

**В.В. ЯЦИНА, Т.І. КОЧЕТОВА**

### **СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ІНВЕСТИЦІЙНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ**

У статті проаналізовано необхідність багатокритеріального обґрунтування інвестиційних проєктів, що вимагає застосування синергетичного підходу до його вирішення. Виявлено недоліки методичних аспектів щодо оцінки інвестиційних проєктів, які ґрунтуються на використанні декількох способів розрахунків одного економічного показника для вибору найбільш ефективного варіанту. Досліджено теоретичні і практичні засади застосування багатоцільового синергетичного підходу до вирішення завдання оптимізації інвестиційних бізнес-процесів. Розглянуто сутність та зміст поняття «синергетика». Зазначено, що синергетичний ефект від реалізації інвестиційних завдань є багатоаспектним і багатоцільовим, тому кількісно його доцільно представляти вектором, компонентами якого є економічні, фінансові, соціальні, екологічні та інші показники режимів взаємодії елементів аналізованої системи. В основу запропонованої концепції синергетичного ефекту бізнес-проєкту покладено таку додаткову складову ефекту, що є результатом узгодженого і одночасного обліку всіх або більшої частини ключових факторів на етапі його обґрунтування. На основі аналізу методів оцінки ефективності бізнес-проєктів, з метою вирішення завдань в багатоцільовій постановці розроблена економіко-математична модель оцінки ефективності інвестиційних проєктів. Особливістю розрахунку є вибір з сукупності бізнес-проєктів оптимального шляхом прийняття в якості домінуючого будь-якого критерію оптимальності. Запропонована модель дає можливість визначити оптимальні розміри платежів інвестиційної та доходної частин проєкту, а також встановлену інвестором норму його прибутковості як рішення задач оптимізації. В якості критеріїв оптимальності обрані чиста приведена вартість, індекс рентабельності і дисконтований термін окупності капітальних вкладень. Доведено, що запропонований підхід до оцінки інвестиційних проєктів на підставі багатокритеріальності дозволяє врахувати сукупність взаємопов'язаних показників для прийняття остаточного рішення, що відповідає поставленій меті і істотно знижує ризик інвестора.

**Ключові слова:** інвестиційна привабливість; синергетика; методи оцінки ефективності інвестиційних проєктів; чиста поточна вартість; термін окупності; економіко-математична модель.

**В.В. ЯЦИНА, Т.И. КОЧЕТОВА**

### **СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

В статье проанализирована необходимость многокритериального обоснования инвестиционных проектов, требующая применения синергетического подхода к его решению. Выявлены недостатки методических аспектов оценки инвестиционных проектов, основанных на применении нескольких способов расчетов одного экономического показателя для выбора наиболее эффективного варианта. Исследованы теоретические и практические основы применения многоцелевого синергетического подхода к решению задачи оптимизации инвестиционных бизнес-процессов. Рассмотрены сущность и содержание понятия «синергетика». Отмечено, что синергетический эффект от реализации инвестиционных задач является многоаспектным и многоцелевым, поэтому количественно его целесообразно представлять вектором, компонентами которого являются экономические, финансовые, социальные, экологические и другие показатели режимов взаимодействия элементов рассматриваемой системы. В основу предложенной концепции синергетического эффекта бизнес-проекта положено внедрение дополнительной составляющей эффекта, что является результатом согласованного и одновременного учета всех или большей части ключевых факторов на этапе его обоснования. На основе анализа методов оценки эффективности бизнес-проектов, с целью решения задач в многоцелевой постановке разработана экономико-математическая модель оценки эффективности инвестиционных проектов. Особенностью расчета является выбор из совокупности бизнес-проектов оптимального путем принятия в качестве доминирующего любого критерия оптимальности. Предложенная модель позволяет определить оптимальные размеры платежей инвестиционной и доходной частей проекта, а также установленную инвестором норму его доходности в качестве решения задач оптимизации. В качестве критериев оптимальности выбраны чистая приведенная стоимость, индекс рентабельности и дисконтированный срок окупаемости капитальных вложений. Доказано, что предложенный подход к оценке инвестиционных проектов на основании многокритериальности позволяет учесть совокупность взаимосвязанных показателей для принятия окончательного решения, что соответствует поставленной цели и существенно снижает риск инвестора.

**Ключевые слова:** инвестиционная привлекательность; синергетика; методы оценки эффективности инвестиционных проектов; чистая текущая стоимость; период окупаемости; экономико-математическая модель.

**V. YATSYNA, T. KOCHETOVA**

### **SYNERGETIC APPROACH TO INVESTMENT BUSINESS PROCESSES OPTIMIZATION**

The necessity of investment projects multicriteria substantiation, which requires a synergistic approach using to its solution have been analyzed in the article. The methodological aspects of investment projects assessment disadvantages, based on the using of several ways to calculate one economic indicator for selecting the most effective option have been revealed. The theoretical and practical principles of the multipurpose synergetic approach application for the decision the problem of investment business processes optimization have been investigated. The essence and content of the "synergetic" concept have been considered. It is noted that the synergetic effect from the investment objectives implementation is multifaceted and multipurpose, therefore, it is expedient to quantify it as a vector. The components of that vector must be economic, financial, social, environmental and other indicators of interaction between the analyzed system elements. The proposed concept of the business project synergetic effect is based on the additional component of the effect, which is the result of coordinated and simultaneous consideration of all the key factors at the stage of its justification. On the basis of the analysis of the estimation methods of an of business projects efficiency of, for the purpose of the decision of problems in multipurpose statement the economic and mathematical model of an estimation of efficiency of investment projects is developed. To solve the problems of the multi-purpose setting the economic-mathematical model of evaluating the investment projects effectiveness have been developed. The model based on the thorough analysis of the estimating methods of the business projects effectiveness. The peculiarity of the calculation is the choice from the set of business projects the optimal one by accepting as a dominant any criterion of optimality. The proposed model makes it possible to determine the optimal amount of payments of the investment and income part of the project, and the fixed rate of investor profitability as the solution of optimization problems. The net present value, profitability index and discounted payback period of capital investments have been chosen as optimality criteria. It is proved that the proposed approach to the evaluation of investment projects on the basis of multicriteria allows to take into account a set of interrelated indicators to make a final decision that meets the goal and significantly reduces the risk of the investor.

**Keywords:** investment attractiveness; synergetics; assessment methods of the investment projects effectiveness; net present value; payback period; economic-mathematical model

**Вступ.** Сучасні процеси глобалізації поєднують в собі вільне переміщення капіталів, тому проблема обґрунтування привабливості інвестиційних проектів виходить за національні рамки, набуваючи міжнародного характеру. Залучення інвестицій в економіку, а також підвищення інвестиційної привабливості країни для потенційних інвесторів вимагають вирішення ключового питання – оптимізації необхідних умов для інвестування, які впливають на переваги інвестора у виборі того або іншого об'єкта інвестування, яким може виступати окремих проект, підприємство в цілому, корпорація, місто, регіон, країна [1].

Міжнародна конкурентоспроможність інвестицій має на увазі багатокритеріальне обґрунтування проектів. Багатокритеріальність задачі означає синергетичний підхід до її вирішення. Переваги синергетичного підходу до формування оптимальної структури інвестиційних проектів загальновідомі. Однак, методологічні проблеми визначення економічної ефективності бізнес-проектів з позицій синергетики в даний час залишаються малодослідженими [2, 3].

**Аналіз стану питання.** Доцільність дослідження методологічних аспектів розрахунку ефективності бізнес-проектів обумовлена тим, що офіційно діючі методики оцінки інвестиційних проектів пропонують декілька способів розрахунків одного економічного показника для вибору найбільш ефективного варіанту. Будь-який з них може дати лише односторонню оцінку ефективності альтернативних бізнес-проектів. Наслідками цього буде отримання невірних результатів. Такий підхід знаходиться в протиріччі з принципами синергетики. До того ж, кожен з відомих методів характеризується як певними перевагами, так і суттєвими недоліками. Тому вибір найбільш доцільного бізнес-проекту з безлічі альтернативних являє собою досить непросте завдання з неоднозначним рішенням.

**Мета роботи.** Метою даної статті є дослідження теоретичних і практичних засад застосування багатопільового синергетичного підходу до вирішення завдання оптимізації інвестиційних бізнес-процесів.

**Аналіз основних досягнень і літератури.** Проблемам застосування синергії у господарській діяльності присвячено багато праць закордонних та вітчизняних вчених. Результати наукових досліджень знайшли відображення у дослідженнях відомих науковців, серед яких можна виділити І. Ансоффа, О. Белякову, В. Дербенцева, У. Ешбі, В. Занг, О. Князеву, С. Курдюмову, Дж. Лафта, Е. Морена, О. Сердюк, Т. Серкутан, Д. Солоха, І. Стенгерса, О. Шаропова, Н. Шлапак, Г. Хакена, та інших. Але, незважаючи на достатню кількість наукових розробок в сфері синергії та її застосування в економіці, багато питань щодо синергетичних методів дослідження економічних систем залишаються дискусійними та вимагають подовження наукових досліджень у цьому напрямку.

**Викладення основного матеріалу дослідження.**

Сучасна методологія оцінки ефективності бізнес-проектів повинна базуватися на концепції синергетики [2]. Синергетика (від грец. «Співпраця», «самоорганізація») – це наукова дисципліна, яка стала розвиватися приблизно 20 років тому. Згідно з Г. Хакен, синергетика займається вивченням систем, що складаються з дуже великого числа частин або підсистем, складним чином взаємодіють між собою [4]. Поняття «синергізм», означає комбіновану дію компонентів самоорганізуючої системи [5, с. 576]. Слово синергетика означає «спільна дія», характеризуючи узгодженість функціонування окремих частин системи і поведінку останньої як єдиного цілого. Синергетика заснована на ідеях системності, спільності закономірностей розвитку об'єктів всіх рівнів матеріальної і духовної організації, нелінійності і незворотності. Сучасне розуміння категорії синергетика в економіці має на увазі кооперацію, координацію, погоджену дію, може проявлятися у формі співробітництва, злиття, кооперативної взаємодії [6].

Синергетична теорія дозволяє динамічній економіці прогнозувати динамічні економічні процеси, які не можуть бути пояснені за допомогою традиційних теорій і методів [7]. Нерівномірність та високий динамізм структурних зрушень в економічному розвитку призводять до виникнення широкого спектра синергетичних ефектів, управління якими сприяє підвищенню ефективності всіх процесів в стратегічній перспективі [1]. Синергетичний ефект від реалізації різного роду завдань (інвестиційних, економічних, фінансових та ін.) є багатоаспектним, а, отже, і багатопільовим. Кількісно цей ефект доцільно представляти вектором, компонентами якого є економічні, фінансові, соціальні, екологічні та інші показники режимів взаємодії елементів аналізованої системи. Під синергетичним ефектом бізнес-проекту домовимося розуміти таку додаткову складову ефекту, що є результатом узгодженого і одночасного обліку всіх або більшої частини ключових факторів (фінансових, технічних, технологічних, інтелектуальних, інформаційних та ін.) на етапі його обґрунтування. Синергетичний ефект обумовлений як колективною оцінкою, так і колективним впливом на кінцевий результат всіх показників, що розраховуються за допомогою різних методів, і проявляється в одночасному досягненні найкращих економічних, фінансових, соціальних та екологічних кінцевих результатів реалізації інвестиційного проекту.

Процес удосконалення методів розрахунків, за допомогою яких оцінюється ефективність бізнес-проектів з позиції синергетики, поєднує в собі як дивергентні (зростання різноманітності), так і конвергентні (обмеження різноманітності) тенденції. Оцінка кінцевих результатів (інвестиційних, економічних, фінансових, соціальних, екологічних) повинна здійснюватися на підставі багатокритеріальної основи.

Методи оцінки ефективності бізнес-проектів, що розробляються на підставі синергетики, базуються на наступному комплексі принципів [8, 9, 10].

1. Емерджентність – народження порядку з Хаосу як виникнення якісно нової методики розрахунків економічної ефективності інвестиційних проектів.

2. Принцип аналогії – при умовиводах за аналогією знання, що отримані стосовно якогось об'єкту, переносяться на інший об'єкт, що є менш вивченим.

3. Хаос протистоїть структурам порядку – він виступає одночасно як руйнівною, так і творчою силою, містить у своїй структурі набір різних потенційних, більш досконалих рішень для майбутнього.

З появою структур порядку Хаос (як наявність в нашому випадку значних недоліків застосовуваних методів оцінки ефективності інвестиційних проектів) не зникає, він зберігається в тому числі і в залишковому вигляді; при реалізації його потенціалу необхідно знову повертатися для здійснення нового структурування, поновлення, удосконалення. Виникнення порядку з Хаосу пов'язано з його самозародженням з наявних елементів за допомогою особливого перегруповання. Виникнення впорядкованості зазвичай пов'язане з витрачанням додаткових коштів (тратою ресурсів), тимчасовою втратою керованості об'єктом або системою, а отже, зменшенням ефективності функціонування.

У будь-якій системі відбуваються процеси, які ведуть як до зародження порядку, так і до його збереження. Поява систем з більш впорядкованими та більш узгодженими елементами системи вважають основною ознакою переходу від порівняно простої до більш складної і відповідно до ефективної системи.

Для вирішення завдань в багатоцільовій постановці рекомендується узагальнена схема, що передбачає виконання наступного комплексу процедур:

1). Впорядкування критеріїв, включених в модель задачі, в порядку зменшення їх економічної важливості для інвестора.

2). Отримання сукупності прийнятних планів в результаті вирішення завдання за першим (домінуючим) критерієм.

3). Вибір із сукупності найкращого плану за чисельним значенням першого критерію.

4). Якщо результатом вирішення завдання є кілька приблизно рівноцінних планів з усіх розглянутих критеріїв, то необхідно виконання наступних процедур:

- визначення коефіцієнтів важливості (вагомості) за всіма критеріями, що введені у модель;
- нормалізація чисельних значень критеріїв (приведення їх до безрозмірних величин);
- зважування нормалізованих значень критеріїв відповідно до встановлених коефіцієнтів важливості;
- вибір найкращого плану на підставі максимального значення зваженої суми локальних критеріїв.

Основу методики становить економіко-математична модель (ЕММ) рішення задачі. Економіко-математичні моделі оцінки ефективності інвестиційних проектів дають можливість визначити

оптимальні розміри платежів інвестиційної та доходної частин проекту, а також встановлену інвестором норму його прибутковості як рішення задач оптимізації.

Формування набору показників (критеріїв), що дають можливість оцінити ефективність інвестиційних проектів передбачає проведення аналізу кількісних показників.

В якості критеріїв оптимальності ЕММ обрані найбільш часто використовувані в розрахунках показники: чиста приведена вартість (NPV), індекс рентабельності (PI) і дисконтований термін окупності (DPP) капітальних вкладень. Для формалізації завдання введемо позначення:

$i$  - код цільової функції ( $i = 1, \dots, n$ );

$j$  - номер альтернативного варіанту бізнес-проекту ( $j = 1, \dots, m$ );

$\{X_j\}$  - безліч  $j$ -х варіантів бізнес-проектів;

$X_j$  - оптимальний варіант бізнес-проекту;

$f_i(X)$  - критерій оптимальності.

Завдання полягає в тому, що необхідно вибрати з сукупності альтернативних бізнес-проектів  $\{X_j\}$  оптимальний варіант  $X_j$ , що задовольняє наступним умовам:

$$x_j = \begin{cases} 1 - j \text{ варіант є оптимальним;} \\ 0 - \text{в іншому випадку.} \end{cases} \quad (1)$$

$$f_{i=1}(x) \rightarrow \max \quad (2)$$

$$f_{i=2}(x) \rightarrow \max \quad (3)$$

$$f_{i=3}(x) \rightarrow \min \quad (4)$$

Цільова функція (2) характеризує вимогу максимізації величини показника NPV за шуканим варіантом бізнес-проекту.

Цільова функція (3) відображає вимогу максимізації величини показника PI за шуканим варіантом бізнес-проекту.

Цільова функція (4) передбачає необхідність забезпечення мінімального дисконтованого строку окупності (DPP) за шуканим варіантом бізнес-проекту.

За наявності кількох альтернативних бізнес-проектів, з яких необхідно вибрати оптимальний, потрібно для кожного з бізнес-проектів визначити відповідні їм чисельні значення обраних критеріїв NPV, PI, DPP шляхом стандартних розрахунків.

Вибір з сукупності бізнес-проектів оптимального легко здійснити, якщо в якості домінуючого прийняти будь-який критерій оптимальності. Найчастіше перевага віддається критерію NPV. Але вибір найбільш ефективного варіанту бізнес-проекту повинен здійснюватися на основі багатоцільового підходу [11]. Критерії оптимальності NPV, PI, DPP мають різні одиниці виміру, тому першим кроком є процедура їх нормалізації - приведення до безрозмірних величин. Скористаємося відомою формулою нормалізації критеріїв:



$$f_j = \frac{f_j(x) - f_j^{\min}}{f_j^{\max} - f_j^{\min}}, \quad (5)$$

де  $f_j$  – нормалізоване значення  $j$  критерію за досліджуваним варіантом;

$f_j(x)$  – значення відповідного критерію оптимальності;

$f_j^{\min}, f_j^{\max}$  – відповідно мінімальне та максимальне значення критерію оптимальності.

Завдання пошуку оптимального варіанту бізнес-проекту з сукупності альтернативних варіантів можна вирішити різними математичними методами [12].

Об'єктивні результати рішень дозволяють досягти максимально можливого в заданих умовах чистого приведенного доходу і мінімального терміну окупності, при цьому буде забезпечений заданий інвестором норматив рентабельності проекту.

**Висновки.** Проведене нами дослідження показало, що запропонований підхід до оцінки інвестиційних проектів на підставі багатокритеріальності дозволяє врахувати сукупність взаємопов'язаних показників, які за допомогою узагальненого показника дозволяють прийняти остаточне рішення, що відповідає поставленій меті і істотно знижує ризик інвестора.

Подальші наукові дослідження в даному напрямку можуть бути зосереджені на розробці інструментарію, що дозволяє з досить високою точністю будувати різні варіанти розвитку інвестиційних бізнес-проектів з властивими їм імовірностями.

#### Список літератури

1. Солоха Д.В., Беякова О.В. Застосування синергетичного підходу до управління потенціалом складних економічних систем. *Scientific Horizon In The Context Of Social Crises* : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., м. Токіо, 6-8 червня 2020 р. Токіо, 2020. С. 57-67.
2. Царев В.В. *Оценка экономической эффективности инвестиций*. СанктПетербург : Питер, 2004. 464 с.
3. Пушкин А.И., Тридид А.Н., Колос А.Л. *Антикризисное управление: стратегии, модели, механизмы*. Харьков: ХДЕУ, 2001. 452 с.
4. Хакин Г. *Синергетика*. Москва: Мир, 1980. 328 с.
5. Ожегов С.И. *Толковый словарь русского языка* / ред. Л.И. Скворцов. Москва, 2008. 736 с.
6. Калініна Г.Г. Синергетичний підхід до управління складовими стратегічного потенціалу регіону. *Менеджер, серія «Економіка»*. Донецьк, 2017. № 2(75). С. 105-112.
7. Шлапак Н.С., Солоха Д.В., Серкутан Т.В., Беякова О.В. Методологічні основи оцінки інноваційного економічного розвитку на синергетичних засадах. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*. Маріуполь, 2017. Вип.15. С. 218-225.
8. Кузнецов С.П. *Динамический хаос*. Москва: Изд-во физ.- мат. лит., 2001. 296 с.
9. Ковальов В.В. *Методы оценки инвестиционных проектов*. Москва: Финансы и статистика, 1998. 144 с.
10. Ендовицкий Д.А. *Комплексный анализ и контроль инвестиционной деятельности: методология и практика*. Москва: Финансы и статистика, 2001. 400 с.
11. Кочетова Т. И. Матричная модель выбора инвестиционных проектов. *Вісник НТУ «ХПІ»*, 2005. № 30. С. 67-73.
12. Досузева Е.Е. *Методическое обеспечение оценки коммерческой эффективности инновационно-инвестиционных проектов* : монография. Барнаул, 2014. 272 с.

#### References (transliterated)

1. Solokha D.V., Byelyakova O.V. Zastosuvannya synerhetychnoho pidkholu do upravlinnya potentsialom skladnykh ekonomichnykh system. *Scientific Horizon In The Context Of Social Crises* : materialy IV mizhnar. nauk.-prakt. konf., m.[Materials of the IV international scientific-practical conference] Tokio, 6-8 chervnya 2020 r. Tokio, 2020. pp. 57-67.
2. Tsarev V.V. *Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti investitsiy*. [Evaluation of the economic efficiency of investments] SanktPeterburg : Piter, 2004. 464 p.
3. Pushkar' A.I., Trided A.N., Kolos A.L. *Antikrizisnoe upravlenie: strategii, modeli, mekhanizmy*. [Crisis management: strategies, models, mechanisms.] Kharkiv: KhDEU, 2001. 452 p.
4. Khaken G. *Sinergetika*. [Synergetics] Moskva: Mir, 1980. 328 p.
5. Ozhegov S.I. *Tolkovyy slovar' russkogo yazyka* [Explanatory dictionary of the Russian language] / red. L.I. Skvortsov. Moskva, 2008. 736 p.
6. Kalinina H.H. Synerhetychnyy pidkhdid do upravlinnya skladovymy stratehichnoho potentsialu rehionu. [Synergetic approach to managing the components of the region strategic potential] *Menedzher, seriya «Ekonomika»* [Manager, series "Economics"]. Donets'k, 2017. no 2(75). pp. 105-112.
7. Shlapak N.S., Solokha D.V., Serkutan T.V., Byelyakova O.V. Metodolohichni osnovy otsinky innovatsiynoho ekonomichnoho rozvytku na synerhetychnykh zasadakh. [Methodological bases of the assessment of innovative economic development based on the synergetic bases] *Teoretychni i praktychni aspekty ekonomiky ta intelektual'noyi vlasnosti*. [Theoretical and practical aspects of economics and intellectual property] Mariupol', 2017. Vyp.15. pp. 218-225.
8. Kuznetsov S.P. *Dinamicheskyy khaos*. [Dynamic chaos] Moskva: Izd-vo fiz.- mat. lit., 2001. 296 p.
9. Koval'ov V.V. *Metody otsenki investitsionnykh proektov*. [Methods of investment projects evaluation] Moskva: Finansy i statistika, 1998. 144 p.
10. Endovitskiy D.A. *Kompleksnyy analiz i kontrol' investitsionnoy deyatel'nosti: metodologiya i praktika*. [Comprehensive analysis and control of investment activities: methodology and practice] Moskva: Finansy i statistika, 2001. 400p.
11. Kochetova T. I. Matrichnaya model' vybora investitsionnykh proektov. [Matrix model for selecting investment projects] *Visnyk NTU «KhPI»* [Bulletin of NTU "KhPI"] . 2005. no 30. pp. 67-73.
12. Dosuzheva E.E. *Metodicheskoe obespechenie otsenki kommercheskoy effektivnosti innovatsionno-investitsionnykh proektov* : monografiya. [Methodical support for assessing the commercial effectiveness of innovation and investment projects: a monograph] Barnaul, 2014. 272 p.

Надійшла (received) 12.06.2020

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Яцина Вікторія Валентинівна (Яцина Виктория Валентиновна, Yatsyna Viktoriia Valentynivna)** – кандидат економічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри згагальної економічної теорії; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4440-976X>; e-mail: vitayatsina@gmail.com.

**Кочетова Тетяна Іванівна (Кочетова Татьяна Ивановна, Kochetova Tetyana Ivanivna)** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри міжнародного бізнесу та фінансів, м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5273-5066>; e-mail: kocheti.tat@gmail.com.