

УДК 330.342.3:330.46

Іванченко Г.Ф.

кандидат технічних наук, доцент,  
професор кафедри інформаційних систем в економіці  
Київського національного економічного університету  
імені Вадима Гетьмана

Далайін Бадер Омар Ахмад  
аспірант кафедри інформаційних систем в економіці  
Київського національного економічного університету  
імені Вадима Гетьмана

## ТРОФІЧНІ ВІДНОШЕННЯ В ЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСАХ ЗЛИТТЯ ТА ПОГЛИНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

### TROPHIC RELATIONS IN THE EVOLUTIONARY PROCESS OF MERGERS AND ACQUISITIONS

#### АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто еволюційні методи та підходи, які використовуються для дослідження моделі, яка описує динаміку чисельності популяцій, що взаємодіють за принципом «хижак – жертва», у трофічній мережі відносин: «продуцент» → «сировина» → «консумент – потенційний конкурент» → «покупець – господарюючий суб'єкт (потік грошових коштів)» для підприємств молочної промисловості. Обґрунтовано, що введення аналогії з моделями чисельності популяцій у біології дозволяє отримати результати еволюційного прогнозування синергетичного ефекту M&A.

**Ключові слова:** хижак, жертва, трофічній мережі відносин, продуцент, консумент, еволюція, популяція, трофічні ресурси, M&A, синергетичний ефект, трофічний граф, чистий приведенний ефект синергії.

#### АННОТАЦІЯ

В статье рассмотрены эволюционные методы и подходы, используемые для исследования модели, описывающей динамику численности популяций, взаимодействующих по принципу «хищник – жертва», в трофической сети отношений: «продуцент» → «сырье» → «консумент – потенциальный конкурент» → «покупатель – хозяйствующий субъект (поток денежных средств)» для предприятий молочной промышленности. Обосновано, что введение аналогии с моделями численности популяций в биологии позволяет получить результаты эволюционного прогнозирования синергетического эффекта M&A.

**Ключевые слова:** хищник, жертва, трофические сети отношений, продуцент, консумент, эволюция, популяция, трофические ресурсы, M&A, синергетический эффект, трофический граф, чистый приведенный эффект синергии.

#### ANNOTATION

The article describes the evolutionary methods and approaches used to study the model describing the dynamics of populations interacting on a «predator – prey» in the food web of relations: «producer» → «raw» → «consumer – potential competitor» → «an economic purchasing subject (cash flow)» for the dairy industry. It is proved that the introduction of similar models of populations in biology allows you to predict the result of evolutionary synergies M&A.

**Keywords:** predator, victim trophic network of relationships, producers, Consumer, evolution, population, trophic resources, M&A, a synergistic effect, trophic graph, the net present synergy.

**Постановка проблеми.** Останніми роками дослідники намагаються застосувати ідеї еволюційного проектування систем (Evolutionary Systems Design – ESD) як основу для проектів моделювання процесів управління підприємством. ESD засноване на загальній теорії еволю-

ції (General Evolution Theory) і методології конструювання соціальних систем (Social Systems Design), доповнених критичною теорією систем (Critical Systems Theory).

Якщо еволюція в біології – це зміна організації тіла тварин, то на рівні підприємства – це зміна організації підприємства і його підсистем [6].

Еволюційний підхід в економічній науці сформувався на стику різних наукових напрямів [2]. Основні принципи еволюційного підходу в економіці були запозичені з еволюційної біології. Економічні явища володіють деякими властивостями, характерними для фізичних процесів: еволюційністю, стохастичністю, наявністю процесів, що самопідтримуються [1]. Передбачається, що в економічній системі існують аналоги механізмів спадковості, мінливості, природного відбору і різноманітності, а в економічній популяції підприємства конкурують один з одним за загальні трофічні ресурси.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Перша модель, яка описує динаміку чисельності (щільність) двох популяцій, що взаємодіють за принципом «хижак – жертва», була запропонована незалежно А. Лотка (1925 р.) і В. Вольтерра (1931 р.) [5].

У 1936 р. А.Н. Колмогоров [4] запропонував використовувати для опису динаміки системи «хижак – жертва» наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1 g_1(N_1, N_2) \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2 g_2(N_1, N_2) \end{cases},$$

де  $N_1$  – чисельність популяції «потенційний конкурент»;

$N_2$  – чисельність популяції «господарюючий суб'єкт»;

$g_1 = \varepsilon_1 - \gamma_1 N_2$ ,  $g_2 = \gamma_2 N_1 - \varepsilon_2$  – коефіцієнти синергетичного ефекту еволюційного приросту (або зменшення) популяції підприємств.

Залежно від вибору коефіцієнтів модель описує або боротьбу підприємств за загальний

ресурс, або взаємодію поглинання типу «господарючий суб'єкт – потенційний конкурент», коли одне підприємство поглинається іншим.

Кожна економічна система здійснює перетворення деякого набору ресурсів в продукцію. Незалежно від спеціалізації системи і специфіки її функціонування, по суті, типи використовуваних нею ресурсів однакові – основні засоби, оборотні кошти і праця. Додаткові параметри системи можуть характеризувати чутливість виробництва популяції «потенційного конкурента» до браку ресурсу і найбільшого темпу попиту на продукцію підприємства популяції «господарючий суб'єкт», готовність виробників задовольняти наявний попит на продукцію і також темпи згорання виробництва даного виду продукції за відсутності попиту «потенційного конкурента» і т.п.

Стратегічним фактором успіху компанії на внутрішньому і зовнішньому ринках є збільшення її ринкової вартості, що здійснюється через фінансування як за рахунок власних, запозичених засобів, так іншої компанії за допомогою складного механізму M&A (Mergers&Acquisitions).

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Одним з основних мотивів M&A є прагнення отримати синергетичний ефект, тобто створити вартість, яка перевищує сепаративну вартість компаній, що поглинаються, за рахунок використання активів обох компаній.

В основу математичної моделі динаміки конкуренції по аналогії з моделями чисельності популяцій у біології «хижак – жертва» покладено визначення балансу сумарної чисельності популяції. Для економічної системи це може бути обсяг виробництва, прибуток, ціна акцій, кількість клієнтів і т. д.

Якщо в системі конкурують декілька популяцій фірм, підприємств, організацій, то рівняння динаміки для кожної з них необхідно доповнити перехресними зв'язками, взаємним впливом один на одного.

**Мета статті** полягає у дослідженні трофічних відносин в еволюційних процесах злиття та поглинання підприємств.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розглянемо систему «хижак – жертва» з урахуванням нелінійності розмноження жертви при малій щільності популяції і конкуренції жертв, для простоти обмежившись граничним випадком. Позначимо популяції блоками, а трофічні відносини між ними – стрілками, що указують напрями потоків речовини – енергії, прибутку. Очевидно, що існують лише два типи зв'язків трофічного графа системи. Граф, зображений на рис. 1 зліва направо лінією, назвемо прямим зв'язком популяції мережі, а зображений справа наліво зворотним зв'язком – циклом.

Цей граф задає лише відносини між популяціями в системі. Для того щоб уявити собі функціонування системи загалом, ми повинні крім того знати, як поводитись кожна з чотирьох вхідних популяцій у динамічному співтоваристві окремо.

Комплекс сценаріїв (табл. 1), що дозволяє відображати можливі умови зовнішнього середовища (у т. ч. економічної політики держави) досліджуваної популяції, містить різні набори функції і параметрів підсистем середовища, вплив яких позначений у таблиці стрілками (L, J).

Тип трофічної функції можна інтерпретувати як результат сумарного урахування двох елементарних чинників: нелінійного характеру залежності швидкості M&A від щільності популяції жертви при малій щільності і насичення хижака при великій щільності популяції жертви.

Економічні явища володіють деякими властивостями, характерними для фізичних процесів: нерівноважністю, стохастичністю, наявністю процесів, що самопідтримуються.

Побудова динамічної моделі спирається на значне спрощення ситуації, яка досліджується. Однак навіть досить грубе спрощення дозволяє глибше зрозуміти сутність процесів еволюції популяцій. Методами якісного дослідження ми маємо можливість виявити наслідки тих

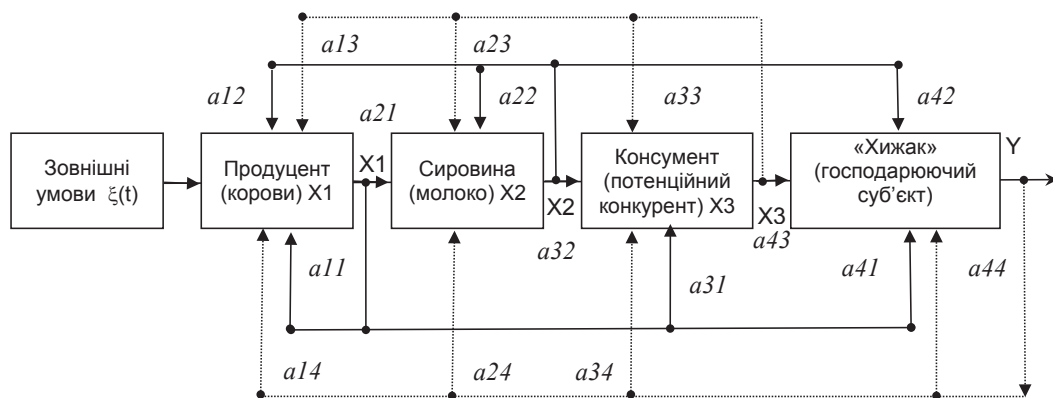


Рис. 1. Трофічний граф мережі відносин: «продукт» → «сировина» → «консумент – потенційний конкурент» → «покупець – господарючий суб'єкт (потік грошових коштів)» при реалізації факультативного хижацтва

Таблиця 1

Популяції		«продукент» Корови	«сировина» Молоко	«консумент потенційний конкурент»	«покупець – господарючий суб'єкт»	Коефіцієнт доступності трофічного ресурсу
Змінні		x1	x2	x3	y	
«продукент» Корови	x1	a11	a12 ⌊	a13 ⌊	a14 ⌊	K1
«сировина» Молоко	x2	a21 ⌊	a22	a23 ⌊	a24 ⌊	K2=f(K1)
«консумент – потенційний конкурент»	x3	a31 ⌊	a32 ⌊	a33	a34 ⌊	K3=f(K1,K2)
«покупець – господарючий суб'єкт»	y	a41 ⌊	a42 ⌊	a43 ⌊	a44	K4=f(K1,K2,K3)

чи інших заходів впливу на досліджувану систему, вивчаючи результати зміни параметрів моделі. Такий аналіз дуже важливий, оскільки насправді в економічних реаліях нечасто вдається знайти явне рішення диференціальних рівнянь, особливо нелінійних.

Не буває двох абсолютно ідентичних процесів злиття, тому в розрахунках використовуються усереднені ринкові еволюційні мультиплікатори, до того ж порівняльний підхід не дозволяє виявити всі потенційні джерела синергії. Тому, на нашу думку, на основі даного підходу можна набути лише приблизного значення ефекту синергії.

З урахуванням вищевикладеного представляється доцільним використовувати величину ефекту синергії на основі – *NPVS* (Net present value synergies) чистого приведенного ефекту синергії. Якщо в системі конкурують декілька «популяцій» – фірм, підприємств, організацій, то система диференціальних рівнянь, що описують економічну систему, має вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = a_{11} * (x_1(t) - \frac{x_1(t)^2}{K_1}) + a_{12} * x_1(t) * x_2(t) - a_{13} * x_1(t) * x_3(t) - a_{14} * x_1(t) * y(t) - \xi(t) \\ \frac{dx_2}{dt} = a_{22} * (x_2(t) - \frac{x_2(t)^2}{K_2}) + a_{21} * x_2(t) * x_1(t) - a_{23} * x_2(t) * x_3(t) - a_{24} * x_2(t) * y(t) \\ \frac{dx_3}{dt} = a_{33} * (x_3(t) - \frac{x_3(t)^2}{K_3}) + a_{31} * x_3(t) * x_1(t) + a_{32} * x_3(t) * x_2(t) - a_{34} * x_3(t) * y(t) \\ \frac{dy}{dt} = a_{44} * (y(t) - \frac{y(t)^2}{K_4}) + a_{41} * y(t) * x_1(t) + a_{42} * y(t) * x_2(t) + a_{43} * y(t) * x_3(t) \\ NPVS = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta y_i}{(1+r)^i} - P - E; \end{cases}$$

де  $x_i(t)$  – чисельність популяції трофічної мережі для економічної системи. Це може бути, відповідно: обсяг виробництва, прибуток, ціна акцій, кількість клієнтів, питомі доходи  $i$ -го підприємства (популяції) на одиницю капіталу;

$a_{ij}$  – усереднені ринкові еволюційні мультиплікатори;

$a_{ii}$  – мультиплікатор збільшення швидкості росту питомих доходів  $i$ -го підприємства, залежить від джерела доходів. Чим краще положення підприємства, тим більше  $a_{ii}$ ;

$y(t)$  – чисельність популяції «покупець – господарючий суб'єкт»;

$\Delta y_i$  – потік грошових коштів для акціонерів під час M&A;

$K2=f(K1)$ ,  $K3=f(K1,K2)$ ,  $K4=f(K1,K2,K3)$  – коефіцієнти доступності трофічних ресурсів;

$\frac{x_i(t)^2}{K_j}$ ,  $\frac{y(t)^2}{K_4}$  – зниження швидкості росту питомих доходів підприємства через вплив конкуруючих підприємств, урахування внутрішньовидової популяційної конкуренції пов'язане з «конкуренцією» за ресурси (трудові, природні, інформаційні і т. д.). Забезпечує зворотний зв'язок;  $i, j = 1, 2, 3$ ;

$\frac{dx_i}{dt}$ ,  $\frac{dy}{dt}$  – збільшення швидкості росту питомих доходів  $i$ -го підприємства, залежне від джерела доходів;

*NPVS* (Net present value synergies) – чистий приведений ефект синергії;

$r_e$  – ставка дисконтування;

$P$  – премія, що виплачується при поглинанні акціонерам;

$E$  – витрати покупця в ході M&A.

Третя стадія життєвого циклу добіфуркаційного періоду розвитку підприємства –віолентна (від. лат. *violent* – шалений, силовий). Віолент (біологічний аналог) – рослина з особливим типом стратегії поведінки, що вимагає для свого розвитку стабільних умов середовища, багатого ресурсами, яка відрізняється низькою продуктивністю і високою конкурентною здатністю.

**Висновки.** Результати еволюційного прогнозування синергетичного ефекту M&A у період третьої стадії життєвого циклу добіфуркаційного періоду розвитку підприємства на прикладі трофічної мережі підприємств молочної промисловості наведено на рис. 2.

У цей період підприємство досягає зрілого стану, стійкого положення на ринку. Конкурентоспроможність його висока, підприємство відчуває себе впевнено. Це етап вироблення структури. Підприємство збільшує випуск продукції і розширює ринок надання послуг. Керівники виявляють нові можливості розвитку. Структура підприємства стає більш комплексною і відпрацьованою. Механізм ухвалення рішень децентралізований.

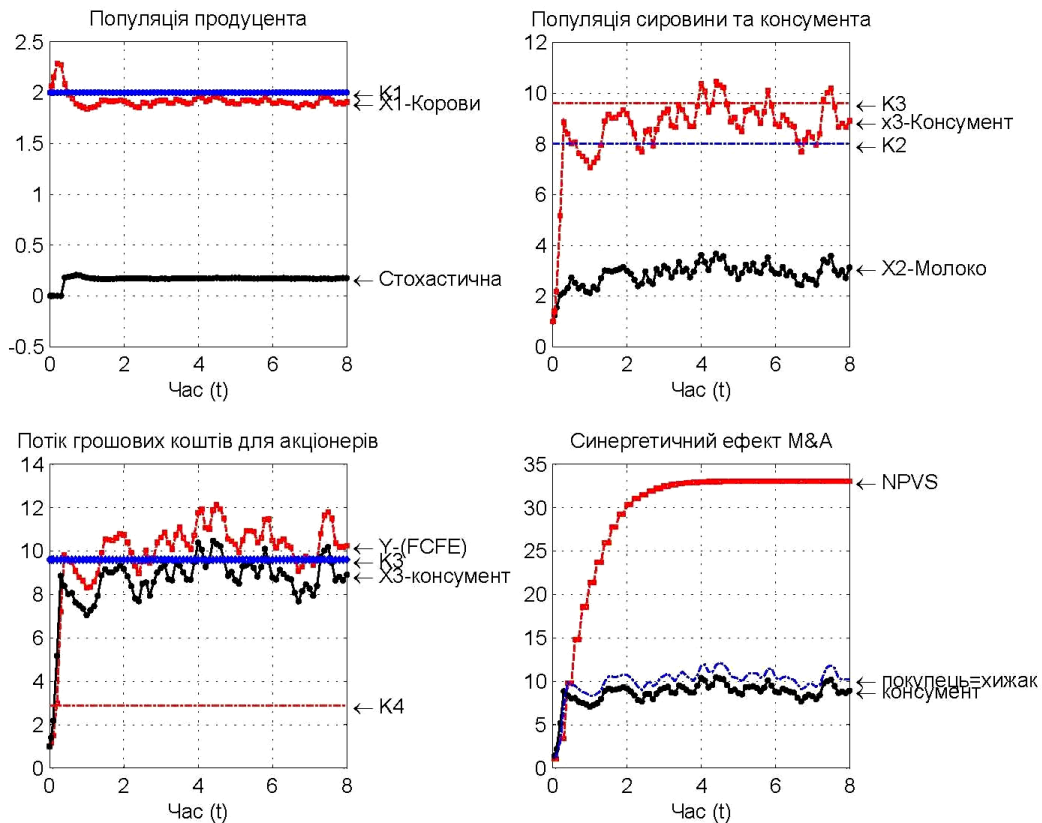


Рис. 2. Динаміка доходів у системі третьої стадії життєвого циклу добіфуркаційного періоду розвитку підприємства (сценарій «Віолент»)

Структура підприємства стабілізується, вводяться правила, визначаються процедури. Упор робиться на ефективність інновацій і стабільність. Органи по виробленню і ухваленню рішень стають провідними компонентами підприємства. Зростає роль вищої керівної ланки підприємства, процес ухвалення рішень стає більш зваженим, консервативним. Ролі уточнені таким чином, що вибуття тих або інших членів підприємства не викликає серйозної небезпеки.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Далайін Б.О.А., Іванченко Г.Ф. Еволюційна теорія та проблеми моделювання процесів управління підприємством / Б.О.А. Далайін, Г.Ф. Іванченко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». – 2014. – Вип. 8. – Ч. 3. – С. 224–228.
2. Іванченко Г.Ф. Прикладні системи штучного інтелекту : [навч. посіб.] / Г.Ф. Іванченко. – К. : КНЕУ, 2014. – 630 с.
3. Базыкин А.Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций / А.Д. Базыкин. – М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований. 2003. – 368 с.
4. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций / А.Д. Базыкин. – М. : Наука, 1985. – 165 с.
5. Базыкин А.Д. Система Вольтерра и уравнение Михаэлиса-Ментен / А.Д. Базыкин // Вопросы математической генетики. – Новосибирск, 1974. – С. 103–143.
6. Нельсон Р., Уинтер С. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Нельсон, С. Уинтер. – М. : Финстатинформ. – 474 с.