

## БАГАТОФАКТОРНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

**І.М. Пістунов,**  
доктор технічних наук

**В.В. Чернобаєв**

Національний гірничий  
університет

*У сучасних умовах головним фактором економічного розвитку є інноваційно-інвестиційна діяльність підприємницьких структур. Для оптимізації управління інноваційно-інвестиційною активністю побудовано багатофакторну модель управління для групи підприємств.*

**Ключові слова:** інноваційно-інвестиційна діяльність, детермінована багатофакторна модель, методи варіаційної статистики, кореляційний аналіз, ризик інвестиційний, ризик інноваційний.

**Постановка проблеми.** Наука довела, а практика розвинених країн світу підтвердила, що у сучасних умовах головним фактором економічного розвитку держави з будь-якою економічною системою є інноваційно-інвестиційна діяльність підприємницьких структур.

Переважне використання інноваційних факторів розвитку економіки складає сутність її переходу на якісно новий тип економічного зростання, що дозволяє економічній системі отримати подальший розвиток.

Це потребує пошуку нових методів управління інноваційно-інвестиційною діяльністю, що дозволить вирішити головні науково-технічні завдання сучасного етапу становлення економіки нашої держави.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема забезпечення інноваційної діяльності в економіці України ще не тільки не розв'язана, але й повною мірою не досліджена, незважаючи на значний внесок таких вчених як А. Гальчинський, В.Геєць, М. Денисенко, В. Осецький, В.Семиноженко, В.Федоренко, Ю.Яковець та ін. Вдала інноваційно-інвестиційна діяльність в сучасних умовах багато в чому забезпечується високими темпами інноваційного розвитку науково-технічного і виробничо-технологічного потенціалів, а також високими рівнем кон-

курентоспроможності наукоємної продукції. Вона здійснюється під впливом багатьох факторів, одні із яких активізують інноваційну діяльність та забезпечують її розповсюдження в усіх сферах економічного життя, а інші – навпаки, стримують. В економічній науці та практиці господарювання, на жаль, недостатньо розроблені теоретичні положення про дію таких факторів в інноваційній діяльності.

**Мета роботи:** для активізації та регулювання державою інноваційного інвестування побудувати багатофакторну модель управління інноваційно-інвестиційною діяльністю.

**Виклад основного матеріалу.** Оскільки рішення про інвестування та інноваційний розвиток приймаються на мікрорівні економіки, тобто підприємницькими структурами, які прагнуть максимізувати прибуток за певних ресурсних обмежень, то доцільним буде з'ясувати їх індивідуальні схильності до інвестування в інноваційному напрямі. Проте, враховуючи той факт, що відповідні індивідуальні рішення приймаються у певному макроекономічному середовищі і суттєво залежать від нього, то, застосовуючи метод агрегування, ми будемо мати уявлення про особливості інноваційно-інвестиційної діяльності на рівні національної економіки. Зважаючи на складність

отримання достовірних результатів про таку діяльність у загальнонаціональних масштабах, ми будемо здійснювати дослідження у регіональних межах Дніпропетровської області.

У ході дослідження нами опитано 85 підприємницьких структур, що займаються виробництвом реальних товарів та послуг. Інвесторам, які виявили згоду взяти участь у дослідженні, було запропоновано відповісти на запитання анкети з метою визначення факторів, які мотивують до здійснення інноваційної та інвестиційної діяльності, а також з'ясувати їх точки зору щодо чинників, що стримують бажання втілювати інновації. Опитування було здійснено методом інтерв'ю власників і менеджерів компаній.

За результатами опитування була створена початкова модель інноваційно-інвестиційної активності, яку можна представити у вигляді детермінованої багатофакторної моделі, що описується функцією:

$$A = f(M, P), \quad (1)$$

де  $A$  – інноваційно-інвестиційна активність;

$M$  – фактори, що мотивують економічних суб'єктів до здійснення інновацій;

$P$  – перешкоди для здійснення інноваційно-інвестиційної діяльності.

Згідно з включеними у модель факторами респондентам було запропоновано дати відповідь на запитання щодо основних мотивів здійснення ними інвестиційної, а потім інноваційної діяльності. Мотиви здійснення інвестицій та інновацій було вказано в опитувальному листі, їх необхідно було ранжувати за ступенем значимості за 10-бальною шкалою. Кожне запитання мало порядковий номер для спрощення побудови майбутньої економіко-математичної моделі.

Математична обробка отриманих даних проведена відповідно до методів варіаційної статистики шляхом обробки даних із застосуванням електронних таблиць Excel

[1-3]. При цьому основні параметри вибірок розраховувалися методом описової статистики з наступним багатофакторним кореляційним аналізом і рівняннями лінійної та нелінійної регресії. Також були розраховані коефіцієнти парної ( $r$ ) і множинної ( $R$ ) кореляції. Числове їх вираження не тільки означає кількісну характеристику зв'язку, але й указує на пряму (позитивне значення) або зворотну (негативне значення) залежність між величинами. Значення коефіцієнтів кореляції від 1,0 до 0,8 вказували на функціональний взаємозв'язок між явищами, 0,8-0,5 – на тісний зв'язок між ними, 0,5-0,3 – на помірний, а 0,3-0 – на слабкий зв'язок. Істотність коефіцієнта множинної кореляції визначалася за критерієм Фішера.

Первинна обробка інформації з метою вивчення й оцінки зв'язку між факторами, що, з одного боку, впливають на інвестиційну діяльність, а з іншого – на інноваційну діяльність, проводилася за допомогою методів параметричного (Пірсона) і рангового (Спірмена) кореляційного аналізу. У матриці вихідних даних для подальшої математичної обробки були залишені тільки ті ознаки, в яких виявлений сильний ( $r > 0,7$ ), помірний ( $0,7 > r > 0,3$ ) і статистично значимий ( $r < 0,05$ ) зв'язок з результуючою ознакою.

Наступним етапом побудови економіко-математичної моделі для з'ясування факторів і мотивів, що впливають на інноваційно-інвестиційну діяльність, стало з'ясування активності інноваційної діяльності. На основі статистичних даних ми мали можливість отримати коефіцієнт активності для України в цілому.

Відомий російський дослідник К.П. Янковський пропонує таке визначення інноваційної активності, під якою розуміє активізацію інвестування в інноваційному напрямі, через формулу [4, с. 8]:

$$K_{акт} = \frac{K_{ei}}{K_{en}}, \quad (2)$$

де  $K_{акт}$  - коефіцієнт інноваційної активності;

$K_{ei}$  - кількість запроваджених інновацій за звітний період;

$K_{en}$  - загальна кількість зареєстрованих відкритих нововведень, що отримали патенти з моменту створення суспільно-державної формації.

Недоліком цієї формули є складність отримання числового значення показника  $K_{en}$ . Справа в тому, що більшість від загальної кількості нововведень, запатентованих з моменту створення суспільно-державної формації, не представляють сьогодні для економічних суб'єктів ніякого комерційного інтересу, бо вони вже розтиражовані й доступні у плані інформації. З іншого боку, сьогодні ми не маємо чіткого виокремлення запроваджених в економічну діяльність інновацій за видами. Тому поліпшуючі інновації будуть складати більшу частину знаменника цього показника, і внаслідок цього формула не буде відображати дійсної картини інноваційно-інвестиційної активності. Насправді ж велика кількість інновацій, особливо базисних, не знаходить широкого втілення у господарському житті, оскільки економічний вигравш від їх запровадження є незначним при необхідності здійснення суттєвих витрат у вже відпрацьованих процесах і технологіях виробництва.

Натомість ми пропонуємо визначати коефіцієнт інноваційної активності за такою формулою (3). У знаменнику даної формули враховуються тільки ті нововведення, які відносяться до технологічних та базисних:

$$K_{акт} = \frac{K_{en1}}{K_{en2}}, \quad (3)$$

де:  $K_{en1}$  - кількість запроваджених нововведень за звітний період на підприємствах;

$K_{en2}$  - кількість відкритих нововведень, які зареєстровані та запатентовані в Україні.

Здійснивши додаткове опитування підприємств, за допомогою цієї формули були встановлені окремі коефіцієнти активності для кожного з них. А ті підприємства, що не впроваджували інновації, отримали значення коефіцієнта, що дорівнювало 0.

Нами була створена матриця з урахуванням коефіцієнта активності для кожного підприємства, а також прораховані коефіцієнти кореляції для кожної анкети. Ті коефіцієнти, які мали значення менше 0,25, не враховувались, оскільки дія такого ефекту є незначною. Завдяки цьому нами були виділені фактори і мотиви, які, на нашу попередню думку, мали великий вплив на значення коефіцієнта.

Наступним кроком стало створення нових матриць, в які було включено ті фактори (всього 5), для яких коефіцієнт кореляції був найбільшим (перевищував 0,22). Для отриманих матриць було розраховано лінійну регресію і порівняно якість апроксимації. У подальшому для отриманих факторів додані нелінійні ефекти вигляду  $1/x$ ,  $x^2$ ,  $\ln x$ . В результаті початкова таблиця отримала вигляд, де під відповідним номером було зашифровано фактор, який, на погляд респондентів, має найбільший вплив на інноваційно-інвестиційну активність, фрагмент цієї таблиці подано у таблиці 1.

Після цього була розрахована регресія для кожного з факторів, що визначалися як найбільш впливові на інноваційно-інвестиційну активність. Далі була порівняна якість апроксимації усіх варіантів за критерієм  $R^2$  і вибрана наступна за таким критерієм, де він був найбільшим. Множинний  $R^2=0,764554$  свідчить про дуже високу якість апроксимації.

## Коефіцієнт активності з нелінійними ефектами

Коефіцієнт активності по підприємствах, що здійснювали інновації	Шифр фактора			
	4.3	4.3 <sup>2</sup>	4.3 <sup>1/2</sup>	ln(4.3)
0,0003682	1	1	1	0
0,0014728	1	1	1	0
0,0007364	8	64	2,828427	2,079442
0,0011046	5	25	2,236068	1,609438
0,0003682	9	81	3	2,197225
0,0007364	1	1	1	0
0,0003682	8	64	2,828427	2,079442
0,0007364	9	81	3	2,197225
0,0007364	10	100	3,162278	2,302585
0,0011046	1	1	1	0
0,0000000	5	25	2,236068	1,609438
0,0018409	6	36	2,44949	1,791759
0,0003682	6	36	2,44949	1,791759
0,0014728	7	49	2,645751	1,94591
0,0003682	9	81	3	2,197225

Нами були отримана така формула коефіцієнта інноваційно-інвестиційної активності для опитуваних підприємств в залеж-

ності від номерів запитань, які мали найбільший коефіцієнт кореляції з ним:

$$\begin{aligned}
 K_{акт} = & 0,003803 - 0,000041 \cdot R_i - 0,00154/R_i - \\
 & - 0,000074 \cdot R_{in} + 0,000836/R_{in} + 0,000131 \cdot R_{si} + 0,000131/R_{si} - 0,00019 \cdot R_{pin} - \\
 & - 0,00183/R_{pin} - 0,00018 \cdot R_{sin} - 0,00146/R_{sin}, \quad (4)
 \end{aligned}$$

де 0,003803 – середина (константа) від якої збільшується або зменшується активність;

-0,000041 – рівень зв'язку з інвестиційним ризиком у прямій залежності;

$R_i$  - ризик інвестиційний;

-0,00154 – рівень зв'язку з ризиком інвестиційним у зворотній залежності;

-0,000074 – рівень зв'язку з ризиком інноваційним у прямій залежності;

$R_{in}$  - ризик інноваційний;

+0,000836 – рівень зв'язку з ризиком інноваційним у зворотній залежності;

+0,000131 – рівень зв'язку з ризиком знецінення вкладів для інвестицій у прямій залежності;

$R_{si}$  - ризик знецінення вкладів для інвестицій;

+0,000131 – рівень зв'язку з ризиком знецінення вкладів для інвестицій у зворотній залежності;

-0,00019 – рівень зв'язку з ризиком неотримання прибутку по інноваціях у прямій залежності;

$R_{pin}$  - ризик неотримання прибутку по інноваціях;

-0,00183 – рівень зв'язку з ризиком неотримання прибутку по інноваціях у зворотній залежності;

-0,00018 – рівень зв'язку з ризиком знецінення вкладів у інновації у прямій залежності;

$R_{sin}$  - ризик знецінення вкладів у інновації;

-0,00146 – рівень зв'язку з ризиком знецінення вкладів у інновації у зворотній залежності.

Проводячи аналіз такої формули, ми бачимо, що знак мінус перед значенням інвестиційного ризику свідчить про зниження активності при його зростанні в прямій та оберненій залежності. Також негативно впливають на позитивне значення інноваційний ризик, ризик неотримання прибутку по інноваціях і ризик знецінення вкладів у інновації при збільшенні його значення. Але інноваційний ризик в оберненій залежності говорить про правильність твердження, що при його зменшенні коефіцієнт інноваційно-інвестиційної активності буде зростати.

Позитивно на збільшення інноваційно-інвестиційної активності буде впливати ризик знецінення вкладів для інвестицій.

Для того, щоб знайти оптимальні значення ризиків ( $R$ ), які б спонукали підприємців здійснювати інвестиції в інновації, за допомогою функції „пошук рішення” електронних таблиць Excel було знайдено найбільш можливу величину значення коефіцієнта активності для опитаних підприємств, а також значення факторів для даного дослідження, при якому ми отримуємо найбільший коефіцієнт.

Для цього було поставлено таку оптимальну задачу:

$$\begin{aligned}
 & A=f(R_i, R_{in}, R_{si}, R_{pin}, R_{sin}) \rightarrow \max \\
 & 10 \geq R_i, R_{in}, R_{si}, R_{pin}, R_{sin} \geq 1 \\
 & R_i, R_{in}, R_{si}, R_{pin}, R_{sin} - \text{цілі числа}
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} A=f(R_i, R_{in}, R_{si}, R_{pin}, R_{sin}) \rightarrow \max \\ 10 \geq R_i, R_{in}, R_{si}, R_{pin}, R_{sin} \geq 1 \\ R_i, R_{in}, R_{si}, R_{pin}, R_{sin} - \text{цілі числа} \end{aligned}} \right\} (3.5)$$

Результат знайденого оптимального рішення подано у таблиці 2.

Таблиця 2

Отриманий результат дослідження

Активність	0,002118
Ризик інвестиційний	6
Ризик інноваційний	1
Ризик знецінення вкладів для інвестицій	1
Ризик неотримання прибутку для інновацій	3
Ризик знецінення вкладів для інновацій	3

Отриманий результат можна проаналізувати таким чином. Зважаючи на те, що при опитуванні респондентам було запропоновано виставити умовні бали на кожне запитання від 1 до 10, то максимальному значенню коефіцієнта активності повинні відповідати кількісні характеристики ризиків, що представлені у таблиці 2. Результати

дослідження свідчать, що підприємці починають упроваджувати інновації, якщо ризик по інвестиційних вкладеннях буде вищий від середнього; ризик по інноваціях має бути мінімальним, хоча уникнути його практично неможливо.

Ризик знецінення вкладів для інвестицій повинен бути незначним, і тоді іннова-

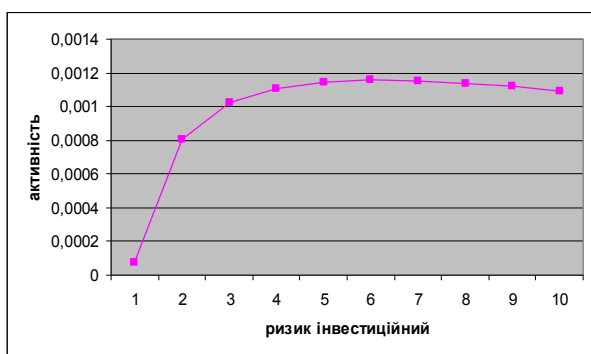
ційні проекти знайдуть інвесторів, котрі будуть впевненні, що кошти, вкладені на значний період (розробка інноваційного продукту потребує більшого часу), не втраять своєї вартості та їх вистачить на завершення інноваційного проекту.

Також мале значення повинен мати ризик неотримання прибутку по інноваціях, бо тільки впевненість у створенні інноваційного продукту стимулює підприємців у цій діяльності. Також ризик знецінення вкладів по інноваціях повинен бути нижчий від середнього, оскільки актуальним на сьогодні є питання достатності коштів на всі стадії інноваційного процесу.

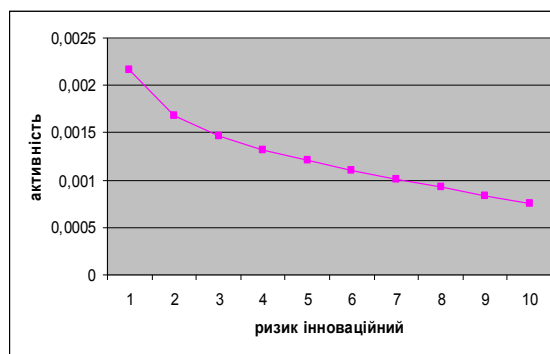
Можна зробити висновок, що для впровадження інноваційних інвестицій ризик, що супроводжує інвестиційну діяльність, має бути достатньо високим, адже

інвестори утримаються від вкладання капіталу під який-то відсоток у проект, що не пов'язаний з інноваціями. У той же час, ризик інноваційної діяльності, навпаки, повинен бути зведений майже до мінімального рівня, так само, як і ризик знецінення вкладів, щоб інвестори не втратили свої вкладення під час впровадження інвестиційного проекту; для інновацій же ризик може бути трохи вищим, тому що інноваційні проекти впроваджуються на більший термін. Також дуже низьким повинен бути ризик неотримання прибутку для інновацій – бо не буде мотивації для впровадження інноваційних інвестицій.

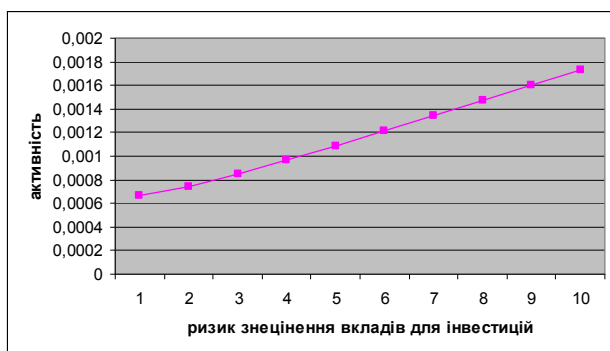
Наведені вище твердження можна продемонструвати за допомогою функцій завдяки побудованій моделі.



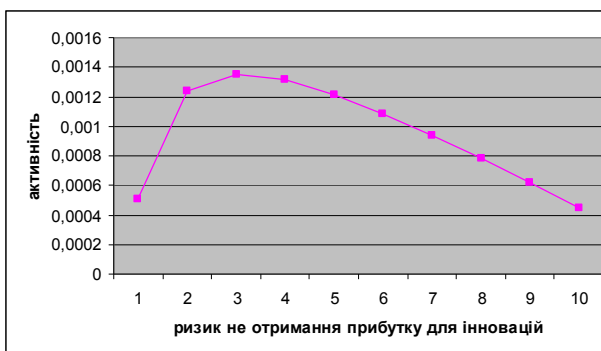
а) ризик інвестиційний



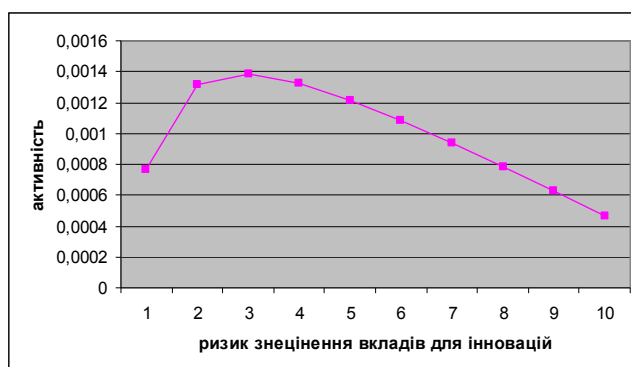
б) ризик інноваційний



в) ризик знецінення вкладів від інвестицій



г) ризик неотримання прибутку від інновацій



д) ризик знецінення вкладів від інновацій

Рис. 1. Функції залежності коефіцієнтів інноваційно-інвестиційної активності від різних видів ризиків

**Висновки.** Запропонована в даній статті методика є універсальною і може бути застосована для будь-яких досліджень впливу економічних факторів на комерційну діяльність підприємств. Особливістю цього підходу є можливість робити правильні висновки щодо розвитку окремих регіонів, що дозволить забезпечити підвищену якість управління регіональною економікою.

Результати дослідження дають більшу можливість для аналізу інноваційно-інвестиційного клімату нашої країни, враховувати ті мотиви та ризики, якими керуються підприємці при здійсненні інвестиційних та інноваційних проектів. На нашу думку, це дозволить більш достовірно регулювати інноваційно-інвестиційні процеси на регіональному та державному рівні через відповідну економічну політику.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Боровиков В.П., Боровиков И.П.* Statistica: Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Инф. издат. дом „Филинь”. – 1997. – 508 с.
2. *Юнкеров В.И.* Основы математико-статистического моделирования и применения вычислительной техники в научных исследованиях: Лекция для адъюнктов и аспирантов. – СПб, 2000. – 140 с.
3. *Юнкеров В.И., Григорьев С. Г., Клименко Н.Б.* Анализ соответствий в решении задачи группировки наблюдений // Материалы юбилейной науч.-практ. конф. ВМА им. С.М. Кирова. – СПб, 2000. – С. 360-362.
4. *Янковский К. П.* Введение в инновационное предпринимательство. – СПб.: Питер, 2004. – 189 с.
5. *Галицин В.К., Сулов О.П., Кубрушко Ю.О.* Моделі і методи оцінки інвестиційних проектів: Монографія. – К.: КНЕУ, 2005. – 168с.
6. *Пістунов І.М., Лобова Н.В.* Теорія ймовірності та математична статистика для економістів. З елементами електронних таблиць: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2005. – 110с.