

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК: 339.03:69.003

С.Ю. Федотова

Київський національний університет будівництва і архітектури

### **МОДЕЛЮВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНО-ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

*Показано, що управління інвестиційно-інноваційною діяльністю будівельного підприємства за умов невизначеності передбачає застосування адекватних економіко-математичних моделей, розробка яких неможлива без дослідження впливу екзогенних та ендогенних факторів на показники діяльності підприємства. Обґрунтовано вибір моделі, визначені пояснювані та пояснюючі змінні.*

**Ключові слова:** інноваційна діяльність, інвестиційна діяльність, економіко-математична модель, регресія, економетрична модель, специфікація моделі

#### **Постановка проблеми**

У сучасних умовах трансформації економічних відносин в Україні ефективність підприємницької діяльності будівельного підприємства (БП) обмежується такими зовнішніми для нього чинниками [1]: неповною відповідністю методів державного управління законам ринкової економіки, обмеженістю фінансових ресурсів для інноваційної та інвестиційної діяльності, високим рівнем державних боргів, недостатнім розвитком грошово-кредитної та фінансової системи, відсталістю законодавчої та нормативної бази, проблемною організацією бюджетної та податкової систем, відсутністю чітких національних пріоритетів зовнішньої діяльності тощо. Зростаючий дефіцит ресурсів за умов зростання ризиків та невизначеності майбутньої ринкової ситуації висуває на перший план задачу найефективнішого використання інвестицій, що неможливо без застосування адекватних економіко-математичних моделей діяльності підприємства.

Одним із самих пріоритетних напрямів підвищення конкурентоспроможності будівельних підприємств сьогодні є інноваційна діяльність, оскільки інші економічні ресурси є вичерпними [2]. Економічно сильні БП інтенсивно впроваджують нову техніку та прогресивні технології. Але чому підприємства однієї галузі, які працюють приблизно в однакових умовах, мають такі різні результати господарської діяльності? Як функціонально залежить рентабельність підприємства від таких важливих факторів, як інвестиційні витрати та витрати на наукові дослідження і розвиток? Управління інвестиційно-інноваційною діяльністю, яке враховує вплив динамічних характеристик

зовнішнього середовища та створює адаптивні внутрішні механізми, що покликані дієво реагувати на нові вимоги ринку, в змозі забезпечити БП конкурентоспроможність на ринку держави. Але недостатній рівень наукового обґрунтування підприємницьких рішень, орієнтованих у майбутнє, не дозволяє визначити належну стратегію і тактику економічної діяльності підприємства. І це один з внутрішніх обмежувачів [1], на який необхідно звернути увагу в першу чергу.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Наявна ситуація [3] в інноваційній сфері українського будівництва зумовлена, насамперед, відсутністю стратегії в управлінні інноваційною діяльністю, а саме вона є основою сучасного інноваційного розвитку за умов постійних змін зовнішнього середовища. Вибір теоретично обґрунтованої і статистично оцінюваної моделі, що забезпечить прийнятну формалізацію та адекватне розв'язання задач, які виникають під час управління реальними інвестиціями є вкрай важливим [4].

Якщо рішення приймається в детермінованих умовах, то значення некерованих параметрів передбачаються. За умов ризику, некеровані параметри розглядаються як випадкові величини з відомими статистичними характеристиками. За умов невизначеності вважається, що параметри невизначені в межах певних діапазонів [5].

У процесі управління БП постійно існує невизначеність, яка відображає об'єктивну неможливість отримати достовірне знання про внутрішні та зовнішні умови їх функціонування, неоднозначність параметрів, або недостатню забезпеченість процесу прийняття економічних

рішень знаннями про певну проблему ситуації [1]. На практиці ефективність моделювання на основі ймовірнісних, нечітко множинних або експертних представлень різних задач, залежить від оцінки рівня і характеру невизначеності, пов'язаної з конкретною задачею. Врахування невизначеності інформації і економічної ефективності будівельних підприємств залежить від вибору математичного апарату. Хибний вибір математичного апарату призводить до неадекватності розроблених математичних моделей та невірних результатів в процесі їх застосування. Аналіз традиційних методів оцінки економічної ефективності і ризику інвестиційних проектів за умов невизначеності [4] свідчить про їх теоретичну значимість і обмеженість практичного застосування через велику кількість спрощуючих модельних обмежень, що викривляють реальне середовище БП.

Якщо вихідні параметри інвестиційно-інноваційного проекту характеризуються репрезентативною статистикою, або є достатньо підстав вважати, що вихідні параметри описуються певним ймовірнісним законом, то застосування ймовірнісного підходу виправдано та ефективно. Проте, як правило, у процесі моделювання реальних інвестиційно-інноваційних проектів статистика або недостатньо репрезентативна, або відсутня взагалі, тоді застосовувати ймовірнісні підходи складно, або взагалі неможливо.

Серед різноманітних підходів до моделювання за умов невизначеності застосовують статистичні ігри [1;5], які є основною моделлю теорії прийняття рішень за умов часткової невизначеності. У цьому випадку особа, яка приймає рішення (ОПР), вступає в ігрові відносини з «природою», котра не вибирає свідомо своїх стратегій. Байдушність природи до гри і можливість отримання ОПР додаткової інформації про її стан відрізняє гру з природою від гри, в якій беруть участь свідомі гравці.

### Мета статті

Управління інноваційним розвитком [3] здійснюється на декількох рівнях: рівні держави, рівні регіону або галузі та рівні конкретного підприємства. Сьогодні головною метою реалізації інвестиційно-інноваційної стратегії на рівні держави є запобігання розпаду науково-інноваційної сфери і створення передумов для швидкого та ефективного впровадження прогресивних технологій і нової техніки на рівні підприємств. На рівні будівельної галузі України інвестиційно-інноваційна діяльність проводиться стихійно, без належного наукового обґрунтування. Саме тому, метою представленої роботи є моделювання інвестиційно-інноваційної діяльності будівельного підприємства.

### Виклад основного матеріалу

Під моделюванням інвестиційно-інноваційної діяльності в даній роботі маємо на увазі розробку економетричного рівняння стратегії БП, що адекватно відображає функціональні зв'язки між прибутком підприємства та інвестиціями в інновації. Першою і, в загальному випадку, найскладнішою частиною економетричного аналізу є розробка специфікації теоретично обґрунтованої та статистично оцінюваної моделі. Якість специфікації визначає якість результатів моделювання, оскільки недоліки специфікації моделі не можуть бути скомпенсовані використанням точніших методів оцінювання. Процес специфікації може бути розподілений на такі 9 етапів [6]:

1. Визначення переліку пояснюваних змінних моделі;
2. Визначення переліку пояснюючих змінних для кожної пояснюваної змінної;
3. Розподіл пояснюючих змінних на ендогенні та екзогенні величини;
4. Перевірка повноти моделі;
5. Перевірка наявних статистичних даних, а також даних, які треба зібрати;
6. Вибір типу рівнянь;
7. Перевірка ідентифікованості рівнянь;
8. Вибір методу оцінювання;
9. Формування гіпотез про стохастичні властивості змінних.

Розглянемо детальніше деякі з цих етапів.

**Етап 1.** Для оцінки господарської діяльності БП використовуються різні показники. Згідно з фінансовою теорією, кожне підприємство в процесі інвестиційної діяльності намагається досягти максимального прибутку. Тому в представленій статті пояснюваною змінною  $Y$  позначається саме прибуток підприємства – різниця між виручкою і собівартістю реалізованої продукції у тис. грн.

**Етап 2.** Прибуток підприємства складається із певної кількості факторів, які кожен автор обирає для свого дослідження залежно від характеру і змісту проблеми. Аналіз фінансової звітності [7] будівельних підприємств показав, що суттєвими для моделювання прибутку є такі фактори:

- матеріальні ресурси в оборотних активах –  $x_1$ ;
- матеріальні ресурси в основних засобах або необоротні активи –  $x_2$ ;
- витрати підприємства на оплату праці та відрахування на соціальні заходи –  $x_3$ .

Перелічені фактори визначаються грошовими коштами та вимірюються в тис. грн.

Основною формою реалізації стратегії економічного розвитку підприємства є реальні

інвестиції, які дають можливість підприємству забезпечувати зростання його ринкової вартості. Реалізовані реальні інвестиції забезпечують підприємству стійкий чистий грошовий потік, що формується за рахунок амортизаційних відрахувань від основних засобів і нематеріальних активів навіть в такі періоди, коли експлуатація реалізованих інвестиційних проектів не несе підприємству прибутку. Реальні інвестиції впроваджуються БП в різноманітних формах. Однією з найпривабливіших є інноваційне інвестування в нематеріальні активи, спрямоване на використання в будівництві нових наукових і технологічних знань з метою досягнення максимального прибутку, забезпечення динамічного розвитку, підвищення рентабельності, задоволення попиту та ін. Саме тому, в представленій роботі розглядається ще такий фактор, як чистий прибуток від науково-дослідних розробок (НДР) –  $Z$ , тис. грн.

**Етап 3.** На рис. 1 представлено схематичне зображення впливу екзогенних та ендогенних факторів на інвестиційно-інноваційну діяльність будівельного підприємства. Раніше [8] було проведено аналіз фінансових, політичних, правових та соціально-психологічних факторів впливу на інвестиційно-інноваційні процеси в будівельній галузі. Фактори, зображені в області ЗС (рис.1) є екзогенними і не підлягають регулюванню з боку

керівництва БП. Аналіз світового досвіду [3] показав, що науково-технічний розвиток БП відбувається переважно за рахунок власних коштів підприємств і кредитів банків, а фундаментальні дослідження проводяться за рахунок бюджетного фінансування. Але внутрішні та зовнішні науково-дослідні розробки настільки сильно взаємопов'язані, що зовнішні НДР не можуть бути класифіковані як екзогенні. Тому всі пояснюючі фактори  $x_1, x_2, x_3$  та  $Z$  класифікуються як ендогенні.

**Етап 4.** Для повноти моделі необхідно розробити своє рівняння залежності пояснюючого фактора  $Z$  від таких незалежних змінних, як:

- обсяг реалізованої інноваційної продукції –  $x_4$  ;
- витрати на внутрішні НДР (без амортизації, включають капітальні витрати на споруди й обладнання для виконання НДР) –  $x_5$  ;
- витрати на зовнішні НДР (придбання машин, обладнання та програмного забезпечення за виключенням витрат на обладнання для НДР) –  $x_6$  ;
- придбання інших зовнішніх знань (навчання та підготовка персоналу) –  $x_7$ .

Всі незалежні змінні визначаються грошовими коштами та вимірюються в тис. грн.

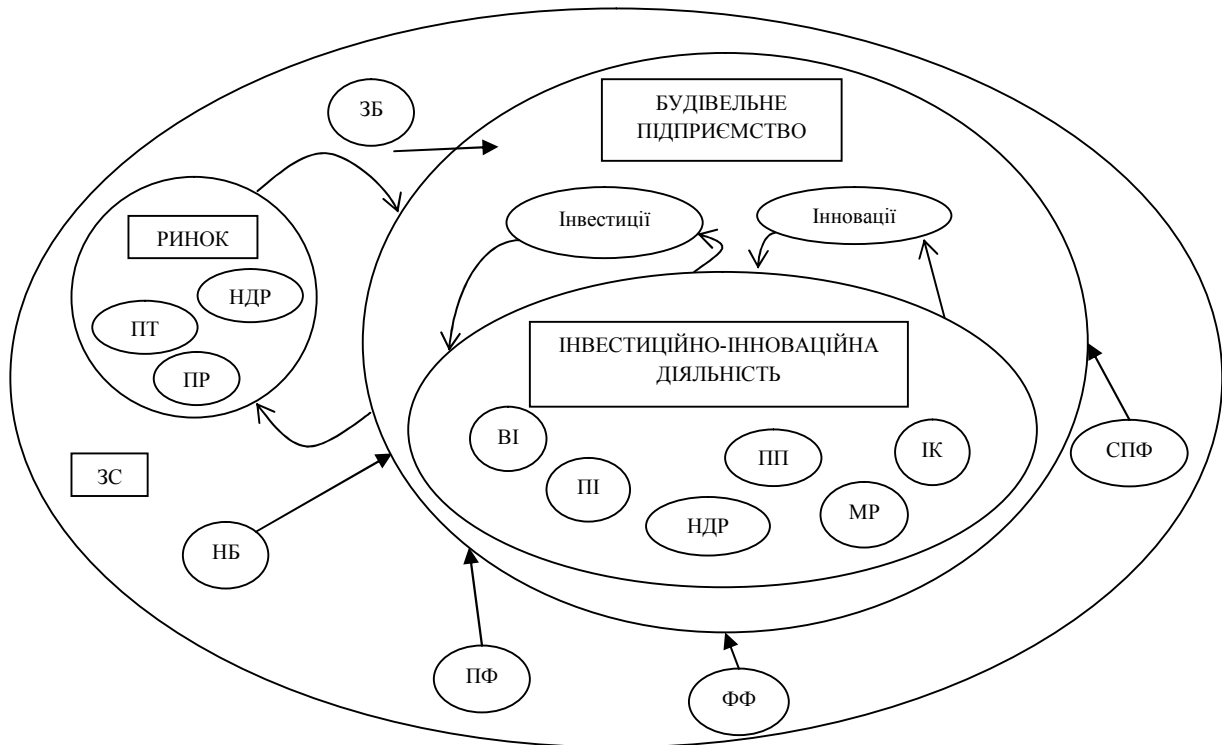


Рис. 1. Схематичне зображення впливу екзогенних та ендогенних факторів на інвестиційно-інноваційну діяльність БП:

$ZС$  – зовнішнє середовище;  $ZБ$  – законодавча база;  $НБ$  – нормативна база;  $ПФ$  – політичний фактор;  $ФФ$  – фінансовий фактор;  $СПФ$  – соціально-психологічний фактор;  $ПТ$  – попит;  $ПР$  – пропозиція;  $НДР$  – науково-дослідні розробки;  $ВІ$  – витрати на інновації;  $ПІ$  – прибуток від інновацій;  $МР$  – матеріальні ресурси;  $ПП$  – політика підприємства;  $ІК$  – інтелектуальні кадри

**Етап 5.** Досвід економетричного моделювання [7] показав, що саме статистична база, яка *доступна* конструктору і користувачу, накладає жорсткі умови на тип і специфікацію моделі, що розробляється. Статистичні дані про прибуток будівельного підприємства забезпечуються аналізом бухгалтерської та фінансової звітності. Дані про інноваційну діяльність, витрати підприємства на інновації та обсяг реалізованої інвестиційної продукції можна знайти в звітах про виконання наукових та науково-технічних робіт державного статистичного спостереження.

**Етап 6.** Рівняння стратегії підприємства є однією з типових задач регресійного аналізу [6], де об'єктивний зв'язок між залежною величиною  $Y$  і незалежними змінними  $x_1, x_2, \dots, x_n$  можна подати регресійним рівнянням [6]:

$$Y = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n,$$

де  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – коефіцієнти регресії – невідомі параметри, що визначають питому вагу кожного фактора. Для оцінки параметрів в кожному конкретному випадку застосовують статистичний метод. Але лінійні економетричні моделі, які часто використовуються в економіці, не завжди відображають існуючі закономірності. В таких випадках застосовують нелінійні регресії. Розрізняють два типи нелінійних регресій [9]: квазілінійні – нелінійні за факторами, але лінійні відносно невідомих параметрів  $a_i$  та суттєво нелінійні – нелінійні як за факторами, так і за параметрами.

Квазілінійну регресію можна представити у вигляді:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n f_i(x_i),$$

де  $f_1(x_1), f_2(x_2), \dots, f_n(x_n)$  – функції фактора  $x_i$ , які знаходять з графіків статистичних даних;  $i = 1, \dots, n$  – кількість факторів.

Заміною  $f_i(x_i) = z_i$  квазілінійну регресію можна звести до лінійної регресії і застосувати спеціальні статистичні пакети [9] для оцінки параметрів  $a_i$  методом найменших квадратів. Саме тому, в даній статті пропонується моделювати інвестиційно-інноваційну діяльність підприємства у вигляді квазілінійних множинних регресій:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^3 f_i(x_i) + bz, \quad Z = \sum_{i=4}^7 f_i(x_i),$$

де  $b$  – коефіцієнт, який приймає значення 0, якщо вихідні дані належать БП, що не веде НДР, або 1, якщо вихідні дані належать будівельному підприємству, що впроваджує НДР.

З короткого опису процесу специфікації видно, що наступні етапи наукового дослідження потребують виконання трудомістких кроків оцінки параметрів і тестування моделі. Тому статистична оцінка невідомих параметрів і перевірка моделі на адекватність є предметом *подальших* досліджень.

## Висновки

1. Здійснено теоретичне обґрунтування специфікації економіко-математичної моделі інвестиційно-інноваційної діяльності будівельного підприємства у вигляді квазілінійної множинної регресії.

2. Доведено статистичну оцінюваність моделі. Доступність статистичних даних про прибуток БП, витрати підприємства на оплату праці та соціальні заходи і оборотні та необоротні активи забезпечуються бухгалтерською та фінансовою звітністю підприємства, а дані про НДР – звітами про виконання наукових та науково-технічних робіт державного статистичного спостереження.

## Список літератури

1. *Математичні методи ринкової економіки* / [Кігель.В.Р.]. – К.: Кондор, 2003. – 158 с.
2. Суркова Ю.О. Проблеми реалізації інноваційної моделі розвитку у вітчизняному будівельному комплексі / Ю.О.Суркова // *Фінанси України*. – 2008. – №6. – С. 99-110.
3. Федотова С.Ю. Сучасний стан інноваційної діяльності в будівництві / С.Ю. Федотова // *Економіка та держава*. – 2007. – С. 50-51.
4. Теренчук С.А. Моделі і методи оцінки ризиків в інвестиційних будівельних проєктах в умовах невизначеності / С.А. Теренчук, Б.М. Єременко, Д.Б. Журибеда // *Теорія і практика будівництва*. – 2009. – №5. – С. 49-53.
5. *Дослідження операцій* / [Медведев М.Г., Колодінська О.В.]. – К.: Вид-во Європ. у-ту, 2006. – с.158
6. *Економетрія, т. 1. Вступ до множинної регресії та економетрії* [Грубер Й.]. – К.: Нічлава, 1998. – 384 с.
7. Федосова. О.В. Визначення рівня економічної безпеки будівельного підприємства на основі економетричних моделей / О.В. Федосова, О.О. Молодід, С.А. Теренчук // *Управління розвитком складних систем*. – 2011. Вип. 05. – С. 117-120.
8. Федотова С.Ю. Інвестиційно-інноваційна активність будівельного підприємства в сучасних умовах економіки / С.Ю. Федотова // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. – 2009. – № 20. – С.76-79.
9. *Практичні заняття з економетрії в Excel* / [Кубайчук О.О., Теренчук С.А.]. – К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2007. – 121 с.

Стаття надійшла до редколегії 21.02.2012

**Рецензент:** докт. екон. наук, проф. О.В. Федосова, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.