

«М'ЯГКЕ» МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

СЕРИКОВ А. В., ГРАНЬКО Е. Б.

УДК 658.011.1

Сериков А. В., Гранько К. Б. «М'яке» моделювання наслідків розподілу інвестицій для забезпечення стратегії розвитку підприємства

На основі «м'якого» моделювання запропоновано процедуру розподілу інвестицій між альтернативами, що спрямовані на посилення сил прискорення і послаблення сил гальмування, які виявляються внаслідок процедури SWOT-аналізу.

Ключові слова: «м'яке» моделювання, сили прискорення та сили гальмування, стратегія розвитку підприємства.

Рис.: 3. **Формул:** 12. **Бібл.:** 8.

Сериков Анатолий Васильевич – кандидат фізико-математичних наук, професор, професор кафедри менеджменту, Харківський національний університет будівництва та архітектури (вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна)

E-mail: sanatoliy@rambler.ru

Гранько Катерина Борисівна – аспірантка, кафедра фінансів і кредиту, Харківський національний університет будівництва та архітектури (вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна)

E-mail: kgranko@mail.ru

УДК 658.011.1

Сериков А. В., Гранько Е. Б. «Мягкое» моделирование последствий распределения инвестиций для обеспечения стратегии развития предприятия

На основе «мягкого» моделирования предложена процедура распределения инвестиций между альтернативами, направленная на усиление сил ускорения и ослабление сил торможения, которые выявляются в результате процедуры SWOT-анализа.

Ключевые слова: «мягкое» моделирование, силы ускорения и силы торможения, стратегия развития предприятия.

Рис.: 3. **Формул:** 12. **Библ.:** 8.

Сериков Анатолий Васильевич – кандидат физико-математических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина)

E-mail: sanatoliy@rambler.ru

Гранько Екатерина Борисовна – аспирантка, кафедра финансов и кредита, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина)

E-mail: kgranko@mail.ru

UDC 658.011.1

Serikov A. V., Granko Y. B. «Soft» Modeling of the Consequences Distribution of Investment to Provide an Enterprise Development Strategy

On the basis of «soft» modeling procedure is proposed distribution of investments between the alternatives, aimed to enhance forces acceleration and to inhibition forces attenuation, which are identified by the SWOT-analysis procedures.

Key words: «soft» simulation, forces of acceleration and forces of inhibition, an enterprise development strategy.

Pic.: 3. **Formulae:** 12. **Bibl.:** 8.

Serikov Anatoliy V. – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Professor, Professor, Department of Management, Kharkiv National University of Construction Engineering and Architecture (vul. Sumska, 40, Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: sanatoliy@rambler.ru

Granko Yekaterina B. – Postgraduate Student, Department of Finance and Credit, Kharkiv National University of Construction Engineering and Architecture (vul. Sumska, 40, Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: kgranko@mail.ru

Сталий розвиток будь-якої важливої для життєдіяльності людини справи – це одне з головних завдань стратегічного управління цією справою. Серед стратегій підприємств найбільш перспективною признається стратегія збалансованого прибуткового зростання [7, с. 11 – 13]. Для її реалізації підприємство вимушене напрацювати та демонструвати здібності до ефективного нарощування і використання всього позитивного, що є у внутрішньому та зовнішньому його середовищах, а також ослаблення всього негативного в них. Виявити такі особливості середовищ дозволяє SWOT-аналіз [2, с. 62 – 68], а SWOT-синтез – напрацювати шляхи та інструменти адекватної праці як з позитивом, так і з негативом середовищ [6]. Останнє, як правило, виявляє необхідність впровадження інновацій [4, с. 13], які потребують відповідних інвестицій [4, с. 20]. З'являється проблема розподілу інвестицій, яка заго-

струється через їхню нестачу і тому набуває найвищого ступеню актуальності.

Серед відносно нещодавніх публікацій, присвячених питанням вибору напрямків інвестування на підприємстві, можна відзначити роботу [5]. Але в ній пропонується відбирати напрямки інвестування на базі точних обчислень певних фінансово орієнтованих показників. Такий підхід дозволяє виконати аналіз альтернативних ситуацій у відносно невеликому діапазоні змін ключових показників, тому що він реалізує ідею «жорсткого» моделювання, яке є шляхом до помилкового пророцтва [1].

Мета даної статті – на основі «м'якого» моделювання, побудованого на системному підході і якісному аналізі динамічних систем, запропонувати процедуру розподілу інвестицій між альтернативами, що спрямовані на забезпечення стратегії розвитку підприємства.

Припустимо, що в результаті SWOT-аналізу виявлені всі характеристики внутрішнього та зовнішнього середовищ підприємства, що дозволяє оцінити як позитивні, так і негативні чинники (чи сили), які впливають на подальший розвиток підприємства. За результатами аналізу будується SWOT-матриця (рис. 1), в якій відображені сильні (*strength*) та слабкі (*weakness*) сторони внутрішнього середовища підприємства, а також можливості (*opportunities*) та загрози (*threats*), які продукує його зовнішнє середовище.

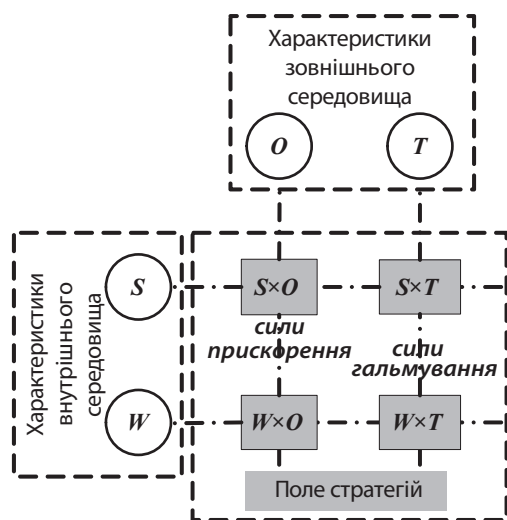


Рис. 1. SWOT-матриця

Сумісна дія факторів *S* і *O*, для позначення котрої застосуємо знак \times і запишемо $S \times O$, виявляє себе в якості сили прискорення еволюції підприємства. Комбінацію $W \times O$ можна також віднести до цієї сили (але, напевно, більш слабкою). Комбінації $S \times T$ і $W \times T$ слід сприймати як джерела негативного впливу на динаміку розвитку підприємства, котрі надалі називатимемо силами гальмування. При цьому будемо припускати, що за наслідками $S \times T \ll W \times T$ і $W \times O \gg S \times O$.

Нехай на підприємстві розроблено дві стратегічні альтернативи, які спрямовані відповідно на: (1) зростання $S \times O$, (2) зменшення $W \times T$. Ці стратегії потребують відповідних інвестицій, які будемо позначати через

$$I_j = I_j(t) \quad (j = 1, 2), \quad (1)$$

за рахунок яких будуть впроваджені інновації

$$In_j = In_j(t) \quad (j = 1, 2). \quad (2)$$

Без втрати можливості подальшого узагальнення можна погодитися, що між ними існує прямо пропорційний зв'язок, тобто

$$In_j(t) = \alpha_j \cdot I_j(t) \quad (j = 1, 2), \quad (3)$$

де α_j – коефіцієнт пропорційності, який є величиною невід'ємною ($\alpha_j > 0$), крім того, він повинен бути $\alpha_j > 1$.

У більшості випадків точна оцінка інвестицій у розбудову стратегічної альтернативи малоімовірна, але при цьому значно легше оцінити значення факторів, які є віддзеркаленням сил прискорення $x_1 = x_1(t)$ або гальмування $x_2 = x_2(t)$ процесів розвитку підприємства. У першому випадку це може бути, наприклад, обсяг виробництва або реалізації, у другому – собівартість ви-

робництва. Обидва показники мають вартісний вираз, тому можуть бути віднесені до якогось вартісного квазістаціонарного показника підприємства, наприклад, його балансової вартості за період, що передує впровадженню інновацій. З цієї причини $x_1 = x_1(t)$ і $x_2 = x_2(t)$ матимуть відносні значення.

Введемо у розгляд такі відношення

$$V_{1,2}(t) = x_{1,2}(t) / x_{2,1}(t), \quad (4)$$

які вказують на перевагу однієї сили над іншою.

Реалізація інновацій повинна супроводжуватися змінами $x_1 = x_1(t)$ і $x_2 = x_2(t)$. Очікувану динаміку доцільно описати виразом

$$\frac{dx_j(t)}{dt} = (-1)^{j+1} \beta_j \cdot In_j(t) \quad (j = 1, 2), \quad (5)$$

де β_j – визначає швидкість змін відповідної сили за рахунок інновацій ($\beta_j > 0$).

З урахуванням виразу (3) рівняння (5) трансформуються до вигляду:

$$\frac{dx_j(t)}{dt} = (-1)^{j+1} \cdot \alpha_j \cdot \beta_j \cdot I_j(t) \quad (j = 1, 2). \quad (6)$$

Інвестиції, які працюють на зміну однієї або іншої сили, повинні мати місце у випадку, коли показник впливу $V_j(t)$ більше деякого порогового значення R_j , тобто

$$I_j(t) = \gamma_j [V_j(t) - R_j] \quad (j = 1, 2), \quad (7)$$

де γ_j – коефіцієнт пропорційності ($\gamma_j > 0$), який за своїм змістом можна визначити як своєрідну норму інвестування. Величина R_j залежить від багатьох факторів, а саме: персональних оцінок і уподобань особи, яка ухвалює рішення про інвестування, вартості коштів, що залучаються на інвестування та таке інше.

Підставивши (7) в (6), остаточно можна записати

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= \rho_1 \left[\frac{x_1(t)}{x_2(t)} - R_1 \right], \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\rho_2 \left[\frac{x_2(t)}{x_1(t)} - R_2 \right], \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

де $\rho_j = \alpha_j \cdot \beta_j \cdot \gamma_j$ ($j = 1, 2$).

Це система нелінійних звичайних диференціальних рівнянь першого порядку, характерні особливості якої можна встановити за допомогою метода фазової площини [2, с. 17]. Кожному стану динамічної системи (8) відповідає пара значень (x_1, x_2) і навпаки. Декартова система координат, в котрій знаходять відображення всі стани (або фази) динамічної системи (8), зветься фазовою площиною. Точка $M(x_1, x_2)$ в ній – зображуючою точкою. Сукупність точок $M(x_1(t), x_2(t))$ на фазовій площині, положення котрих відповідає всім можливим станам системи (8) з часом, зветься фазовою траєкторією. Сукупність останніх – фазовим портретом системи [8, с. 19]. Дослідимо фазовий портрет системи (8) на площині (x_1, x_2) за допомогою так званої якісної теорії диференціальних рівнянь [2; 8].

Одним із центральних питань якісного дослідження динамічної системи є дослідження так званих особливих точок (\bar{x}_1, \bar{x}_2) , або точок рівноваги [2, с. 13]. У цих точках одночасно прямують до нуля похідні за часом від змінних x_1 та x_2 , а саме:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} \Big|_{\bar{x}_1, \bar{x}_2} &= P(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = 0, \\ \frac{dx_2}{dt} \Big|_{\bar{x}_1, \bar{x}_2} &= Q(\bar{x}_1, \bar{x}_2) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Від системи рівнянь (9) можна прийти до такої:

$$\left. \begin{aligned} \bar{x}_2 &= \frac{\bar{x}_1}{R_1}, \\ \bar{x}_2 &= R_2 \bar{x}_1 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Обидва рівняння в системі (10) є так званими рівняннями прямої лінії з кутовим коефіцієнтом [3, с. 199]. Вони описують множини стаціонарних точок, в яких похідні дорівнюють нулю і з яких утворюються прямі в першому квадранті площини (x_1, x_2) , тому що за своєю суттю x_1 і x_2 є величинами невід'ємними. Ці прямі ділять перший квадрант на три кути (рис. 2), а власно сам розподіл значною мірою залежить від значень R_1 та R_2 , які визначають величини кутових коефіцієнтів в рівняннях прямих.

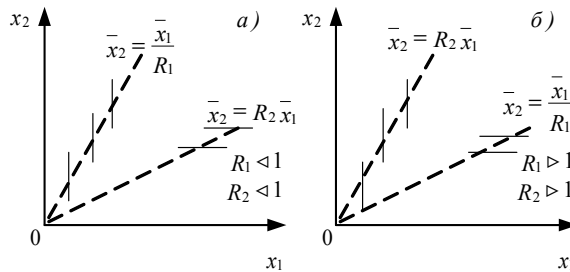


Рис. 2. Фазові площини динамічної системи (8) з множинами стаціонарних точок у вигляді переривчастих ліній:

а) при $R_1 < 1, R_2 < 1$; б) при $R_1 > 1, R_2 > 1$.

У разі вимоги позитивної динаміки для сил, що прискорюють розвиток підприємства, і негативної динаміки, – що гальмують, легко упевнитися, що водночас повинні задовольнятися вимоги: $\frac{dx_1}{dt} > 0$ та $\frac{dx_2}{dt} < 0$.

Таке буде можливим при $\frac{x_1(t)}{x_2(t)} > R_1, \frac{x_2(t)}{x_1(t)} > R_2$ та $R_1 < 1, R_2 < 1$. З перелічених умов витікає, що $\frac{x_1}{R_1} > x_2 > R_2 x_1$

(на рис. 2а вказана система нерівностей, яка задовольняється в секторі, що міститься між двома переривчастими лініями). Якщо припустити $\frac{dx_1}{dt} < 0$ та $\frac{dx_2}{dt} > 0$, то

таке можливо коли $\frac{x_1(t)}{x_2(t)} < R_1, \frac{x_2(t)}{x_1(t)} < R_2$ та $R_1 > 1, R_2 > 1$. Цьому відповідає система нерівностей $R_2 x_1 > x_2 > \frac{x_1}{R_1}$

(на рис. 2б вона задовольняється в секторі, що також міститься між двома переривчастими лініями).

Щоб виконати більш детальний аналіз можливих еволюцій у життєдіяльності підприємства, скористує-

мося методом ізоклін [8, с. 32]. Для цього з системи (8) отримуємо рівняння

$$\frac{dx_2}{dx_1} = -\rho \frac{[(x_2/x_1) - R_2]}{[(x_1/x_2) - R_1]}, \quad (11)$$

де $\rho = \rho_2 / \rho_1$ – коефіцієнт пропорційності.

Ізоклінами диференційного рівняння (11) є безліч точок площини (x_1, x_2) , в яких нахил напрямів поля, визначуваного вказаним рівнянням, один і той же. Як ізокліни рівняння (11) виступатимуть прямі $x_2 = kx_1$, де

$k > 0$. На цих прямих похідна $\frac{dx_2}{dx_1}$ дорівнює сталій величині, котра визначається за формулою

$$\frac{dx_2}{dx_1} = \rho \frac{R_2 - k}{(1/k) - R_1}. \quad (12)$$

Особливу увагу привертають так звані головні ізокліни, а саме [8, с. 33]: (1) ізокліна горизонтальних дотичних, для якої $dx_2/dx_1 = 0$, що є можливим при $k = R_2$, (2) ізокліна вертикальних дотичних, для якої $dx_2/dx_1 = \infty$, що є можливим при $k = 1/R_1$. Точкою перетину цих ізоклін, якими виступають переривчасті лінії на рис. 2, є точка з координатами $(0,0)$; це – особлива точка, котра відповідає стаціонарному стану системи (8), але в ній (за економічним змістом) відсутня дія будь-яких сил.

На рис. 3 наведено фазові портрети досліджуваної системи (8), які було побудовано за допомогою пакету прикладних програм «Matematica 7».

З фазових портретів видно, що система (8) має особливу точку $(0,0)$, яку можна віднести до типу «сідло» [8, с. 65]. Фазові траєкторії свідчать, що у випадках, коли своєчасно і одночасно інвестується достатньо коштів і в розвиток сил прискорення, і в послаблення сил гальмування – мета досягається. Якщо не приділяється достатньо уваги розвитку подій у зовнішньому і внутрішньому середовищах і при цьому неадекватно ситуації розподіляються кошти на інвестування відповідних заходів, є реальна загроза появи деструктивних процесів, що може привести до некерованих ситуацій в життєдіяльності підприємства (про це свідчить фазовий портрет на рис. 3г).

ВИСНОВКИ

У роботі вперше на основі «м'якого» моделювання доведено, що для надійного забезпечення стратегії розвитку підприємства необхідно інвестувати кошти на інновації, метою яких повинно бути посилення сил прискорення і послаблення сил гальмування, які виявляються внаслідок процедури SWOT-аналізу. Запропонований підхід дозволяє в самому загальному вигляді встановити пріоритети в інвестуванні, забезпечуючи тим самим очікувані результати. Подальші дослідження будуть пов'язані з впровадженням цих пропозицій при розв'язанні конкретних практичних питань. ■

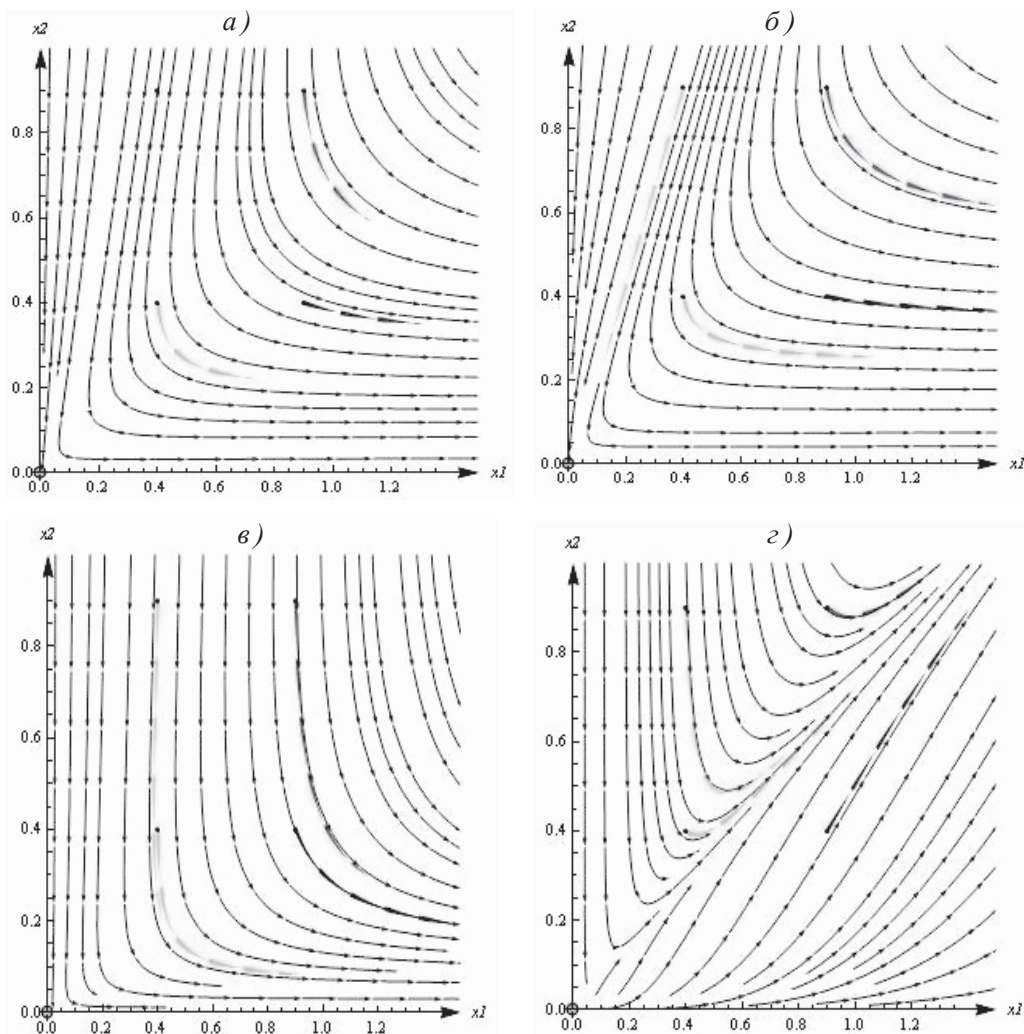


Рис. 3. Фазові портрети системи (8) при:

- а) $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,3; \beta_1 = \beta_2 = 1,0; \gamma_1 = \gamma_2 = 0,5; R_1 = 0,9; R_2 = 0,1$; б) $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,3; \beta_1 = 1; \beta_2 = 0,5; \gamma_1 = \gamma_2 = 0,5; R_1 = 0,9; R_2 = 0,1$;
 в) $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,3; \beta_1 = \beta_2 = 1,0; \gamma_1 = 0,1; \gamma_2 = 0,5; R_1 = 0,9; R_2 = 0,1$; г) $\alpha_1 = \alpha_2 = 1,3; \beta_1 = \beta_2 = 1,0; \gamma_1 = 0,1; \gamma_2 = 0,5; R_1 = 0,1; R_2 = 0,9$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели [Текст] / В. И. Арнольд. – М. : МЦНМО, 2004. – 32 с.
2. Баутин Н. Н. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. – 2-е изд., доп. [Текст] / Н. Н. Баутин, Е. А. Леонтович. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990. – 488 с.
3. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – 13-е изд., исправленное. [Текст] / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.
4. Кокурин Д. И. Инновационная экономика (управленческий и маркетинговый аспекты) [Текст] / Д. И. Кокурин, В. С. Волков, Е. И. Сафиуллина, К. Н. Назин. – М. : Экономика, 2011. – 532 с.
5. Микитюк П. П. Аналіз інвестиційно-інноваційної діяльності підприємств : Монографія. [Текст] / – Тернопіль : Тернограф, Тернопільський національний економічний університет, 2009 / – 304 с.
6. Учитель Ю. Г. SWOT-анализ и синтез – основа формирования стратегии организации. – Изд. 2-е, сущ. перераб.

и доп. [Текст] / Ю. Г. Учитель, М. Ю. Учитель. – М. : КД «ЛИБРОКОМ», 2010. – 328 с.

7. Чакраварти Б. Прибыль или рост? Почему вам не нужно делать выбор [Текст] / Бала Чакраварти, Питер Лоранж ; пер. с англ. – М. : BestBusinessBooks, 2012. – 232 с.

8. Эрроусмит Д. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями / Д. Эрроусмит, К. Плейс : Пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 243 с.