

УДК 338.001.36

В. В. Козик,
к. е. н., професор, завідувач кафедри економіки підприємства та інвестицій,
НУ "Львівська політехніка"
Ю. І. Сидоров,
к. т. н., доцент, доцент кафедри економіки підприємства та інвестицій,
НУ "Львівська політехніка"
О. Ю. Черняк,
аспірант кафедри економіки підприємства та інвестицій,
НУ "Львівська політехніка"

СИМБІОТИЧНІ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧИХ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ФІРМ І ПІДРОЗДІЛІВ

Показано, що між виробничими і науково-дослідними фірмами і підрозділами в концернах для досягнення прибутку від інноваційних впроваджень між науковим і виробничим підрозділами повинні існувати симбіотичні зв'язки, які забезпечують виникнення синергетичного ефекту. Детально розглянуто математичну модель симбіозу Лоткі-Вольтерра, яка має суттєві недоліки, однак яку на початкових стадіях співпраці між підрозділами можна використати для прогнозування вигідності співіснування. Запропоновано використати для цієї мети більш досконалу модель Голленда.

It is rotined that between production and research firms and subsections in business concerns for achievement of income from innovative introductions between scientific and production subsections there must be symbiotic copulas which provides the origin of sinergistical effect. The mathematical model of symbiosis of Lotka-Volterra is considered in detail, which has the substantial failings, however which on the initial stages of collaboration between subsections it is possible to use for prognostication of advantage of coexistence. It is suggested to use more perfect model of Holland for this purpose.

Ключові слова: інноваційна фірма, витрати на дослідження та розробку (R&D), симбіотичні моделі.

ВСТУП

Науково-дослідні фірми (організації), продуценти інноваційних пропозицій, нерідко існують у відриві від реального попиту на свою продукцію. Тематика цих організацій формується на основі техніко-економічних обґрунтувань, в яких передбачається, що інноваційні рішення, що будуть запропоновані, будуть обов'язково впроваджені, оскільки майбутні технології або продукти матимуть великий економічний ефект, а якщо це так, то попит неодмінно з'явиться. Саме так стверджується в підручниках і посібниках з інноваційного менеджменту, що ґрунтується на традиційній економічній теорії, в тому числі на теорії "ефективної конкуренції" Шумпетера [1; 2]. Ці теорії передбачають наявність раціональної поведінки економічних агентів і базуються на таких основних принципах інноваційного менеджменту, які окреслені і спростовуються С. Лоуеллом [3]:

- вибір нової технології залежить від її привабливості і грандіозних можливостей, які вона обіцяє (насправді потрібно виходити з того, наскільки вона буде задовольняти вимоги споживачів);
- при виборі нової технології необхідно виходити з аналізу теоретичної раціональності і доцільності її впровадження (насправді потрібно враховувати сильний вплив дійсної практики і минулого досвіду (path dependence));
- всі удосконалення і нововведення врешті-решт будуть сприйняті, впроваджені і перейняті (насправді потрібно усвідомлювати, що більшість з них не закінчаться і не повинні закінчитись успіхом);
- технологічні удосконалення мають самостійну цінність (насправді лише споживач визначає їх дійсну цінність);
- виграють принципово нові технології (насправді нове

не завжди означає краще);

— перспективи застосування нової технології зумовлюють її успішне впровадження (насправді вирішальним чинником часто є інфраструктура, що необхідна для її впровадження).

Недавні дослідження Європейського інституту перспективних технологічних досліджень, проведені у 8-ми провідних європейських країнах на базі даних 38-и фірм, підтвердили, що визначальним для реалізації інновацій є попит, а не пропозиція [4]. Більше того, ці дослідження не підтвердили існування частки фірм, які намагаються створити нові ринки для своєї інноваційної продукції.

В той же час робочому звіті Больячіно і Півянті висловлюється думка [4, с. 3]: "...технологічні адаптери і R&D повинні діяти сумісно для поліпшення інноваційного впровадження". Тісна співпраця, в тому числі на основі особистих зв'язків топ-менеджерів, спостерігається і між учасниками сучасних мережних економічних структур, що ґрунтуються на нових знаннях і абсолютно інноваційних процесах [5]. Учасники мережі існують в симбіотичних зв'язках, який є способом виникнення синергетичного ефекту за принципом "1 + 1 = 11".

Дещо відмінною є поведінка продуцентів інноваційних пропозицій, які входять до складу концернів, оскільки вони напряму підкоряються Генеральному директору концерну, але й в цьому випадку повинен існувати симбіотичний зв'язок між виробничими і науково-дослідними підрозділами.

Тимчасовий або постійний симбіоз обох фірм означає утворення нової, досконалішої дисипативної структури, яка обмінюється з довкіллям матеріальними, енергетичними та інтелектуальними ресурсами, тому здатної до подальшого розвитку і виживання.

Однак виникає проблема аналітичного визначення наявності симбіотичних зв'язків між науковими і виробничими фірмами і підрозділами у концернах, відтак, кількісного визначення синергетичних ефектів і прогнозування взаємовигідності співпраці. Незважаючи на вже розроблені математичні моделі біологічного симбіозу сучасного типу, які, за думкою авторів, можуть застосовуватись в економічних розрахунках [6; 7], на практиці їх не використовують і обмежуються констатацією існування симбіотичних зв'язків і підрахунком вже одержаного синергетичного ефекту [8—12].

Відтак, пошук ефективних математичних моделей симбіозу та їх застосування як інструментів для аналізу і прогнозування економічної діяльності інноваційних фірм є актуальною і цікавою задачею.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою статті є розгляд симбіотичної моделі Лоткі-Вольтерра та інших моделей, які можуть бути використані для опису взаємовигідної співпраці між виробничими фірмами і фірмами-продуцентами інноваційних пропозицій, а також кількісного визначення синергетичного ефекту в прогностичних цілях.

РЕЗУЛЬТАТИ

Найбільш простою і відомою математичною моделлю симбіозу двох біологічних видів (або економічних агентів) є модель Лоткі-Вольтерра [13]. Припустимо, що першим економічним агентом є фірма, яка від впровадження інновації одержує прибуток P (profit) за рахунок доданої вартості, а другим агентом — фірма, що розробляє і пропонує інно-

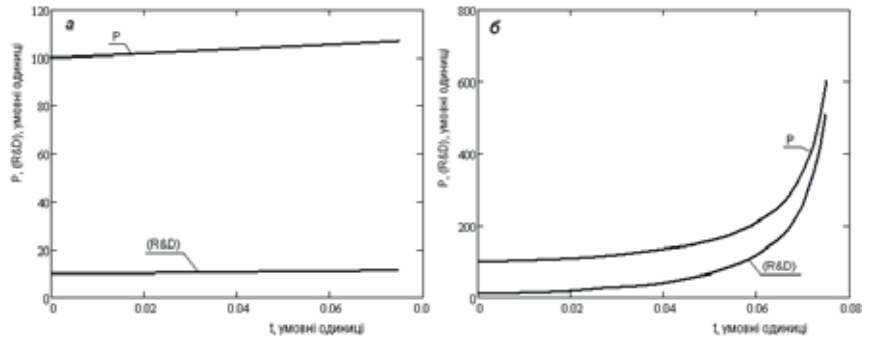


Рис. 1. Траєкторії розвитку фірми 1 і фірми 2 за моделлю (1)

a — без взаємовпливу ($\alpha = \beta = 0$); b — з симбіотичним взаємовпливом ($\alpha = 0,3$, $\beta = 0,3$); ($r_1 = 1$, $r_2 = 2$, $K_1 = 1000$, $K_2 = 2000$, $P_{t=0} = 100$, $(R \& D)_{t=0} = 10$)

ваційні рішення. Розмір другої фірми визначається обсягом фінансових ресурсів, які використовуються для проведення науково-дослідних і дослідно-конструкторських (технологічних) робіт ($R \& D$ — research and development). В такому випадку канонічна модель протокооперації Лоткі-Вольтерра (коли обидві фірми можуть існувати незалежно одна від одної) набуде вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= r_1 P \frac{K_1 - P}{K_1} + \beta P (R \& D) \\ \frac{dR \& D}{dt} &= r_2 (R \& D) \frac{K_2 - (R \& D)}{K_2} + \alpha P (R \& D) \end{aligned} \quad (1)$$

де K_1 і K_2 — граничні величини одержання доходів для першої фірми і обсягу виконання робіт з НДР для другої фірми відповідно; r_1 і r_2 — питомі швидкості росту першої і другої фірми відповідно; α — коефіцієнт впливу першої фірми на другу, β — коефіцієнт впливу другої фірми на першу.

Абстрактний приклад траєкторій розвитку обох фірм показано на рис. 1а (без взаємовпливу) і 1б (з симбіотичним взаємовпливом) (для розв'язання системи рівнянь використано пакет програм Mathcad — [System_ODE]).

В реальності для визначення коефіцієнтів залежності однієї фірми від іншої (α і β) розв'язуємо дану систему рівнянь в пакеті програми Mathcad — [System_ODE], підставивши дійсні значення прибутку від реалізації інновацій, граничні величини одержання доходів для першої фірми і обсягу виконання робіт з НДР для другої фірми відповідно, питомих темпів росту першої і другої фірми відповідно за останні декілька років, а також умовні значення коефіцієнтів α і β до такої міри, поки програма не видасть співпадіння прямих.

Точка $t = 0,08$ відповідає стійкому вузлу на фазовому портреті (координати цієї точки одержують в результаті прирівнювання до нуля правих частин системи (1)). В нашому прикладі після $t = 0,08$ подальше продовження траєкторій стає неможливим, оскільки за $t > 0,08$ система не має рішень, і в цьому полягає один з недоліків симбіотичної моделі Лоткі-Вольтерра. Відтак, не можна спрогнозувати вихід траєкторій на сталі величини, на плато, тобто до наближення траєкторій до граничних величин K_1 і K_2 . Більше того, за $t = 0,08$ $K_1 = K_2 \approx 3570$, тобто ці величини перевищують встановлені значення, що суперечить логіці, оскільки фірми збільшують свою потужність за рахунок других членів у правих частинах рівнянь системи (1), незважаючи на існування реальних розмірів ринків і можливостей науково-дослідних підрозділів. Крім того, часова шкала у прикладі обмежується значенням $t = 0,08$, отже, потрібно вводити масштабування часу, наприклад, $t = 0,01 = 1$ рік або місяць, що є певною незручністю. Можливо, ці недоліки є причиною малого інтересу дослідників до симбіотичної моделі Лоткі-Вольтерра.

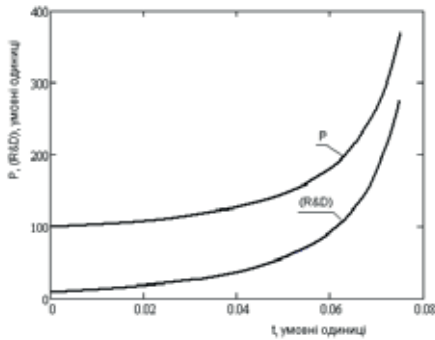


Рис. 2. Траєкторії розвитку фірми 1 і фірми 2 за моделлю (2)

($\alpha = 0,3, b = 0,3, P_{t=0} = 100, (R\&D)_{t=0} = 10$)

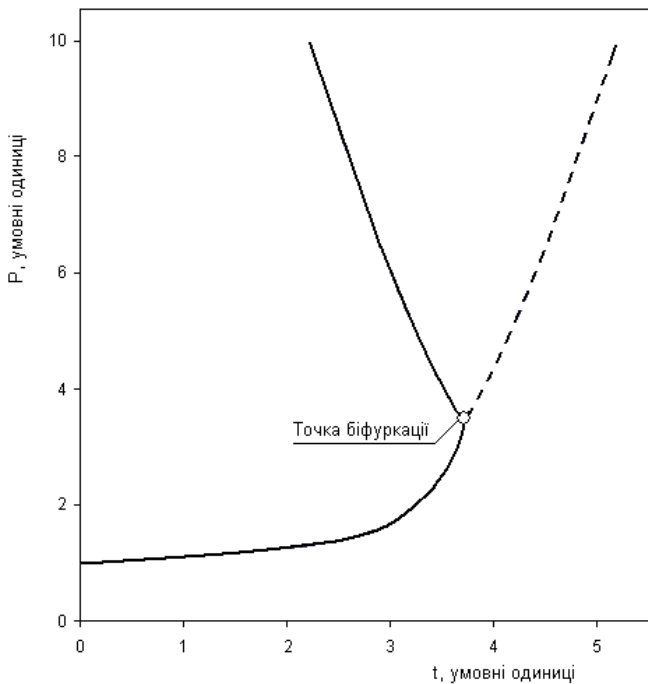


Рис. 3. Траєкторія P першого рівняння моделі (3)

($P_{t=0} = (R\&D)_{t=0} = 1; a = b = 0,1$) (приклад)

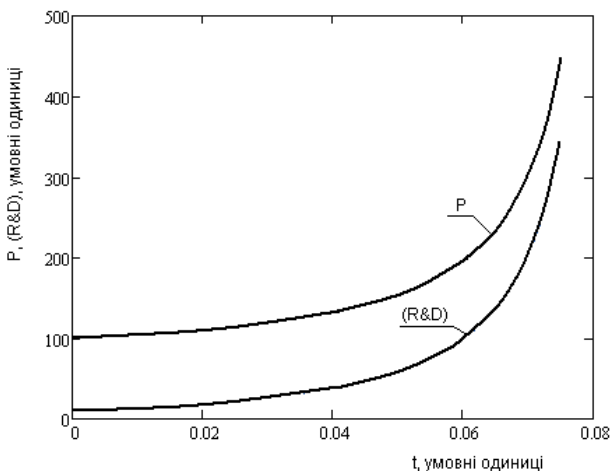


Рис. 4. Траєкторії розвитку фірми 1 і фірми 2 за моделлю (4)

($\alpha = 0,3, b = 0,3$); ($r_1 = 1, r_2 = 0, K_1 = 1000, K_2 = 2000, P_{t=0} = 100, (R\&D)_{t=0} = 10$) (приклад)

Незважаючи на зазначене, навіть на початку процесу симбіотична взаємодія чітко прослідковується, тому за відомою початковою траєкторією доходів можна визначити вплив фірми 2 на фірму 1, відтак, на прибуток від впровадження інновацій.

Якщо обидві фірми не можуть існувати одна без одної (мутуалістична взаємодія), то модель набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= \beta P (R \ \& \ D) \\ \frac{dR \ \& \ D}{dt} &= \alpha P (R \ \& \ D) \end{aligned} \quad (2).$$

На рис. 2 показано траєкторії P і $(R\&D)$ за моделлю (2).

Порівнюючи динаміку траєкторій за моделлю (1) (рис. 1б) і за моделлю (2) (рис. 2), можна помітити, що швидкості росту доходів і обсягів фінансування на НДР за моделлю (2) менше, ніж за моделлю (1). Це пояснюється тим, що фірма 2 не виконує сторонні замовлення, а фірма 1 не користується чужими інноваційними пропозиціями.

Система диференціальних рівнянь (2) легко вирішується з одержанням такої системи звичайних рівнянь:

$$\begin{aligned} P &= P_{t=0} e^{\beta (R\&D)_{t=0} e^{\alpha P t}} \\ (R \ \& \ D) &= (R \ \& \ D)_{t=0} e^{\alpha P_{t=0} e^{\beta (R\&D)_{t=0} t}} \end{aligned} \quad (3).$$

На рис. 3 показано траєкторію P розраховану без застосування пакета Mathcad після вирішення системи рівнянь (3). З рис. 3 можна бачити, що траєкторія параметра в області $t \approx 3,7$ ум. час. од. різко набирає швидкість і майже одночасно надходить до точки біфуркації (від лат. bifurcus — роздвоєний — придбання нової якості в рухах динамічної системи, в тому числі катастрофічної, за малої зміни її параметрів). Подальший розвиток подій дозволяє системі збільшувати параметр N_p , але за умови, що час буде мати напрям від дійсного у минуле (ліва гілка біфуркаційної діаграми), що неможливо, або збільшувати цей параметр в реальному часі, але траєкторія буде вже уявною, мрійною (права штрихова гілка діаграми). Це ще раз доводить неприпустимість застосування симбіотичної моделі Лоткі-Вольтерра на розвинених стадіях процесу.

У випадку, коли дослідна фірма цілком залежить від виробничої (випадок концерну), то модель набуває такого вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= r_1 P \frac{K_1 - P}{K_1} + \beta P (R \ \& \ D) \\ \frac{dR \ \& \ D}{dt} &= \alpha P (R \ \& \ D) \end{aligned} \quad (4).$$

На рис. 4 показано траєкторії P і $(R\&D)$ за моделлю (4).

За допомогою моделі (4) можна точно розрахувати вклад, наприклад, науково-дослідного підрозділу у складі концерну, в розвиток виробничого, але модель (4) має такі самі недоліки, як і модель протокооперації (1).

У випадку, коли дослідна фірма не показує результативної роботи, виникають коменсалітичні відносини (от латинського com — разом, mensa — трапеза; тобто нахлібництво). Модель набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= r_1 P \frac{K_1 - P}{K_1} \\ \frac{dR \ \& \ D}{dt} &= r_2 (R \ \& \ D) \frac{K_2 - (R \ \& \ D)}{K_2} + \alpha P (R \ \& \ D) \end{aligned} \quad (5).$$

На рис. 5 показано траєкторії P і $(R\&D)$ за моделлю (5).

Вже за зовнішнім виглядом траєкторій, що показано на рис. 1—5, можна зробити якісний висновок про наявність або відсутність симбіотичних взаємовідносин між економічними

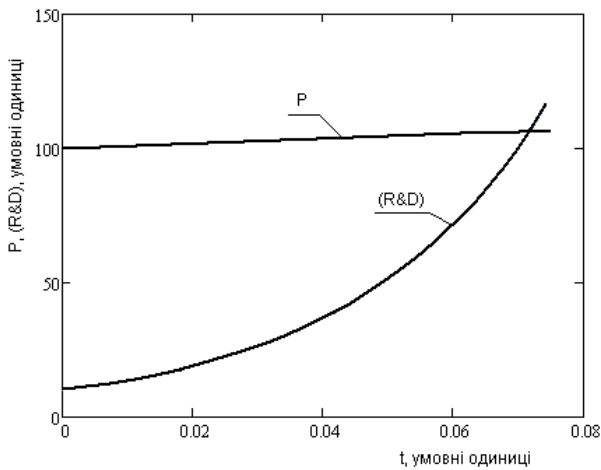


Рис. 5. Траєкторії розвитку фірми 1 і фірми 2 за моделлю (4)

($a = 0, b = 0,3$); ($r_1 = 1, r_2 = 0, K_1 = 1000, K_2 = 2000, P_{t=0} = 100, (R\&D)_{t=0} = 10$)

агентами, але більш цікавим є розв'язання зворотної задачі: визначення за реальними траєкторіями розвитку параметрів моделі. Однак побудова таких траєкторій пов'язана, по-перше, з труднощами одержання повноцінних статистичних даних, оскільки у відкритих звітах фірм у плани науково-технічного прогресу включають витрати, які не приводять до збільшення доданої вартості (наприклад, розвиток складських приміщень, фарбувальних і транспортних цехів тощо); по-друге, з конфіденційністю даних. Стверджують також, що як для фірми, так і для галузі взагалі важко визначити, яка частина прибутку може віднесена за рахунок інновацій, тим більше, що за рахунок інерційності процесів частина сьогоденного прибутку може бути наслідком минулих інновацій, а в статистичних звітах показують не чистий прибуток, а обсяг реалізованої продукції, "неочищений" від податків, собівартості, повернень кредитів тощо, тому будь-які математичні розрахунки недоречні [14].

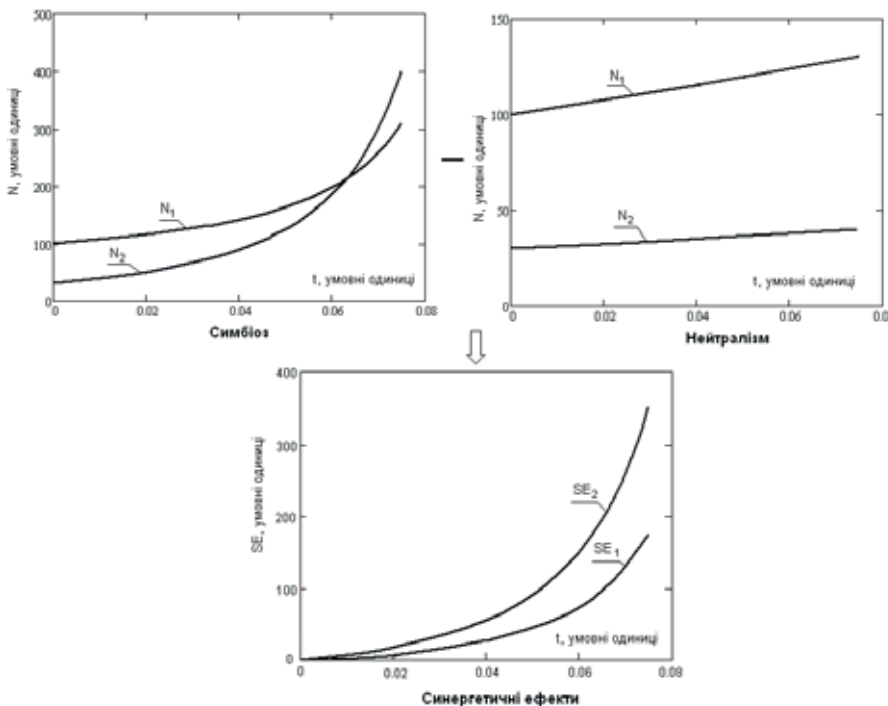


Рис. 6. Графічне визначення синергетичних ефектів

($a = 0; 0,1, b = 0; 0,2, r_1 = r_2 = 4, K_1 = K_2 = 1000, N_{01} = 100, N_{02} = 30$)

Різниця між рівняннями, які описують симбіотичний і нейтральний розвиток, є синергетичні ефекти SE від кооперації популяцій (підприємств). Для прикладу на рис. 6 показано динаміку зміни синергетичних ефектів для симбіотів, з довільно обраними параметрами розвитку.

З рис. 6 видно, що завдяки більшому позитивному впливу першого симбіоту на другий швидкість збільшення синергетичного ефекту другого більше, ніж першого.

Більш перспективну, ніж модель Лоткі-Вольтерра, мутуалістичну модель, запропонували Голленд та ін. [6]:

$$\frac{dN_2}{dt} = B_n N_2 - dN_2 - gN_2^2 \quad (6),$$

де N_2 — розмір популяції мутуаліста 2 (в наших позначеннях величина витрат на дослідження і розробку (R&D); B_n — мережний (синергетичний) ефект мутуаліста 2; d — коефіцієнт смертності (витрата доходу на організацію альянсу); g — ферхюльстівський коефіцієнт самообмеження (коефіцієнт ворожнечі).

У чисельних експериментах Голленд спостерігав як безмежну лінійну динаміку росту мутуаліста 2, так і уповільнення росту до виходу траєкторії на плато (ефект насичення). В першому випадку синергетичний ефект був постійний, для другого ефект збільшувався з нелінійним збільшенням N_2 і так само виходив на плато. Крім того, виявився і так званий "унімодальний випадок", коли після досягнення насичення синергетичний ефект щезає.

Для першого випадку з лінійною динамікою росту мутуаліста 2:

$$B_n = mN_1 + a \quad (7),$$

де $m > 0, a \leq 0$.

Для другого і унімодального випадків відповідно:

$$B_n = \frac{\gamma_1 N_1}{1 + \gamma_1 N_1} \quad (8);$$

$$B_n = \frac{\gamma_1 N_1}{1 + \gamma_1 N_1} - \frac{\gamma_2 N_1}{1 + \gamma_2 N_1} \quad (9)$$

У рівнянні (8) γ_1 є коефіцієнт росту синергетичного ефекту для мутуаліста 2 як функція популяції мутуаліста 1. У рівнянні (9) γ_1 і γ_2 ($\gamma_1 > \gamma_2$) є коефіцієнти, за яких величини прибутку і витрат зростають.

На рис. 7 показано величини ефективності об'єднання залежно від моделей мутуалізму за моделями Голленда.

З рис. 7 можна бачити досить велику різноманітність відгуків мутуаліста 2 залежно від розміру мутуаліста 1, що дає можливість обрати ту чи іншу модель для опису реального конкретного процесу і подальшого її використання як предиктора.

Розмір (R&D) залежить не тільки від прибутку P, але й від розміру основного капіталу фірми Косн. Інтуїтивно можна передбачити, що величина (R&D) прямо пропорційна $K_{осн}$ (чим більше багата фірма, тим більше вона виділяє фінансової підтримки науково-технічним дослідженням). Насправді це не так, і ця залежність має склад-

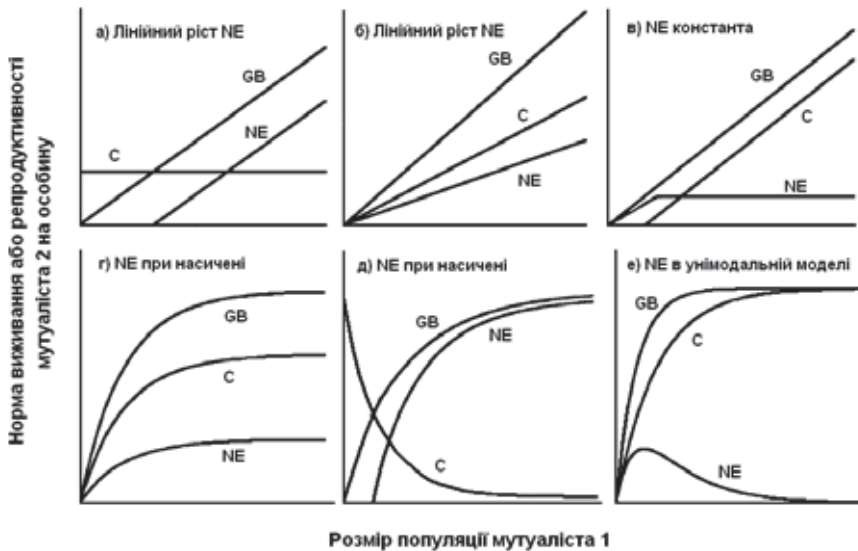


Рис. 7. Потенціальні криві функціонального відгуку норми виживання та/або репродукції мутуаліста 2 як функції розміру популяції мутуаліста 1

NE — net effect (чиста ефективність об'єднання); GB — gross benefit (сумарна вигода); C — costs (витрати на об'єднання) [6]

ний нелінійний характер. Як приклад, можна навести рівняння В. Квасневського, яке він застосовував як одну з рутин в комп'ютерній симуляційній моделі розвитку промислової фірми [15]:

$$(R \& D) = \left(\frac{h_2}{e^{h_1 K_{осн}} + h_0} \right) K_{осн} \quad (10),$$

де h_0, h_1, h_2 — константи.

Чим більше $K_{осн}$, тим менше $\frac{h_2}{e^{h_1 K_{осн}}}$. За дуже великої

величини $K_{осн}$ $(R \& D) = h_0 K_{осн}$, тобто одержуємо якусь постійну величину, наприклад, $0,01 K_{осн}$. Це і є мінімум вкладення грошей в інноваційні розробки для багатих фірм (1% від основного капіталу).

За умови $K_i \rightarrow 0$, одержуємо максимум вкладення грошей в інновації для малих фірм: $R_i = (h_2 + h_0) K_i$. Можна припустити, що при мінімуму K_i $h_2 + h_0 = 1$, тобто в R&D вкладається увесь наявний капітал (якого може і не бути зовсім), тобто $h_2 = 0,99$.

Припустимо, маємо $K_{осн} = 100$ умовних одиниць. При цьому одержано

$$R_i = \left(\frac{0,99}{e^{h_1 \cdot 100}} + 0,01 \right) 100 = 3 \quad (\text{тобто на } R\&D$$

витрачається 3% капіталу). В такому випадку маємо $h_1 = 0,039$

Графік залежності $(R \& D) = f(K_{осн})$ або

$$(R \& D) = \left(\frac{0,99}{e^{0,039 K_{осн}}} + 0,01 \right) K_{осн}$$

на рис. 8.

Можна бачити, що зі збільшенням капіталу мала фірма повинна витрачати якомога більше грошей на дослідження. Пік припадає на $K_{осн} = 25,64$. При цьому витрати становлять $9,59 \cdot 100 / 25,64 = 37,4\%$. Після цього витрати на дослідження зменшуються. Після досягнення великого капіталу фірма повільно і лінійно нарощує витрати на НДР (1% від K).

Однак новітніми дослідженнями [4] встановлено, що розмір фірми не впливає на розмір фінансування НДР. В масштабах європейських країн ця величина становить $\sim 1\%$ від ВВП, а в США — $\sim 2\%$, але на рівні фірм цей відсоток визначити неможливо. Результати практичних досліджень методом опитування викладені в роботі [16], в якій непрямо підприємства розглядаються з погляду еволюційної економіки. Стверджується, що інноваційні підприємства вкладають в науково-дослідні роботи від 3,3 до 5% від прибутку, хоча потреба в цьому, з погляду самих інноваційних підприємств, повинна становити не менше 9% (у технологічно розвинених країнах — не менше 20%). Огляд 300 міжнародних компаній, які витрачали більше всіх на R&D (Universal Research and Development), показав, що середній рівень інвестицій в науку становив близько 4,6% від обсягу продажів. Більячно і Пьянта розуміють, що для малих фірм цей відсоток повинен

бути більшим, але він є занадто малим внаслідок труднощів з одержанням банківських кредитів на ризикове фінансування НДР. Ці автори зазначають, що навіть у багатій Європі венчурних фондів вкрай недостатньо, отже, на фінансування НДР фірми повинні розраховувати на свої можливості або на державну підтримку.

Зауважимо, що відповідності з (10) мала фірма розпочинає діяльність з того, що вкладає свій капітал (або банківський кредит) у НДР. Насправді, фірма ніколи не розпочинає свою діяльність саме з пошукових робіт, оскільки, перш ніж зареєструвати фірму, вона має науково-технічний доробок, тому рівняння (10) потрібно модифікувати:

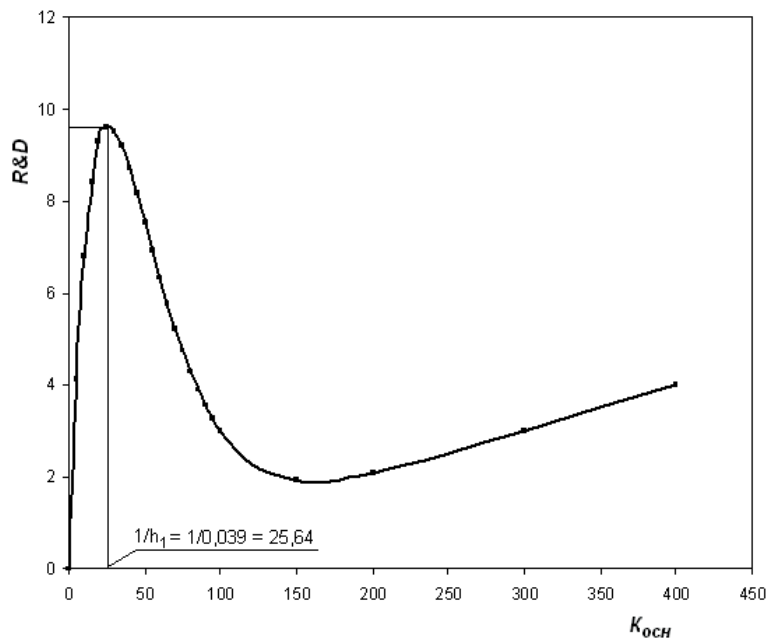


Рис. 7. Графік $(R \& D) = \left(\frac{0,99}{e^{0,039 K_{осн}}} + 0,01 \right) K_{осн}$

$$(R \ \& \ D) = \left(\frac{h_2}{e^{h_1 K_{осн}}} + h_0 \right) K_{осн} - k \quad (11),$$

де k — деяка величина, яка характеризує науково-технічний доробок нової фірми.

Якщо взяти до уваги (11), то модель (1) набуде вигляду системи не звичайних операторних диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{dP}{dt} &= r_1 P \frac{K_1 - P}{K_1} + \beta P * f(K_{осн}) \\ \frac{df(K_{осн})}{dt} &= r_2 f(K_{осн}) \frac{K_2 - f(K_{осн})}{K_2} + \alpha P * f(K_{осн}) \end{aligned} \quad (12).$$

Крім зазначених поправлень до моделі (12), моделі як Голленда, так і (12) потребують урахування часу затримки відгуку виробництва на прийняті до впровадження інноваційні рішення (лагу). В країнах Європи лаг становить 3—4 роки [4]. З урахуванням поправлення на лаг, траєкторії P і $(R\&D)$ за моделлю (1) матимуть вигляд (рис. 9).

Відтак, моделі як Голленда, так і (12) потребують математичної доробки і подальших досліджень з використанням реальних статистичних даних.

ВИСНОВКИ

Проведенні дослідження дозволяють зробити ряд наступних узагальнень.

1. Прийняття до впровадження інноваційних пропозицій, які викликать синергетичний ефект за рахунок збільшення доданої вартості, супроводжується виникненням симбіотичних зв'язків між виробничими та науково-дослідними фірмами або підрозділами у складі концерну.

2. Для математичного опису симбіозу і розрахунку синергетичного ефекту з прогностичною метою у першому наближенні можна використовувати модель Лоткі-Вольтерра. Однак ця модель має суттєві недоліки: обмежену область дійсних рішень, логістична і мутуалістична складові системи рівнянь моделі є незалежними, необхідність масштабування часової координати.

3. Симбіотична модель Голленда у порівнянні з моделлю Лоткі-Вольтерра є досконалішою, однак обидві моделі потребують математичної доробки для врахування лагу і введення залежності обсягу НДР від основного капіталу інноваційних фірм.

4. Практичне використання модифікованих моделей для аналізу економічної діяльності інноваційних фірм можливе за умов наявності надійних статистичних даних, які стосуються витрат на НДР, основного капіталу фірми, лагу і прибутку, одержаного за рахунок реалізації інноваційного продукту.

Література:

1. Schumpeter J. Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung. — Leipzig: Dunker & Humblot, 1912.
2. Шумпетер Й. Теория экономического развития: Пер. с нем. — М.: Прогресс, 1989. — 445 с.
3. Лоуэлл С. Технологически эффективное предприятие // Как добиться успеха. — М.: Политиздат, 1991. — 189 с.
4. Francesco Bogliacino and Mario Pianta. Profits, R&D and Innovation: a Model and a Test // Institute for Prospective Technological Studies (IPTS). WORKING PAPER on CORPORATE R&D AND INNOVATION. — № 2010/05: iri.jrc.ec.europa.eu/papers/2010_JRC58871_WP5.pdf
5. Третьяк О.А., Румянцев М.Н. Сетевые формы межфирменной кооперации: подходы к объяснению феномена // Российский журнал менеджмента. — 2003. — Выпуск

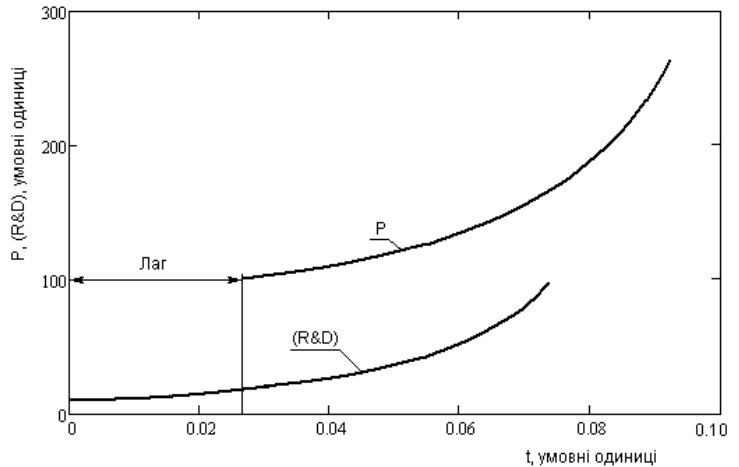


Рис. 9. Траєкторії розвитку фірми 1 і фірми 2 за моделлю (1) з лагом

($\alpha=0,3, b=0,2, r_1=5, r_2=1, K_1=500, K_2=200, P_{t=0}=100, (R\&D)_{t=0}=10$)

1. — С. 77—102.

6. Holland N.J., DeAngelis D.L., Bronstein J.L. Population Dynamics and Mutualism: Functional Responses of Benefits and Costs // The American Naturalist. — 2002. — V. 159, № 3. — P. 231—244.

7. Yukalov V.I., Yukalova E.P., Sornette D. Modelling symbiosis in biological and social systems. — arXiv:1003.2092v1 [physics.bio-ph] 10 Mar 2010. — <http://arxiv4.library.cornell.edu/abs/1003.2092>.

8. Петрищева И.В. Синергетический эффект при взаимодействии предприятий малого и крупного бизнеса. // Инновационное образование и экономика. — 2009. — № 4. — С. 87—89.

9. Barnett W. P., Carroll G. R. Competition and mutualism among early telephone companies. // Administrative Science Quarterly. — 1987. — № 3. — P. 400—421.

10. Baum J. A. C., Singh V. J. 1994. Organizational Niches and the Dynamics of Organizational Mortality // American Journal of Sociology. — 1994. — № 2. — P. 346—380.

11. Swaminathan A. The proliferation of specialist organizations in the American wine industry, 1941-1990 // Administrative Science Quarterly. — 1995. — № 40. — P. 653—680.

12. Moshe Yanai. The effect of the brewery industry on the evolution of the metal can industry. — The Regional Economics Applications Laboratory (REAL) of the University of Illinois, 2004: www.uiuc.edu/unit/real/

13. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование (Theorie mathematique de la lutte pour la vie, 1931): пер. с франц. под ред. Ю.М. Свиричева. — Москва: Наука, 1976. — 286 с.

14. Розенберг Н. Как Запад стал богатым: экономическое преобразование индустриального мира: www.read-onby.ru/kak_zapad_stal_bogatym_ekonomicheskoe...

15. Kwasnicka H., Kwasnicki W. Market, Innovation, Competition. An evolutionary model of industrial dynamics // Journal of Economic Behavior and Organization. — 1992. — V. 19. — P. 343—368.

16. Кузнецов Б., Кузык М., Симачев Ю., Цухло С., Чулок А. Особенности спроса на технологические инновации и оценка потенциальной реакции российских промышленных предприятий на возможные механизмы стимулирования инновационной активности: http://www.hse.ru/temp/2006/files/20060404-06/20060405_kuzne...

Стаття надійшла до редакції 16.02.2011 р.