвестором стратегії підтримки.

**Ключові слова:** інвестиційний проект, регіон, еволюційна модель, стратегії, сталий розвиток.

## **EVOLUTIONARY MODEL OF STRATEGIC ANALYSIS OF A REGIONAL INVESTMENT PROJECT**

Vasyl Stefanyk Carpathian (Precarpathian) National University,  
Ministry of Education and Science of Ukraine,  
Department of Economic Cybernetics,  
Shevchenka str., 57, Ivano-Frankivsk,  
76000, Ukraine,  
tel.: +38(095)7674892  
e-mail: mykhailo.kuryliuk.22@pnu.edu.ua  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4738-6067>

**Abstract.** This article analyzes the strategic decisions regarding a regional investment project in conditions of stakeholder interaction. A three-way evolutionary game model between central and local authorities and the investor is constructed. Strategies for evolutionary stability are analyzed, the influence of various factors on the choice of a three-side strategy is also determined, and the stability of equilibrium in the evolutionary game system is determined. It is assumed that in the process of an evolutionary game, all stakeholders adhere to a familiar strategy of behavior, do not predict future behavioral choices, but only analyze existing strategies of other stakeholders, and at the same time, the choice of strategies is carried out under the influence of the external environment and other factors, and the information of the parties is incomplete. Central authorities (administrative and managerial side) have strategies that consist in intervention or non-intervention at the stage of making an investment decision on the implementation of a regional project. Local authorities (local self-government) have strategies that consist in conducting or not conducting negotiations by representatives of local authorities regarding the investment project. The investor has strategies based on self-interest and public interest needs. The first strategy is to support the sustainable development of the region with public interest in mind, which is called support, and the second strategy is to take self-interest more into account. The results show that the lower the cost of intervention and the reward for both parties, and the high opportunity cost of non-intervention, the more likely the central government will choose the intervention strategy. Increasing the negotiation gains, non-negotiation costs, and non-negotiation losses, as well as decreasing the negotiation costs and negotiation gains, contribute to the convergence time of the local government's choice of negotiation strategy. Increasing rewards and penalties, increasing the support gains, losses and decreasing the non-support gains, additional support costs will contribute to the convergence of the investor's choice of support strategy.

**Key words:** investment project, region, evolutionary model, strategies, sustainable development.

**Вступ.** На етапі прийняття рішення щодо впровадження регіонального інвестиційного проекту суперечності та конфлікти неминуче виникатимуть між зацікавленими сторонами, коли їхні інтереси не будуть узгодженими. Тому важливе практичне значення має вивчення конфліктів між зацікавленими сторонами проекту на етапі прийняття інвестиційного рішення для сприяння координації між ними. З розвитком світової економіки збільшуються масштаби інвестиційних проектів, збільшуються капіталовкладення, ускладнюється реалізація проектів. У регіональних проектах є багато зацікавлених сторін, і взаємодію між зацікавленими сторонами потрібно координувати [1,2].

Більшість наявних досліджень аналізують динамічні зміни конфліктів на основі впливу складних мереж на відносини між зацікавленими сторонами в інвестиційному проекті [3,4]. Сторони конфлікту мають як антагоністичні, так і взаємозалежні відносини, і будь-яка конфліктна подія є єдністю протилежностей цих двох відносин

[5]. Інвестиційні проекти є системними проектами, тому важливо враховувати комплексний вплив економічних, соціальних та екологічних аспектів проектів у контексті сталого розвитку регіонів [6,7]. Насправді, коли керівник проекту стикається з координацією складних відносин інтересів, це важко координувати, і різні вимоги інтересів неминуче призведуть до конфліктів. Конфлікти стосунків і процесів суттєво негативно корелюють з успіхом проекту, що призводить до поганій комунікації між проектними командами, частих змін інтересів і відсутності довіри. Конфлікт виникає, коли існує невідповідність між групами зацікавлених сторін і значні відмінності у поглядах. Нехтування конфліктом або віра в те, що він зникне з плином подій, призводить до невирішених проблем і навіть призводить до емоційної ескалації, тоді як координація та зменшення конфлікту стає все більш важливим при оцінці проекту [8]. Коли є глибше розуміння розподілу вигод і ресурсів проекту в процесі роботи з конфліктами та розв'язання спорів, ефективність вирішення конфліктів може бути покращена [9]. Для того, щоб згладити конфлікти між зацікавленими сторонами, необхідно побудувати діалогову платформу та зміцнити динамічне розуміння системи та її власних обов'язків, що допомагає вирішити конфлікти між зацікавленими сторонами.

**Постановка завдання.** Метод еволюційної гри застосовний для аналізу факторів впливу та пропонування стратегій координації між зацікавленими сторонами, таких як аналіз факторів впливу на стратегії поведінки сторін, а також аналіз факторів впливу на інтереси сторін [10,11]. Еволюційна теорія ігор стверджує, що учасники мають обмежену раціональність і відіграють роль у середовищі з недостатньою кількістю інформації. Зацікавлені сторони на етапі прийняття інвестиційного рішення регіонального проекту можуть порівнювати динамічні стратегії одна одної та коригувати свої стратегії з часом [12,13]. Тому, щоб проаналізувати динамічні зміни конфліктів між зацікавленими сторонами на етапі прийняття інвестиційного рішення регіонального проекту застосовуємо еволюційну теорію ігор для побудови еволюційної моделі стратегічного вибору в умовах конфлікту між зацікавленими сторонами та системну динаміку для моделювання процесу еволюції [14,15].

Метою статті є розробка еволюційної ігрової моделі стратегічного вибору для координації взаємодії зацікавлених сторін на етапі прийняття рішення щодо впровадження регіонального інвестиційного проекту. Така модель допомагає дослідити фактори, що впливають на стратегічний вибір сторін, визначити можливі стратегії координації з різних аспектів ефективної комунікації, рівної участі, ефективного розподілу та прийняттого рівня безпеки для кожної із зацікавлених сторін.

**Результати.** Життєвий цикл інвестиційних проектів розкладається на етапи прийняття рішень, втілення та експлуатації. Згідно з характеристиками фази прийняття рішень, зацікавлені сторони включають інвесторів та розробників, центральні та місцеві органи влади тощо. Через різні інтереси виникає конфлікт між основними зацікавленими сторонами. Коли основні зацікавлені сторони обирають стратегії, вони постійно змінюватимуть свою власну стратегію відповідно до вибору стратегії інших зацікавлених сторін, що є динамічним процесом еволюції постійної оптимізації та вдосконалення.

Передбачається, що в процесі еволюційної гри всі зацікавлені сторони дотримуються звичної стратегії поведінки, не прогнозують майбутній вибір поведінки, а лише аналізують існуючі стратегії інших зацікавлених сторін, і в той же час вибір стратегій здійснюється під впливом зовнішнього середовища та інших факторів, а інформація сторін є неповною.

Центральні органи влади (адміністративно-управлінська сторона) мають дві стратегії ( $C_1, C_2$ ). Перша стратегія полягає у втручанні на етапі прийняття

інвестиційного рішення щодо регіонального проекту ( $C_1$ ), натомість друга стратегія полягає у невтручанні ( $C_2$ ). Стратегіями втручання приймається з імовірністю  $\alpha$ , невтручання – з імовірністю  $1 - \alpha$ .

Місцеві органи влади (міське самоврядування) також має дві стратегії ( $M_1, M_2$ ). Перша стратегія полягає у веденні переговорів представниками місцевих органів влади ( $M_1$ ). Друга стратегія полягає в тому, щоб не вести переговори щодо інвестиційного проекту ( $M_2$ ). Імовірність реалізації стратегії  $M_1$  дорівнює  $\beta$ , а ймовірність стратегії  $M_2$  дорівнює  $1 - \beta$ .

Інвестор має дві стратегії, які базуються на власних інтересах і потребах громадських інтересів ( $I_1, I_2$ ). Перша стратегія полягає в підтримці сталого розвитку регіону з урахуванням суспільних інтересів, що називається підтримкою та позначається як  $I_1$ . Друга стратегія полягає в тому, щоб більше враховувати власний інтерес ( $I_2$ ). Імовірність підтримки дорівнює  $\gamma$ , а ймовірність відсутності підтримки дорівнює  $1 - \gamma$ . Модель дерева рішень представлена на рис. 1.

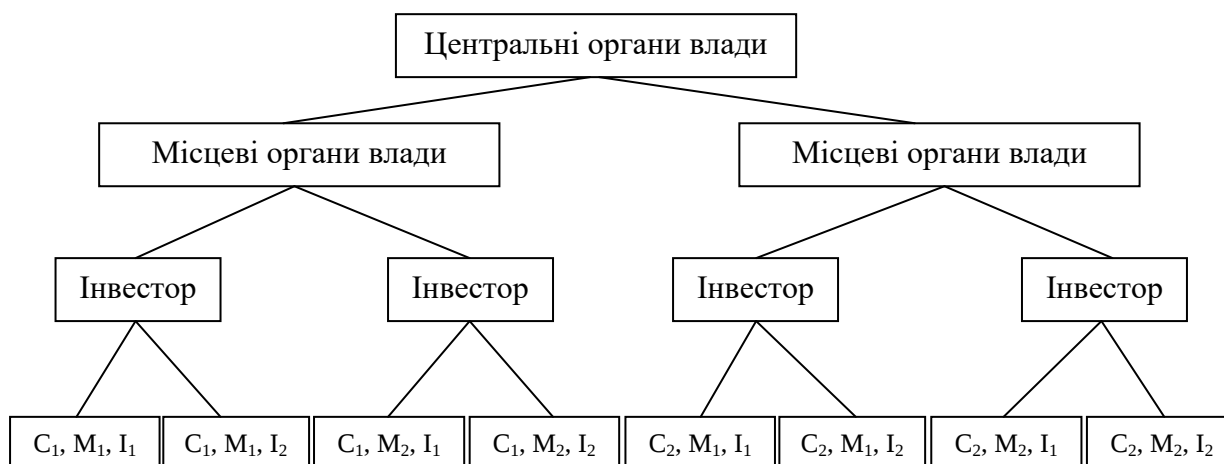


Рис. 1. Модель дерева рішень

Fig.1. Decision tree model

Джерело: сформовано автором

Характеристики стратегій зацікавлених сторін інвестиційного проекту представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики стратегій зацікавлених сторін інвестиційного проекту

Table 1

Characteristics of investment project stakeholder strategies

| Стратегія       | Наслідки                                                                           |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Втручання $C_1$ | $D_1$ : Винагорода за проведення переговорів.                                      |
|                 | $D_2$ : Винагорода за підтримку сталого розвитку регіону.                          |
|                 | $W_1$ : Адміністративні витрати за відмову від переговорів.                        |
|                 | $W_2$ : Адміністративні витрати за відмову від підтримки сталого розвитку регіону. |
|                 | $V_1$ : Витрати, які супроводжуються втручанням.                                   |

| Стратегія                     | Наслідки                                                                                       |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Невтручання $C_2$             | $V_2$ : Витрати за умови невтручання.                                                          |
| Переговори $M_1$              | $D_1$ : Винагорода за умови втручання.                                                         |
|                               | $R_1$ : Прибуток, обумовлений переговорами.                                                    |
|                               | $V_3$ : Витрати, які супроводжуються переговорами.                                             |
| Відмова від переговорів $M_2$ | $R_2$ : Прибуток, отриманий без проведення переговорів.                                        |
|                               | $W_1$ : Адміністративні витрати за відмову від переговорів у разі втручання центральної влади. |
|                               | $V_4$ : Витрати, які виникають за відсутності переговорів.                                     |
| Підтримка $I_1$               | $R_3$ : Прибуток, отриманий за умови підтримки.                                                |
|                               | $D_2$ : Винагорода у разі втручання центральної влади.                                         |
|                               | $V_5$ : Додаткові витрати за умови підтримки.                                                  |
|                               | $R_4$ : Додаткові соціальні вигоди за умови підтримки.                                         |
| Без підтримки $I_2$           | $R_5$ : Прибуток, отриманий без підтримки.                                                     |
|                               | $W_2$ : Адміністративні витрати за не підтримання у разі втручання центральної влади.          |
|                               | $V_6$ : Витрати за відсутності підтримки.                                                      |

Джерело: сформовано автором

Очікуваний дохід  $P_C^\alpha$  для стратегії втручання центральної влади,  $P_C^{1-\alpha}$  – стратегії невтручання і середній очікуваний дохід  $\bar{P}_C$  розраховуються таким чином:

$$\begin{aligned}
 P_C^\alpha &= \beta\gamma(R_4 - D_1 - D_2 - V_1) + (1-\beta)\gamma(R_4 + W_1 - D_2 - V_1) + \\
 &+ (1-\gamma)\beta(-D_1 - V_1 + W_2) + (1-\beta)(1-\gamma)(-V_1 + W_1 + W_2), \\
 P_C^{1-\alpha} &= \gamma R_4 + (1-\beta)(-V_2), \\
 \bar{P}_C &= \alpha P_C^\alpha + (1-\alpha)P_C^{1-\alpha}.
 \end{aligned}$$

Динамічне рівняння вибору стратегії адміністративно-управлінської сторони виглядає так:

$$\begin{aligned}
 F(\alpha) &= \alpha(P_C^\alpha - \bar{P}_C) = \alpha(1-\alpha)(P_C^\alpha - P_C^{1-\alpha}) = \\
 &= \alpha(\alpha-1)(V_1 - V_2 - W_1 - W_2 + \beta(D_1 + V_2 + W_1) + \gamma(D_2 + W_2)).
 \end{aligned}$$

Похідна функції:

$$F'(\alpha) = (2\alpha - 1)(V_1 - V_2 - W_1 - W_2 + \beta(D_1 + V_2 + W_1) + \gamma(D_2 + W_2)).$$

Позначимо:

$$H(\gamma) = -V_1 + V_2 + W_1 + W_2 - \beta(D_1 + V_2 + W_1) - \gamma(D_2 + W_2).$$

Відповідно до теореми про стійкість, якщо  $F(\alpha) = 0$  і  $F'(\alpha) < 0$ , точка знаходиться в стійкому стані. Коли  $\gamma = \hat{\gamma} = (-V_1 + V_2 + W_1 + W_2 - \beta(D_1 + V_2 + W_1)) / (D_2 + W_2)$ ,  $H(\gamma) = 0$ ,  $F(\alpha) = 0$  можна отримати незалежно від значення  $\alpha$ . При цьому вибір

стратегії адміністративно-управлінської сторони є стійким, не зміниться з часом. Коли  $\gamma \neq \hat{\gamma}$ , є дві можливі точки рівноваги  $\alpha_1 = 0$  і  $\alpha_2 = 1$ . Якщо  $\gamma > \hat{\gamma}$ , то  $\alpha_1 = 0$  є стійкою стратегією. Якщо  $\hat{\gamma} > 0$  і  $\gamma < \hat{\gamma}$ , то  $\alpha_2 = 1$  є стійкою стратегією.

Таким чином, за умови  $H(\gamma) > 0$  адміністративний менеджер з обмеженою раціональністю вирішить втрутитися в стратегію планування інвестиційного проекту, щоб отримати кращі прибутки. В іншому випадку, адміністративний менеджер вирішить не втручатися.

Імовірність того, що адміністративно-управлінська сторона вибере стратегію втручання, позитивно пов'язана зі штрафними санкціями, накладеними на місцеві органи влади та інвестора, а також альтернативною вартістю бездіяльності адміністративного менеджера. Чим більше покарання, накладене адміністративним менеджером на місцеві органи влади та інвестора, тим більше воно може сприяти втручання адміністративного менеджера на етапі інвестиційного рішення щодо регіонального проекту.

У процесі еволюції ймовірність втручання адміністративного менеджера зменшується зі збільшенням ймовірності вибору місцевою владою стратегії переговорів або ймовірності вибору інвестором стратегії підтримки. Дійсно, з аналізу еволюційної стійкості стратегії, коли  $\beta > (-V_1 + V_2 + W_1 + W_2 - \gamma(D_2 + W_2)) / (D_1 + V_2 + W_1)$ ,  $\gamma > \hat{\gamma}$ ,  $\alpha_1 = 0$  є стійкою стратегією. В іншому випадку,  $\alpha_2 = 1$  є стійкою стратегією. Зі зменшенням  $\beta$  і  $\gamma$  ймовірність втручання адміністративного менеджера зростає від 0 до 1, тому відбувається зменшення  $\alpha$  зі збільшенням  $\beta$  і  $\gamma$ .

Очікуваний дохід  $P_M^\beta$  для вибору місцевою владою стратегії переговорів,  $P_M^{1-\beta}$  для вибору стратегії без переговорів, і середнього очікуваного доходу  $\bar{P}_M$  розраховуються таким чином:

$$P_M^\beta = \alpha(-V_3 + D_3 + R_1) + (1-\alpha)(-V_3 + R_1),$$

$$P_M^{1-\beta} = \alpha\gamma(-W_1) + \alpha(1-\gamma)(-W_1 + R_2) + \gamma(-V_4 + R_2) + (1-\alpha)(1-\gamma)R_2,$$

$$\bar{P}_M = \beta P_M^\beta + (1-\beta)P_M^{1-\beta}.$$

Динамічне рівняння вибору стратегії місцевого самоврядування таке:

$$F(\beta) = \beta(P_M^\beta + \bar{P}_M) = \beta(1-\beta)(P_M^\beta - P_M^{1-\beta}) = \beta(1-\beta)(-V_3 + R_1 - R_2 + \alpha(D_1 + W_1) + \gamma V_4).$$

Похідна функції:

$$F'(\beta) = (1-2\beta)(-V_3 + R_1 - R_2 + \alpha(D_1 + W_1) + \gamma V_4).$$

Позначимо:

$$H(\alpha) = -V_3 + R_1 - R_2 + \alpha(D_1 + W_1) + \gamma V_4.$$

Відповідно до теореми про стійкість, якщо  $F(\beta) = 0$  і  $F'(\beta) < 0$ , точка знаходиться в стійкому стані. Коли  $\alpha = \hat{\alpha} = -(R_1 - V_3 - R_2 + \gamma V_4) / (D_1 + W_1)$ ,  $H(\alpha) = 0$ ,  $F(\beta) = 0$  можна отримати незалежно від значення  $\beta$ . Вибір стратегії місцевого самоврядування є стійким, не зміниться з часом. Коли  $\alpha \neq \hat{\alpha}$ , є дві можливі точки рівноваги  $\beta_1 = 0$  і  $\beta_2 = 1$ . Якщо  $\alpha > \hat{\alpha}$ , то  $\beta_2 = 1$  є стійкою стратегією. Якщо  $\hat{\alpha} > 0$  і  $\alpha < \hat{\alpha}$ , то  $\beta_1 = 0$  є стійкою стратегією.

Отже, за умови  $H(\alpha) > 0$ , органи місцевого самоврядування обирають стратегію

участі в інвестиційному проекті шляхом переговорів. В іншому випадку, приймається рішення не вести переговори.

Імовірність того, що місцева влада вибере стратегію переговорів, позитивно пов'язана з покаранням і винагородою центральних органів влади для місцевої влади, прибутком від вибору переговорів, вартістю вибору відмови від переговорів і втратою репутації місцевої влади у випадку підтримки проекту та нездатністю місцевої влади вести переговори. І це негативно пов'язано з вартістю вибору вести переговори та прибутком від вибору не вести переговори.

Це показує, що чим більше покарання та винагорода центральних органів влади для місцевої влади, втрата репутації, коли інвестор підтримує, а місцева влада не веде переговорів, тим більше сприяння місцевій владі вибрати переговори. Чим вища вартість переговорів і менший прибуток від переговорів, тим менше ймовірність переговорів з місцевою владою. Таким чином, центральна влада може не тільки перешкодити місцевим органам влади обрати стратегію не вести переговорів шляхом збільшення винагород і штрафів для місцевих органів влади, але також сприяти місцевим органам влади у виборі стратегії переговорів, забезпечуючи прибуток від переговорів, ефективну комунікацію, канали для зменшення вартості таких переговорів.

Імовірність того, що місцева влада вирішить вести переговори в процесі еволюції, зростає зі збільшенням ймовірності втручання центральної влади та ймовірності підтримки інвестора. Виходячи з аналізу еволюційної стійкості стратегії, коли  $\gamma < V_3 - R_1 + R_2 - \alpha(D_1 + W_1)/V_4$ ,  $\alpha < \hat{\alpha}$ ,  $\beta_1 = 0$  є стійкою стратегією. В іншому випадку,  $\beta_2 = 1$  є стійкою стратегією. Тому з поступовим збільшенням  $\alpha$  і  $\gamma$  ймовірність переговорів місцевого самоврядування зростає від 0 до 1.

Підвищення ймовірності того, що інвестор вибере стратегію підтримки, сприяє просуванню стратегії переговорів як стабільної стратегії, обраної місцевою владою. Таким чином, центральна влада може підвищити ймовірність того, що інвестор вибере стратегію підтримки, не лише збільшивши ймовірність свого власного втручання, але й посиливши усвідомлення того, що інвестор враховує суспільні інтереси.

Очікуваний дохід  $P_I^\gamma$  для вибору інвестором стратегії підтримки,  $P_I^{1-\gamma}$  для вибору стратегії без підтримки та середнього очікуваного доходу  $\bar{P}_I$  розраховуються таким чином:

$$P_I^\gamma = \alpha(D_2 - V_5 + R_3) + (1 - \alpha)(R_3 - V_5),$$

$$P_I^{1-\gamma} = \alpha\beta(-V_6) + \alpha(R_5 - W_2) + (1 - \alpha)\beta(R_5 - V_6) + (1 - \alpha)(1 - \beta)R_5,$$

$$\bar{P}_I = \gamma P_I^\gamma + (1 - \gamma)P_I^{1-\gamma}.$$

Динамічне рівняння вибору стратегії інвестором таке:

$$\begin{aligned} F(\gamma) &= \gamma(P_I^\gamma - \bar{P}_I) = \gamma(1 - \gamma)(P_I^\gamma - P_I^{1-\gamma}) = \\ &= \gamma(1 - \gamma)(R_3 - R_5 - V_5 + \alpha(D_2 + W_2) + \beta V_6). \end{aligned}$$

Похідна функції:

$$F'(\gamma) = (1 - 2\gamma)(1 - 2\gamma)(R_3 - R_5 - V_5 + \alpha(D_2 + W_2) + \beta V_6).$$

Позначимо:

$$H(\beta) = R_3 - R_5 - V_5 + \alpha(D_2 + W_2) + \beta V_6.$$

Відповідно до теореми про стійкість, якщо  $F(\gamma) = 0$  і  $F'(\gamma) < 0$ , точка знаходиться в стійкому стані. Коли  $\beta = \hat{\beta} = (R_5 - R_3 + V_5 - \alpha(D_2 + W_2))/V_6$ ,  $H(\beta) = 0$ ,  $F(\gamma) = 0$  можна отримати незалежно від значення  $\gamma$ . Вибір стратегії інвестором є стійким, не зміниться з часом. Коли  $\beta \neq \hat{\beta}$ , є дві можливі точки рівноваги  $\gamma_1 = 0$  і  $\gamma_2 = 1$ . Якщо  $\beta > \hat{\beta}$ , то  $\gamma_2 = 1$  є стійкою стратегією. Якщо  $\beta < \hat{\beta}$ , то  $\gamma_1 = 0$  є стійкою стратегією.

Отже, за умови  $H(\beta) > 0$ , інвестор вибере стратегію підтримки з урахуванням суспільних інтересів при плануванні проекту. В іншому випадку, інвестор вибере стратегію не підтримки.

Імовірність того, що інвестор вибере стратегію підтримки, позитивно пов'язана з втратами і винагородою центральної влади, втратою репутації, коли місцева влада веде переговори, але інвестор не підтримує, і прибутками, отриманими від вибору стратегії підтримки. Це негативно пов'язано з додатковою вартістю підтримки та прибутком від відмови від підтримки.

Чим більші втрати та винагорода центральної влади для інвестора, тим більша втрата репутації, коли місцева влада веде переговори, але інвестор не підтримує, що більше сприяє вибору інвестором стратегії підтримки. Чим вища додаткова вартість підтримки, тим вищий прибуток від вибору підтримки, менша ймовірність підтримки інвестором. Таким чином, центральна влада може не тільки перешкодити інвестору вибрати стратегію відмови від підтримки, підвищивши винагороди та штрафи для інвестора, але також сприяти обранню ним стратегії підтримки, забезпечуючи додатковий прибуток, будуючи ефективну платформу обміну інформацією.

Імовірність того, що інвестор вибере підтримку в процесі еволюції, зростає зі збільшенням ймовірності втручання центральної влади та ймовірності переговорів з місцевою владою.

З аналізу еволюційної стійкості стратегії, коли  $\alpha < (R_5 - R_3 + V_5 - \beta V_6)/(D_2 + W_2)$ ,  $\beta < \hat{\beta}$ ,  $\gamma_1 = 0$  є стійкою стратегією. В іншому випадку,  $\gamma_2 = 1$  є стійкою стратегією. Тому з поступовим збільшенням  $\alpha$  і  $\beta$  стратегія стійкості інвестора зростає від 0 до 1.

Вибір центральної та місцевої влади вплине на вибір стратегії стійкості інвестора. Збільшення ймовірності втручання центральної влади та переговорів з місцевою владою може підштовхнути інвестора до вибору стратегії підтримки як стійкої стратегії. Таким чином, для сприяння врахування інвестором суспільних інтересів при плануванні проекту необхідно, щоб центральна влада втручалася за допомогою суворих регулятивних заходів, а місцеві органи влади були в курсі переговорів.

#### *Аналіз рівноважних станів*

На основі динамічних рівнянь центральної, місцевої влади та інвестора, знаходимо рівноважний розв'язок еволюційної гри. Еволюційна система має вісім точок рівноваги  $Q_i(\alpha, \beta, \gamma)$ ,  $\alpha, \beta, \gamma = 0, 1$ ,  $i = \overline{1, 8}$  чистої стратегії, які складають межу області еволюційного розв'язку гри. Область, яку вони оточують, є областю рівноважних розв'язків тристоронньої еволюційної гри. Рівноважними розв'язками також є такі:

$$Q_9(0, (R_5 - R_3 + V_5)/V_6, (V_3 - R_1 + R_2)/V_4),$$

$$Q_{10}((V_3 - V_4 - R_1 + R_2)/(D_1 + W_1), (V_2 - V_1 - D_2 + W_1)/(D_1 + W_1 + V_2), 1),$$

$$Q_{11}((R_5 - R_3 + V_5)/(D_2 + W_2), 0, (V_2 - V_1 + W_1 + W_2)/(D_2 + W_2)),$$

$$Q_{12}(1, (V_5 - D_2 + R_5 - R_3 - W_2)/V_6, (V_3 - D_1 - W_1 + R_2 - R_1)/V_4).$$

Далі розраховуємо матрицю Якобі для аналізу локальної стійкості стану рівноваги:

$$J = \begin{pmatrix} (1-2\alpha)H(\gamma) & \alpha(\alpha-1)(D_1+V_2+W_1) & \alpha(\alpha-1)(D_2+W_2) \\ \beta(1-\beta)(D_1+W_1) & (1-2\beta)H(\alpha) & \beta(1-\beta)V_4 \\ \gamma(1-\gamma)(D_2+W_2) & \gamma(1-\gamma)V_6 & (1-2\gamma)H(\beta) \end{pmatrix}$$

Якщо всі власні значення матриці Якобі мають від'ємні дійсні частини, то рівновага є асимптотично стійкою. Якщо хоча б одне власне значення матриці Якобі має додатну дійсну частину, то рівновага є нестійкою. І якщо матриця Якобі має від'ємні дійсні частини, за винятком власних значень з нульовими дійсними частинами, рівновага перебуває в критичному стані, а стійкість не може бути визначена за знаком власних значень.

Коли винагороди та покарання центральної влади для місцевої влади та інвестора або альтернативна вартість невтручання центральної влади невеликі, прибуток від відмови місцевої влади від переговорів і прибуток без підтримки інвестором є високими, водночас різниця між прибутками від втручання та невтручання центральної влади перевищує 0, різниця між прибутками за умови наявності та відсутності переговорів з боку місцевої влади менше 0, різниця між прибутком від підтримки та відмови від підтримки інвестором менше 0. Таким чином, кожна з трьох сторін обирає стратегію втручання, відмови від переговорів та підтримки, а комбінація стратегій стійка. Крім того, відмова місцевої влади від переговорів, а інвестора – від підтримки, як правило, призводить до соціальних конфліктів та ігнорування суспільних інтересів, що не сприяє соціальній стійкості.

Коли альтернативні витрати місцевої влади за відмову від переговорів і альтернативні витрати інвестора без підтримки, є достатньо великими, то різниця між прибутками від втручання та невтручання центральної влади менше 0, різниця між прибутками від переговорів і відмови від переговорів є більшою за 0, різниця між прибутками від підтримки та відмови від підтримки більше 0. Отже, три сторони обирають стратегію невтручання, переговорів і підтримки відповідно, і комбінація стратегій є стійкою. Можна також збільшити спекулятивні витрати обох сторін, розширивши вплив соціальних медіа або посиливши нагляд громадськості за місцевою владою та інвестором, щоб повною мірою використати владу громадськості.

Коли гра відбувається в будь-якій нестійкій чистій стратегії, жодна з трьох сторін не бажає порушити рівновагу. Однак стан є дуже крихким, як тільки одна або кілька сторін зроблять незначні зміни, стан системи зміниться.

На етапі інвестиційного рішення реального проекту центральна влада як сторона адміністративного управління не приймає стратегію втручання, тоді як місцева влада не приймає стратегію переговорів, але різні місцеві органи влади висловили свої вимоги різними засобами, такими як ЗМІ. Водночас інвестор не приймає стратегію підтримки. Тому, наприклад, для чистої стратегії  $Q_1(0,0,0)$  існуючий стан рівноваги зберігається. Коли початкова стратегія кожної сторони змінюється по-різному, тенденція зміни ймовірності вибору стратегії кожної сторони змінюється.

Аналіз результатів моделювання показує наступне.

Коли відбувається раптова зміна у початковому виборі стратегії центральної влади або трьох сторін, система еволюціонує від стану крихкої рівноваги  $Q_1(0,0,0)$  до стану рівноваги  $Q_2(1,0,0)$ . Коли  $\gamma$  збільшується, вибір стратегії центральної влади потребує більше часу, щоб перейти до стану рівноваги стратегії втручання, що вказує на те, що ймовірність вибору центральною владою стратегії втручання зменшується, оскільки зростає ймовірність того, що інвестор вибере стратегію підтримки, тому для розвитку потрібно більше часу. Вибір стратегії місцевого самоврядування переходить у стан рівноваги стратегії відмови від переговорів протягом більш тривалого періоду

часу, що вказує на те, що ймовірність вибору місцевою владою стратегії переговорів зростає зі збільшенням ймовірності того, що інвестор вибере стратегію підтримки, тому їй потрібно більше часу для розвитку.

Коли ймовірність вибору місцевою владою початкової переговорної стратегії зростає, вибір стратегії центральної влади розвивається до рівноважного стану стратегії втручання протягом більш тривалого часу. Ймовірність вибору центральною владою стратегії втручання зменшується зі збільшенням ймовірності вибору місцевою владою стратегії переговорів. Вибір стратегії інвестора розвивається в рівноважний стан стратегії відсутності підтримки протягом більш тривалого часу, і навіть ймовірність вибору інвестором стратегії підтримки зростає зі збільшенням ймовірності місцевої влади вибору стратегії переговорів.

Коли ймовірність початкової стратегії центральної влади вибору стратегії втручання зростає, ймовірність вибору місцевою владою стратегії переговорів та ймовірність того, що інвестор вибере стратегію підтримки, відповідно зростають. Коли відбувається раптова зміна початкового вибору стратегії центральної влади, система еволюціонує від нестійкого стану до стану рівноваги.

**Висновки.** Таким чином, існують диференційовані інтереси зацікавлених сторін на стадії прийняття рішення щодо впровадження регіонального інвестиційного проекту. Коли виникає конфлікт, стратегічний вибір сторін є динамічним процесом еволюції. На основі еволюційної моделі запропоновано стратегію координації з різних аспектів ефективної комунікації, рівної участі, ефективного розподілу та прийнятного рівня вигоди взаємодії між зацікавленими сторонами. При цьому враховується комплексний вплив економічних, соціальних та екологічних аспектів проектів у контексті сталого розвитку регіонів. На етапі прийняття інвестиційного рішення сторони можуть порівнювати динамічні стратегії одна одної та коригувати свої стратегії з часом. Запропонована модель еволюційної гри аналізує загальні аспекти взаємодії між сторонами, натомість деталі конкретної реалізації стратегії потребують подальшого розширення, побудови досконалішого механізму координації.

1. Зварич І., Зварич О. Механізм інвестиційного розвитку регіону. *Таврійський науковий вісник. Серія: Економіка*. 2020. Вип. 4. С. 37-50.
2. Wu L., Jia G., Mackhaphonh N. Case study on improving the effectiveness of public participation in public infrastructure megaprojects. *J. Construct. Eng. Manag.* 2019. Vol. 145. Iss. 4. URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001623> (дата звернення: 18.03.2025).
3. He Z.Q., Huang D.C., Fang J.M., Wang B. Stakeholder conflict amplification of large-scale engineering projects in China: an evolutionary game model on complex networks. *Complexity*. 2020. Vol. 2020. Art. ID 9243427. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/9243427> (дата звернення: 18.03.2025).
4. Li T.H.Y., Ng S.T., Skitmore M. Modeling multi-stakeholder multi-objective decisions during public participation in major infrastructure and construction projects: a decision rule approach. *J. Construct. Eng. Manag.* 2016. Vol. 142. Iss. 3. URL: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001066> (дата звернення: 18.03.2025).
5. Данченко О., Федотова Н. Огляд сучасних моделей і методів управління конфліктами у проєктах. *Управління розвитком складних систем*. 2024. №60. С. 44-55.
6. Гуменюк Я., Ткачов З. Інвестиції у сталий розвиток: світова практика та перспективи для України. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 67. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4750> (дата звернення: 18.03.2025).
7. Mitchell R.K., Agle B.R., Wood D.J. Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. *Acad. Manag. Rev.* 1997. Vol. 22. No. 4. P. 853-886.
8. Toor S., Ogunlana S.O. Beyond the 'iron triangle': stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. *Int. J. Proj. Manag.* 2010. Vol. 28. No. 3. P. 228-236.
9. Канова О. А., Кривобок К. В., Омаров Е. III. Управління конфліктами в підприємстві: стратегії, комунікація та лідерство. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Т. 9. № 2. С. 128-133.

10. Шиян А.А. Теорія ігор: основи та застосування в економіці та менеджменті. Вінниця: ВНТУ, 2009. 164 с.
11. Олешко Т.І., Клименко Б.І. Моделювання інвестиційного процесу на основі теорії ігор. *Інфраструктура ринку*. 2018. Вип. 19. С. 578-582.
12. Кононський С. І. Методи моделювання регіональної інвестиційної політики. *Економічний аналіз*. 2014. Т. 16. № 2. С. 19-24.
13. Слушаєнко Н. В. Моделювання інвестиційної забезпеченості регіонального розвитку. *Вісник Запорізького національного університету: Економічні науки*. 2010. №1(5). С. 112-115.
14. Lehr C.B., Thun J.H., Milling P.M. From waste to value - a system dynamics model for strategic decision-making in closed-loop supply chains. *Int. J. Prod. Res.* 2013. Vol. 51. No. 13. P. 4105-4116.
15. Forrester J.W. System dynamics - a personal view of the first fifty years. *Syst. Dynam. Rev.* 2007. Vol. 23. Iss. 2-3. P. 345-358.

#### References

1. Zvarych, I., and O. Zvarych. "Mechanism of investment development of the region." *Tavria Scientific Bulletin. Series: Economics*, no.4, 2020, pp. 37-50.
2. Wu, L., Jia, G., and N. Mackhaphonh. "Case study on improving the effectiveness of public participation in public infrastructure megaprojects." *J. Construct. Eng., Manag.*, vol. 145, iss. 4, 2019. [ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001623](https://doi.org/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001623). Accessed 18 Mar. 2025.
3. He, Z.Q., Huang, D.C., Fang, J.M., and B. Wang. "Stakeholder conflict amplification of large-scale engineering projects in China: an evolutionary game model on complex networks." *Complexity*, vol. 2020, 2020. [onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/9243427](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/9243427). Accessed 18 Mar. 2025.
4. Li, T.H.Y., Ng, S.T., and M. Skitmore. "Modeling multi-stakeholder multi-objective decisions during public participation in major infrastructure and construction projects: a decision rule approach." *J. Construct. Eng. Manag.*, vol. 142, iss. 3, 2016, [ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001066](https://doi.org/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0001066). Accessed 18 Mar. 2025.
5. Danchenko, O., and N. Fedotova. "Review of modern models and methods of conflict management in projects." *Management of complex systems development*, no.60, 2024, pp. 44-55.
6. Gumeniuk, Ya., and Z. Tkachov. "Investments in sustainable development: world practice and prospects for Ukraine." *Economy and society*, no. 67, 2024. [economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4750](http://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4750). Accessed 18 Mar. 2025.
7. Mitchell, R.K., Agle, B.R., and D.J. Wood. "Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts." *Acad. Manag. Rev.*, vol. 22, no. 4, 1997, pp. 853-886.
8. Toor, S., and S.O. Ogunlana. "Beyond the 'iron triangle': stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects." *Int. J. Proj. Manag.*, vol. 28, no. 3, 2010, pp. 228-236.
9. Kanova, O. A., Kryvobok, K. V., and E. Sh. Omarov., "Conflict management in entrepreneurship: strategies, communication and leadership." *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology*, vol. 9, no. 2, 2024, pp. 128-133.
10. Shiyani, A.A. *Game Theory: Fundamentals and Applications in Economics and Management*. VNTU, 2009.
11. Oleshko, T.I., and B.I. Klymenko. "Modeling the investment process based on game theory." *Market infrastructure*, no. 9, 2018, pp. 578-582.
12. Kononskyi S. I. "Methods of modeling regional investment policy." *Economic analysis*, vol. 16, no. 2, 2014, pp. 19-24.
13. Slushaenko, N. V. "Modeling the investment security of regional development." *Bulletin of the Zaporizhzhia National University: Economic Sciences*, no. 1(5), 2010, pp. 112-115.
14. Lehr, C.B., Thun, J.H., and P.M. Milling. "From waste to value - a system dynamics model for strategic decision-making in closed-loop supply chains." *Int. J. Prod. Res.*, vol. 51, no. 13, 2013, pp. 4105-4116.
15. Forrester, J.W. "System dynamics - a personal view of the first fifty years." *Syst. Dynam. Rev.*, vol. 23, iss. 2-3, 2007, pp. 345-358.

Дата подання: 25.04.2025