

УДК 519.86:330.341.1-047.44

Григорук П.М.*доктор економічних наук, професор,
професор кафедри автоматизованих систем
і моделювання в економіці
Хмельницького національного університету,***Параска С.Г.***молодший науковий співробітник науково-дослідної частини
Хмельницького національного університету*

АНАЛІЗ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

У статті розглянуто інструментарій економіко-математичного моделювання інноваційної діяльності підприємств. Проведений аналіз різних підходів. Особлива увага приділена динамічним моделям, моделям дифузії інновацій, моделям оцінювання ефективності інноваційних проектів. Визначено особливості та можливості застосування різних методів.

Ключові слова: інноваційна діяльність, економіко-математичне моделювання, виробнича функція, дифузія інновацій, інноваційний чинник.

Григорук П.М., Параска С.Г. АНАЛИЗ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье рассмотрен инструментальный экономико-математического моделирования инновационной деятельности предприятий. Проведен анализ различных подходов. Особое внимание уделено динамическим моделям, моделям диффузии инноваций, моделям оценивания эффективности инновационных проектов. Определены особенности и возможности применения различных методов.

Ключевые слова: инновационная деятельность, экономико-математическое моделирование, производственная функция, диффузия инноваций, инновационный фактор.

Hryhoruk P.M., Paraska S.G. THE ANALYSIS OF ECONOMIC AND MATHEMATIC MODELS FOR INNOVATIVE ACTIVITY OF ENTERPRISES

The article considers the tools of economic and mathematical modeling for innovative activity of the enterprises. An analysis of different approaches has been carried out. The special attention is given to dynamic models, diffusion of innovation, models of innovation efficiency evaluation. The features and the possibility of using the different methods have been defined.

Keywords: innovative activity, economic and mathematical modeling, production function, diffusion of innovation, innovative factor.

Вступ. Перехід суспільства до економіки знань на базі інформаційно-комунікаційних технологій, впровадження в діяльності вітчизняних підприємств інноваційної моделі економічного розвитку потребує системного використання як економічних, так і політичних, гуманітарних, суспільно-психологічних, інституційних чинників розвитку суспільства і передбачає реалізацію стратегій спрямованих на створення, освоєння у виробництві і просування на ринок технологічних і організаційно-управлінських інновацій.

Постановка проблеми. Підвищення конкурентоспроможності підприємств на зовнішніх та внутрішніх ринках можливе шляхом реалізації високотехнологічних проектів державного та регіонального значення. З цією метою актуальним є вивчення основоположних закономірностей інноваційної діяльності та механізмів інноваційного розвитку, які сприяють адаптації економіки до вимог постіндустріального етапу глобалізації економічних відносин. Урахування впливу інноваційного фактора передбачає розробку алгоритмів інтелектуальної підтримки прийняття рішень й оптимізацію процесів управління з широким використанням сучасних економіко-математичних методів і моделей.

Аналіз останніх публікацій та досліджень. Обґрунтування концепції інноваційного розвитку економіки започатковано Й. Шумпетером [1] та розвинено в працях Б. Санто, П. Друкера, Б. Твісса, Р. Фостера, [2-5] та багатьох інших. В них акцентовано увагу на домінуючій ролі інновацій, які в умовах нестабільності та дестабілізуючих збурень зо-

внішнього середовища, зростання конкурентної боротьби суб'єктів господарювання постали головним чинником економічного розвитку, потіснивши інвестиції та спричинили перехід до інноваційної моделі розвитку національних економічних систем.

Організаційно-економічні моделі інноваційного розвитку вітчизняної економіки відображено в роботах таких вчених, як А. С. Гальчинський, В. М. Геєць, В. В. Онкієнко, Л. І. Федулова, Т. І. Шпильова І. Л. Петрова [6-9]. Зокрема, цими науковцями роботах досліджено моделі функціонування національної інноваційної системи, що враховує національні особливості інноваційного розвитку економіки та вплив світових тенденцій, пов'язаних з процесами глобалізації, представлено механізми фінансування інноваційних систем та проектно-інноваційної діяльності, запропоновано планово-прогностичний підхід до провадження проектно-інноваційної діяльності, визначено управління інноваційними системами різних рівнів.

Проблематика застосування інструментарію економіко-математичного моделювання до дослідження інноваційних процесів, виявлення тенденцій їх розвитку, формування інноваційних стратегій, урахування невизначеності й ризику в процесі їх вибору, оцінювання інноваційного потенціалу представлена в працях Ф. Басса, В. В. Вітлінського, В. О. Діленка, В. М. Полтеровича, М. Є. Рогози, Е. Роджерса, А. В. Савчука, та багатьох інших. Різноманітність та постійний розвиток модельного базису досліджень, розширення кола завдань моделювання інноваційної діяльності зумовили вибір мети дослідження.

Мета статті полягає в аналізі сучасних підходів до моделювання інноваційних процесів, виявлення характерних рис, переваг та недоліків моделей, визначення напрямів їх застосування в практичній інноваційній діяльності підприємств.

Основні результати. В умовах інноваційної економіки в ролі головного фактора розвитку виступає науково-технічний прогрес. Ми погоджуємось із думкою В. О. Діленка [10, с. 10], що класичним математичним інструментом моделювання економічного росту є динамічні виробничі функції, які відображають залежність обсягу виробництва від обсягів залучених ресурсів. Відносяться до класу динамічних моделей і відображають перебіг досліджуваних процесів у часі. На користь їх застосування говорить і те, що їх побудова здійснюється на реальних статистичних даних. Сучасні підходи до відображення НТП у виробничих функціях з урахуванням різних форм його подання, особливості його використання у вітчизняній економіці представлено в роботах [10-12].

Дослідження техніко-економічного розвитку на основі моделей інвестиційно-інноваційної динаміки, що відображаються в категоріях синергетичного підходу, розглянуто в роботах [13-14]. В них викладено методи формалізації інноваційних процесів та інтелектуалізації системи управління інноваційним розвитком на різних функціональних рівнях з урахуванням синергетичних ефектів інновацій. Побудова моделей нерівноважних процесів в економічних системах дозволяє розробляти певні прогнози для цілей вдосконалення методів державного регулювання інноваційного розвитку.

Одним з ключових питань економічної теорії є розуміння механізмів народження і поширення інновацій. Для того щоб нова технологія набула економічне значення необхідно, щоб інновація була привнесена в економіку і використана. З'ясування закономірностей зародження і поширення технологічних інновацій дозволяє пояснити широкий спектр економічних явищ.

З цією метою успішно використовуються моделі дифузії інновацій, які описують процеси поширення інновацій по комунікаційних каналах в часі і в просторі серед членів соціальної системи.

Однією з основоположних моделей інновацій є дифузійна модель їх розповсюдження [15]. Відповідно до неї поширення нововведення залежить як від кількості фірм, що вже впровадили інновацію, так і від кількості фірм, ще не опанували її. У канонічному вигляді дана модель представляється у формі дифузійного диференціального рівняння, розв'язком якого є логістична функція, яка добре відображає специфіку інноваційних ринків, а саме: початкове бурхливе зростання з наступним насиченням ринку і його стабілізацією.

Недоліком цієї моделі є те, що вона описує поведінку підприємств-імітаторів (які запозичують з'явилися на ринку інновації), в той час як процес народження інновації в ній не відображений.

Зазначеного недоліку позбавлена модель В. М. Полтеровича і Г. М. Хенкіна [16], яка дозволила пов'язати логістичний характер дифузійних «часових» кривих поширення технологій і стійку форму «просторових» кривих розподілу виробництва за рівнями ефективності, і показати, що вони є двома складовими єдиного механізму «динамічної рівноваги» між інноваційними та імітаційними процесами. До недоліків представленого підходу варто віднести те, що дана модель досить вдало відтворює реальний процес, але при цьому абсолютно не пояснює його.

Обмеженість фінансових ресурсів визначає актуальність завдання раціональної організації процесів інвестування в інноваційну діяльність підприємства та залучення необхідної кількості кредитів. Таке завдання має оптимізаційну природу, тому для його вирішення доцільно застосувати інструментарій математичного програмування. Відповідні економіко-математичні моделі досить повно представлені в роботі [10]. Зокрема, вирішено завдання визначення оптимальної програми випуску продукції по роках з урахуванням інноваційних можливостей підприємства, відображено особливості урахування динаміки основних виробничих засобів.

В. В. Юхименко [17] запропоновано економічні принципи вибору оптимальних стратегій інноваційного розвитку, що передбачають використання апарату теорії ігор. Стратегіями гравців є їх різне ставлення до проблем інноваційного розвитку. На підставі порядкової переваги множини результатів сформовано матриці вииграшів. Розглянуто дві модифікації гри – у довгостроковому та короткостроковому періодах та проведено аналіз отриманих ігор з використанням концепцій максимуму, рівноваги за Нешем, оптимальності за Парето та рівноваги за Штакельбергом. Показано, що запропонована модель може описати як процес формування інституційної пастки, так і процес виходу із неї, що дозволяє використовувати цю модель для управління станом розвитку машинобудування в умовах реформування економіки.

Моделювання інноваційної діяльності характеризується високим ступенем невизначеності, що різко збільшує імовірність припуститися помилки в виборі можливих варіантів інноваційного розвитку.

Це пов'язано з дією цілого ряду факторів невизначеності, які слабо формалізуються, але здатні суттєво вплинути на рівень майбутніх доходів і витрат. Проект може виявитися нереалізованим або неефективним в силу причин, що носять зовнішній характер: неадекватна реакція ринку, успішна діяльність конкурентів тощо. Причини невдачі проекту можуть мати також внутрішню природу – помилки при визначенні параметрів проекту в ході його оцінювання та вибору або в процесі реалізації. Таким чином, будь-який інноваційний проект містить певний ступінь ризику. Моделі урахування ризиковості інноваційної діяльності представлено в роботі [18].

На окрему увагу заслуговують моделі стратегічного інноваційного розвитку, які б забезпечували вироблення управлінських рішень щодо підвищення інноваційного потенціалу та ступеня його використання. Зокрема, М. Є. Рогозою та К. Ю. Вергал [19] узагальнений процес вибору ефективної стратегії інноваційного розвитку підприємства. Використовуючи інструментарій теорії графів, його подано у вигляді системи, яка описує можливість побудови інноваційної стратегії на основі вибірки з множини соціально-психологічних, організаційних, торговельних, економічних, виробничих та науково-технологічних інновацій. Розробка моделі передбачає чіткого визначення напрямів інноваційної діяльності відповідно до обраної стратегії на основі аналізу інноваційного потенціалу. Результатом такого моделювання є формування бази для обґрунтування обраної стратегії інноваційного розвитку. Серед позитивних рис такого підходу варто відзначити те, що він дозволяє узгодити інноваційний потенціал з його стратегічними цілями, що є істотним важелем для створення і ефективного функціонування підприємства. На наш погляд, недоліком підходу є його теоретична

спрямованість. Кіріною Л. В. та Астаніною Л. О. [20] інноваційний процес подано у вигляді стохастичної мережевої моделі, яка дозволяє здійснювати імітацію процесу прийняття інноваційних рішень з оцінюванням імовірностей альтернатив та прогнозувати процес реалізації нововведень.

Викликають інтерес економіко-математичні моделі оцінювання ефективності інноваційних проектів. По суті будь-який такий проект є інвестиційним, і вимагає врахування в оцінці його ефективності різного роду факторів. Такий аналіз традиційно здійснюється в рамках нормативних моделей оцінки проектів. Однак, як показала практика, незважаючи на переваги нормативного підходу (простота, логічність, можливість формалізації процесу прийняття рішень), відібрані таким чином інноваційні проекти виявлялися не завжди достатньо ефективними, а часто просто невдалими.

Проведений аналіз показав, що інноваційна діяльність на підприємстві проводиться переважно з використанням методів оцінювання дисконтованих грошових потоків, методів оцінки техніко-економічних показників інноваційного потенціалу підприємства на різних стадіях впровадження нововведення тощо. Разом з тим, останнім часом з'явилися й інші підходи до вирішення поставленого завдання.

Моделі оцінювання ефективності інноваційних проектів за допомогою інтегрального показника наведено в роботах [10; 21] На етапі аналізу визначають доцільність інвестиційних вкладень у певний інноваційний проект, оцінюють можливі ризики за різними варіантами розвитку подій, визначають беззбитковий обсяг продажу продукції.

А. В. Гриньовим запропоновано інтегральний критерій результативності впливу факторів на здійснення інноваційних процесів розвитку підприємств [22]. Використання такого підходу дозволить підвищити оперативність, достовірність, наочність, гнучкість в логістичному плануванні інноваційної і відновної динаміки відносно поточної і прогнозованої господарської кон'юнктури, а також сприятиме стимулюванню розвитку теоретичних і прикладних основ інноваційних процесів.

Висновки. Таким чином, результати проведеного дослідження показують наявність дуже великої кількості різноманітних підходів до моделювання інноваційної діяльності суб'єктів господарювання. Слід зазначити, що для опису інноваційних процесів застосовуються як класичні економіко-математичні моделі, які адаптуються у рахуваннях впливу інноваційного чинника на кінцевий результат, так і спеціально розроблені моделі, в яких такий чинник є основоположним. Наведений огляд є далеко не повним, і охоплює лише найбільш поширені напрями застосування моделювання. Зокрема, потребують окремої уваги дослідження економіко-математичних моделей оцінювання інноваційного потенціалу, використання експертних методів оцінювання інноваційної діяльності, використання засобів прогнозування інноваційного розвитку підприємства тощо.

Вибір конкретної моделі залежить від видів діяльності, регіональних та галузевих особливостей впровадження інновацій, їх масштабності, залучених ресурсів тощо. Застосування адекватних моделей дозволить сформулювати адекватну стратегію інноваційного розвитку підприємства, вірно оцінити її наслідки, що сприятиме закріпленню ринкових позицій підприємства та підвищенню його конкурентоспроможності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития / Й. А. Шумпетер. – М.: Директ-Медиа, 2007. – 400 с.
2. Санто Б. Инновация как средство экономического развития / Б. Санто; [пер. с венг.]; общ. ред. и вступ. Б. В. Сазонова. – М.: Прогресс, 1990. – 296 с.
3. Друкер П. Ф. Рынок: как выйти в лидеры. Практика и принципы / П. Ф. Друкер; [пер. с англ.]. – М.: Бук Чембер Интернешнл, 1992. – 350 с.
4. Твисс Б. Управление научно-техническими нововведениями / Б. Твисс. – М.: Экономика, 1989. – 271 с.
5. Фостер Р. Обновление производства. Атакующие выигрывают: пер. с англ. / Общ. ред. и вступ. ст. В. И. Данилова-Данильяна. – М.: Прогресс, 1987. – 360 с.
6. Стратегія економічного і соціального розвитку України (2004–2015 роки). Шляхом європейської інтеграції / авт. кол.: А. С. Гальчинський, В. М. Геєць та ін.; Наук. ін-т стратег. дослідж.; Ін-т економіки та прогнозування НАН України; М-во економіки та з питань європ. інтегр. України. – К.: ІВЦ Держкомстату України, 2004. – 416 с.
7. Онікієнко В. В. Інноваційна парадигма соціально-економічного розвитку України: монографія / В. В. Онікієнко, Л. Н. Ємельяненко, І. В. Терон; за ред. В. В. Онікієнка. – К.: РВПС України НАН України, 2006. – 480 с.
8. Петрова І. Л. Інноваційна діяльність: стимули і перешкоди: монографія / І. Л. Петрова, Т. І. Шпильова, Н. П. Сисоліна; за наук. ред. проф. І. Л. Петрової. – К.: Дорадо, 2010. – 320 с.
9. Регіональні інноваційні системи України: стан формування та розвитку в умовах інтеграційних процесів: монографія / за ред. д-ра екон. наук, проф. Л. І. Федулової. – К.: Ін-т екон. та прогнозув. НАНУ. – 2013. – 724 с.
10. Диленко В. А. Экономико-математическое моделирование инновационных процессов: монография. – 2-е изд., измененное и доп. / В. А. Диленко. – Одесса: Феникс, 2013. – 348 с.
11. Савчук А. В. Экономическая оценка результатов инновационной деятельности в системе промышленных предприятий / А. В. Савчук, В. А. Диленко // Актуальные проблемы экономики. – 2002. – № 12. – С. 89-97.
12. Рузанов А. И. Особенности математического моделирования экономических процессов в условиях перехода к инновационной экономике / А. И. Рузанов // Вестник Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского. – 2013. – № 3(3). – С. 222-225.
13. Акбердина В. В. Синергетические модели формирования и развития экономико-технологической реальности: монография / В. В. Акбердина. – Екатеринбург: Институт экономики УрОРАН, 2010. – 248 с.
14. Соловьев В. П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике (Синергетические эффекты инноваций) / В. П. Соловьев. – Киев: Феникс, 2006. – 560 с.
15. Балацкий Е. В. Модели рождения и распространения инноваций / Е. В. Балацкий // Журнал экономической теории. – 2013. – № 1. – С. 65-78.
16. Полтерович В. М. Эволюционная модель взаимодействия процессов создания и заимствования технологий / В. М. Полтерович, Г. М. Хенкин // Экономика и математические методы. – 1988. – № 6. – С. 1071-1083.
17. Юхименко В. В. Формування стратегій інноваційного розвитку підприємств машинобудування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук: спец. 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності)» / В. В. Юхименко. – Київ, 2014. – 20 с.
18. Витлинский В. В. Рискология в экономике и предпринимательстве: монография / В. В. Витлинский, Г. И. Великоиваненко. – К.: КНЭУ, 2004. – 480 с.
19. Рогоза М. Є. Вибір ефективної стратегії інноваційного розвитку засобами теорії графів / М. Є. Рогоза, К. Ю. Вергал // Економіка: проблеми теорії та практики: Збірник наукових праць. – Випуск 235: В 4 т. – Т. III. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2008. – 272 с.
20. Кирина Л. В. Моделирование инновационных процессов / Л. В. Кирина, Л. А. Астанина // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: социально-экономические науки. – 2008. – № 2. – Т. 8. – С. 103-108.
21. Завлин П. Н. Оценка эффективности инноваций / П. Н. Завлин, А. В. Васильев. – СПб.: Бизнес-Пресса, 2011. – 216 с.
22. Гриньов А. В. Економіко-організаційна модель управління інноваційною діяльністю на машинобудівному підприємстві на основі логістичного підходу / А. В. Гриньов, І. А. Кабанець // Наука й економіка. – 2014. – № 2(34). – С. 197-206.