

УДК 681.5

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА

І. Бурденюк

*Вінницький національний аграрний університет
21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3*

У статті розглядаються особливості використання економіко-математичних методів в управлінні інноваційними процесами розвитку підприємства, запропоновано перелік методів і моделей на різних етапах процесу управління.

Ключові слова: економіко-математична модель, управління, інноваційний розвиток, методи математичного моделювання.

В умовах проведення економічних реформ, розширення глобалізаційних процесів важливим фактором ефективності господарювання, зростання конкурентоспроможності є впровадження нових методів і моделей в процес управління інноваційною діяльністю підприємств. При цьому виникає необхідність дослідження теоретичних аспектів економіко-математичного моделювання інноваційних процесів розвитку підприємства на основі системного підходу з метою визначення особливостей вибору типу моделей, порядку їх побудови, оцінки адекватності.

Теоретичні і практичні проблеми використання економіко-математичних методів в управлінні підприємствами висвітлені у наукових працях вітчизняних і зарубіжних вчених Р. Акофа, О.О. Бакаєва, Н.Є. Бойцун, М.П. Бусленка, М.Є. Бра-славця, В.В. Вітлінського, Волкової В. Н., Гранберга А. Г., Гриньової В. М., Гриньова А. В., М.О. Кизима, Т.С. Клебанової, В.Ф. Ковальчука, Н.І. Костіної, Ю.Г. Лисенка, О.М. Марюти, В.С. Міхалевича, Новікова Д. О., О.І. Пушкаря, В.Л. Ревенка, В.Ф. Ситника, М.І. Скрипниченко, В.М. Томашевського, О.В. Ульянченка, Федосєєва В. В., О.І. Черняка, М.В. Яровицького та ін. Проте динамічність середовища діяльності українських підприємств, особливості економічної ситуації спричиняють необхідність подальших досліджень математичних методів і моделей для удосконалення управління інноваційними процесами підприємств.

Метою статті є дослідження теоретико-методологічних основ використання економіко-математичних методів і моделей в управлінні інноваційним розвитком підприємств.

У науковій літературі поняття “інновації” розглядається багатоаспектно як система, зміна, процес чи результат впровадження новацій. Новації створюються в результаті наукової та науково-технічної діяльності наукових, проектних, науково-дослідних та інших організацій. Інноваціями є будь-які технічні, організаційні, економічні та управлінські зміни, відмінні від існуючої практики в конкретній організації. Підприємства мають різний рівень сприйняття інновацій, їх інноваційний

потенціал дуже залежить від організаційної структури менеджменту, професійно-кваліфікаційного складу персоналу, зовнішніх умов господарської діяльності тощо [8].

Інноваційний процес представляє собою процес створення і розповсюдження нововведень (інновацій) і включає: новачі, тобто нові ідеї, знання, як результат закінчених фундаментальних і прикладних наукових досліджень, дослідно-конструкторських розробок, інші науково-технічні результати; впровадження, використання новачі в практичній діяльності; дифузія інновацій, тобто поширення вже освоєної, реалізованої інновації, застосування інноваційних продуктів, послуг або технологій у нових місцях і умовах.

Сукупність економічних, мотиваційних, організаційних, правових засобів, методів і форм управління інноваційною діяльністю підприємства з метою оптимізації економічних результатів господарської діяльності представляє собою інноваційний менеджмент. Інноваційний менеджмент – напрямок стратегічного менеджменту, здійснюваного на вищому рівні підприємства. Мета інноваційного менеджменту полягає у визначенні основних напрямків науково-технологічної, виробничої та економічної діяльності економічних систем у таких галузях: розробка і впровадження нової продукції (послуг), технології; модернізація та удосконалення виготовлюваної продукції і технології, подальший розвиток виробництва традиційних видів продукції; зняття з виробництва застарілої продукції; створення чи удосконалення системи менеджменту, фінансово-економічного механізму і т.д. [4].

Інноваційний розвиток розглядають як: засіб забезпечення стратегічної переваги підприємств, для яких власне інновації не є основним видом діяльності; вид діяльності, продуктом якої є конкретні наукові, науково-технічні й інші результати, що можуть бути використаними як основа нововведень в інших галузях [6].

Управління інноваційними процесами розвитку підприємства через складність інноваційних процесів, функціонування в умовах невизначеності, впливу значної кількості факторів, необхідності врахування багатьох умов та критеріїв ефективності управління потребує застосування широкого кола економіко-математичних методів та моделей.

Процес моделювання передбачає наявність трьох структурних елементів: об'єкта дослідження, суб'єкта дослідження, моделі, яка опосередковує відносини між суб'єктом і об'єктом і включає такі етапи:

1. Аналіз теоретичних закономірностей, властивих досліджуваному явищу або процесу, емпіричних даних про його структуру та особливості.

2. Побудова математичної моделі – формалізація економічної проблеми, вираження її у вигляді конкретних математичних залежностей і відношень (функцій, рівнянь, нерівностей тощо).

3. Підготовка вихідної інформації. В економічних задачах це, як правило, найбільш трудомісткий етап моделювання, оскільки тут замало самого лише пасивного збору даних. Математичне моделювання висуває жорсткі вимоги до якості інформації. У процесі підготовки інформації використовуються методи теорії ймовірностей, математичної статистики, а також економічної статистики для агрегування, групування даних, оцінювання вірогідності даних тощо.

4. Чисельне моделювання. Цей етап передбачає безпосереднє виконання розрахунків з використанням сучасних інформаційних технологій і програмних засобів. Для виконання розрахунків може бути використаний табличний процесор (ТП) Microsoft Excel, що входить до складу Microsoft Office. Завдяки широкому

набору функцій табличного процесору та наявності вбудованої мови програмування Visual Basic for Application, цей програмний інструментарій дозволяє дуже швидко розробляти прості і ефективні засоби автоматизації економічних розрахунків довільного рівня складності а також швидко адаптувати їх до змін зовнішніх вимог або наборів вихідних даних. ТП Excel вичерпно документовано, а розповсюджене використання комплексу програмних забезпечень від Microsoft в установах і підприємствах у всьому світі зумовлює наявність в спеціальній літературі з автоматизації розрахунків а також в мережі Інтернет великої кількості прикладів вирішення типових задач. Завдяки цим перевагам ТП MS Excel широко використовується в Україні.

5. Аналіз чисельних результатів та їх застосування. На цьому етапі передусім з'ясовується питання щодо правильності і повноти результатів моделювання та можливості їх практичного використання, а також досліджуються можливі напрямки подальшого удосконалення моделі.

У науковій літературі відсутнє однозначне визначення економіко-математичної моделі [5]. На нашу думку, найбільш точним є таке визначення: економіко-математична модель – це математичне відображення досліджуваного економічного об'єкта (процесу), за допомогою якого вивчається його функціонування та оцінюється зміна його ефективності при можливих змінах вхідних характеристик. У багаторазовій реалізації економіко-математичних моделей у цьому процесі і полягає економіко-математичне моделювання. Процес управління з використанням моделі можна розглядати в цьому випадку як метод пошуку найкращих рішень для аналізу поведінки реальної виробничої системи без безпосереднього експериментування із самою системою.

В таблиці 1 наведено перелік методів і моделей, які можуть бути використані для моделювання процесу управління інноваційним розвитком агропромислового виробництва, на різних його етапах [2, 3].

Таблиця 1

Методи і моделі управління інноваційним розвитком агропромислового виробництва

№ п/п	Етап управління	Методи і моделі
1	Аналіз зовнішнього і внутрішнього середовища	метод сегментації, методи аналізу і статистичної оцінки, pest-аналіз, SWOT-аналіз, метод побудови матриці можливостей, методи порівняльного аналізу
2	Формування цілей і завдань інноваційного розвитку агропромислового виробництва	методи аналогій, експертні методи; методи активного пошуку, мозковий шторм, метод Дельфі, методи пасивного пошуку (маркетингові дослідження, пропозиції споживачів, розробників та винахідників)
3	Розробка стратегій інноваційного розвитку агропромислового виробництва	метод сценарію розвитку, аналіз часових рядів, екстраполяція тенденцій, імітаційні моделі, методи експертних оцінок, імітаційне моделювання, методи динамічного програмування
4	Визначення інноваційного потенціалу агропромислового виробництва	методи теорії запасів, теорії масового обслуговування (черг), метод мозкової атаки, метод розриву, методи вартісного аналізу
5	Розрахунок ефективності інноваційних проектів	методи оцінки ефективності інвестиційних проектів; аналізу беззбитковості проектів, методи аналізу чутливості

		проектів, аналіз сценаріїв розвитку проектів
6	Розробка і прийняття управлінських рішень щодо інноваційного розвитку агропромислового виробництва	методи регресійного аналізу, експертні методи, методи системного аналізу, оперативно-календарного управління, аналізу відхилень.

Для інноваційного розвитку підприємства, відновлення наявної матеріально-технічної бази, розвитку виробництва, освоєння випуску нових видів продукції необхідні інвестиції. В умовах ризику і зростаючої невизначеності важливим питанням при цьому є розробка і прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо формування інвестиційного портфелю.

Під інвестиційним портфелем розуміють цілеспрямовано сформовану відповідно до певної інвестиційної стратегії сукупність вкладень в інвестиційні об'єкти. Метою формування інвестиційного портфеля є забезпечення реалізації розробленої інвестиційної політики шляхом підбору найбільш ефективних і надійних інвестиційних вкладень.

Найбільш відомі дві моделі визначення характеристик інвестиційного портфеля: модель Марковіца та модель Шарпа, які і успішно працюють на відносно стабільних західних фондових ринках [1, 9].

В Україні фондовий ринок перебуває в стані постійної реорганізації. У такому випадку застосування моделей Марковіца й Шарпа приводить до перекичувань, пов'язаних з нестабільністю котирувань цінних паперів і фондового ринку в цілому. В умовах фондового ринку, який формується, розвивається та реорганізується, для оптимізації інвестиційного портфеля доцільно використати модель Квазі-Шарп (подібна до моделі Шарпа).

Модель Квазі-Шарп заснована на взаємозв'язку прибутковості кожного цінного папера з деякою наборою N цінних паперів із прибутковістю одиничного портфеля із цих цінних паперів [7]. По моделі Квазі-Шарп" прибутковість цінного папера зв'язується із прибутковістю одиничного портфеля функцією лінійної регресії виду:

$$R_i = \bar{R}_i + \beta_i \cdot (R_{Sp} - \bar{R}_{Sp}),$$

де R_i – прибутковість цінного папера;

R_{Sp} – прибутковість одиничного портфеля;

β_i – коефіцієнт регресії;

$\bar{R}_i$ – середня прибутковість цінного папера за минулі періоди;

$\bar{R}_{Sp}$ – середня прибутковість одиничного портфеля за минулі періоди.

Коефіцієнт β характеризує ступінь залежності прибутковості цінного папера від прибутковості одиничного портфеля. Чим вище β тим сильніше залежить прибутковість цінного папера від коливань прибутковості одиничного портфеля, тобто від коливань прибутковості інших цінних паперів, що входять в одиничний портфель. Коефіцієнт β називають β -ризиком, але його трактування відрізняється від трактування однойменного показника в моделі Шарпа.

Загальний ризик вкладень у даний цінний папір складається з β -ризика, тобто ризику зниження прибутковості при падінні прибутковості одиничного портфеля, і залишкового ризику $\sigma_{\epsilon i}$, тобто ризику зниження прибутковості й невідповідності лінії регресії.

По моделі "Квази-Шарп" прибутковість портфеля цінних паперів - це середньозважена доходностей цінних паперів, його складових:

$$R_p = \sum_{i=1}^N (\bar{R}_i \cdot W_i) + (R_{sp} - \bar{R}_{sp}) \cdot \sum_{i=1}^N (\beta_i \cdot W_i),$$

де R_{sp} - очікувана прибутковість одиничного портфеля.

Ризик портфеля цінних паперів визначається по формулі:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\beta_i \cdot W_i)^2 \cdot \sigma_{sp}^2 + \sum_{i=1}^N (\sigma_{\epsilon i}^2 \cdot W_i^2)},$$

де σ_{sp} - показник ризику одиничного портфеля.

З використанням моделі Квази-Шарп для розрахунку характеристик портфеля пряме завдання має вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N (\bar{R}_i \cdot W_i) + (R_{sp} - \bar{R}_{sp}) \cdot \sum_{i=1}^N (\beta_i \cdot W_i) \rightarrow \max; \\ \sqrt{\sum_{i=1}^N (\beta_i \cdot W_i)^2 \cdot \sigma_{sp}^2 + \sum_{i=1}^N (\sigma_{\epsilon i}^2 \cdot W_i^2)} \leq \sigma_{req}; \\ W_i \geq 0; \\ \sum W_i = 1. \end{cases}$$

Відповідно, обернене завдання має наступне кінцеве подання:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N (\bar{R}_i \cdot W_i) + (R_{sp} - \bar{R}_{sp}) \cdot \sum_{i=1}^N (\beta_i \cdot W_i) \geq R_{req}; \\ \sqrt{\sum_{i=1}^N (\beta_i \cdot W_i)^2 \cdot \sigma_{sp}^2 + \sum_{i=1}^N (\sigma_{\epsilon i}^2 \cdot W_i^2)} \rightarrow \min; \\ W_i \geq 0; \\ \sum W_i = 1. \end{cases}$$

При практичному застосуванні моделі Квази-Шарп для оптимізації фондового портфеля використовуються наступні формули:

1) як прибутковість одиничного портфеля в період t приймається середнє значення прибутковості цінних паперів, його складових, за цей же період:

$$R_{sp}^t = \frac{\sum_{i=1}^N R_i^t}{N},$$

де R_{sp}^t – прибутковість одиничного портфеля в період t ;

R_i^t – прибутковість i -ої цінного папера за період t ;

2) середня прибутковість цінного папера за минулі періоди:

$$\bar{R}_i = \frac{\sum_{t=1}^T R_i^t}{T},$$

де R_{it} – прибутковість цінного папера за період t ;

T – розглянута кількість періодів часу;

3) середня прибутковість одиничного портфеля за минулі періоди:

$$\bar{R}_{sp} = \frac{\sum_{t=1}^T R_{sp}^t}{T};$$

4) коефіцієнт β цінного папера розраховується по формулі:

$$\beta_i = \frac{\sum_{t=1}^T \left[(R_i^t - \bar{R}_i) \cdot (R_{sp}^t - \bar{R}_{sp}) \right]}{\sum_{t=1}^T (R_{sp}^t - \bar{R}_{sp})^2};$$

5) залишковий ризик цінного папера:

$$\sigma_{\epsilon i} = \frac{\sum_{t=1}^T \left(R_i^t - \bar{R}_i - \beta_i \cdot (R_{sp}^t - \bar{R}_{sp}) \right)^2}{T};$$

6) показник ризику одиничного портфеля:

$$\sigma_{sp} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_{sp}^t - \bar{R}_{sp})^2}{T}}.$$

Застосування комп'ютерної техніки для обробки даних значно полегшує та прискорює процес оптимізації, дозволяє моделювати різні сценарії розвитку подій. Модель Квазі-Шарпа доцільно використовувати при розгляді порівняно невеликої кількості цінних паперів, що належать до однієї чи кількох галузей.

Дослідження процесу управління інноваційними процесами розвитком підприємства засобами математичного моделювання дозволяє отримати інформацію про стан об'єкту управління під впливом змін внутрішніх і зовнішніх діючих факторів. Наведений у таблиці 1 комплекс економіко-математичних моделей, забезпечить вирішення таких основних завдань управління як аналіз наявного інноваційного потенціалу, розрахунок ефективності і вибір перспективних інноваційних проектів, визначення інноваційної привабливості підприємства, прогнозування результатів інноваційної діяльності, розробку і прийняття необхідних управлінських рішень.

1. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Кількісне оцінювання ризику у фінансово-інвестиційній сфері // Фінанси України. – 2003. - № 11. С.16-24.
2. Вітлінський, В. В. Моделювання економіки [Текст] : навч. посіб. – К. : КНЕУ, 2003. – 407 с.
3. Виханский О.С. Стратегическое управление: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / О.С. Виханский – М.: Гардарики, 2002. – 296 с.
4. Гуткевич, С. А. Инвестиционная привлекательность аграрного сектора экономики [Текст] : моногр. / С. А. Гуткевич. – К. : Изд-во Европ. ун-та, 2003. – 251 с.
5. Економіко-математичне моделювання: Навчальний посібник / За ред. О. Т. Івашука. – Тернопіль: ТНЕУ «Економічна думка», 2008. – 704 с.
6. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М.: КомКнига, 2006. – 332 с.
7. Портфельне інвестування / Пересада А. А., Шевченко О. Г., Коваленко Ю. М. та ін. – К., 2004. – 408 с.
8. Скрипко Т. О. Інноваційний менеджмент : підруч. / Т. О. Скрипко. – К.: Знання, 2011. – 423 с.
9. Черваньов Д.М. Менеджмент інвестиційної діяльності підприємств: Навчальний посібник. – К.:Знання-Прес, 2003. –622 с.

THEORETICAL ASPECTS OF ECONOMICS AND MATHEMATICAL MODELING OF INNOVATION PROCESSES OF ENTERPRISE

I. Burdenyuk

*Vinnitsia National Agrarian University
Sun st., 3 UA-21008 Vinnitsa, Ukraine*

The article discusses the features of the application of mathematical economics in the management of innovation processes of the enterprise, offered a list of methods and models at different stages of the management process.

Keywords: economic and mathematical model, management, innovation development, methods of mathematical modeling.

*Стаття надійшла до редколегії 20.11.2013,
прийнята до друку 02.12.2013*