

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО БІЗНЕСУ

Проведено критичний аналіз фахової літератури щодо успішного функціонування фірми в умовах ринку з використанням комп'ютерного моделювання. Сформульовано концепти економіко-математичного моделювання динамічної траєкторії життєдіяльності малого підприємства. Запропоновано нелінійні математичні моделі процесу в економічному просторі з координатами "власний капітал - кількість працівників - запозичений капітал". Результати масштабного обчислювального експерименту над зазначеними економіко-математичними моделями динаміки відображають еволюцію подій з плином часу і описуються фазовими портретами (взаємозалежностями між координатами простору).

Ключові слова: фірма, нелінійна динаміка, математичні моделі, обчислювальний експеримент в економіці.

Роль і призначення малого бізнесу, тобто діяльності малих підприємств, для суспільства з ринковою економікою загальновідома. У зв'язку зі значною нелінійністю динаміки ринкових відносин математичне моделювання стає невід'ємною частиною економічних досліджень, ініційованих бажанням успішно вести бізнес. Адекватна ринковій ситуації поведінка суб'єкта господарювання можлива тільки за умови попереднього знання тренду перебігу подій. Але для цього треба володіти математичними методами, що описують різноманітні ситуації на ринку товарів і послуг.

Одним з основних суб'єктів економіки розвинутих країн є промислова фірма (в масштабах регіону), яка у свою чергу є складовою частиною регіональної економіки. На сьогодні розвиток малого підприємства стає необхідною умовою не тільки для ефективного функціонування країн з розвинутою економікою, а і для економіки України. На жаль, проблеми належного функціонування фірми (малого підприємства) досліджуються не надто розлого у фаховій літературі [1; 2; 3; 7; 8; 9; 10]. Тому актуальним є вивчення саме малого бізнесу з позиції економічної теорії.

Основним економічним трактатом, де розглядаються основні ідеї щодо природи фірми, які увійшли в основу трансакційної теорії вертикальної інтеграції, є праця [9]. Викладений у цій роботі підхід, що розглядає фірму як структуру управління та орієнтований на з'ясування сутності економічних витрат, зручний і корисний з точки зору наукової абстракції, також звертає особливу увагу на організаційні нововведення і для оцінки альтернативних управлінських рішень покладається не на граничний, а на порівняльний інституціональний аналіз. Однак ця теорія не підкріплена жодною математичною моделлю, яка могла б довести запропоновані в роботі теореми і провести їх економічну перевірку.

Як зазначається в працях [3; 7], одним з важливих прикладних напрямків для опису динаміки розвитку фірми є побудова математичних моделей (ММ) та її економіко-математичне моделювання. Саме в [3] розглянуто широкий спектр таких моделей, при цьому опис доведено до такого рівня, що досвідчений спеціаліст у галузі економіко-математичного

моделювання за необхідністю може самостійно розробити конкретну ММ з урахуванням того, що економічна діяльність характеризується численними і, як правило, протилежними інтересами. Так покупці хочуть купувати недорогі товари при великій відповідальності продавця; продавці, навпаки, хочуть продавати товари за високими цінами при обмеженій відповідальності за товари тощо.

У країнах з розвинутою економікою малий бізнес не тільки створює нові робочі місця на основі самозайнятості населення і збільшує рівень їх споживання, але і формує конкурентне середовище, необхідне для нормального функціонування і розвитку ринкової економіки, будівництва її ефективної антимонопольної структури.

У працях [2; 10] показано, що для того, щоб ці інтереси взаємодіяли між собою і економічна система почала нормально функціонувати, потрібно знайти такий її новий стійкий стан, де ці інтереси збіглися б. Згідно з синергетичними уявленнями для того, щоб система перейшла в новий стійкий стан, необхідно поточний стан зробити нестійким. У цьому випадку завдяки явищу біфуркації (нелінійна поведінка системи, тобто рівняння, яке описує еволюцію системи, має декілька стаціонарних рішень) у системі виникає вибір з деяких стійких станів, серед яких, можливо, знаходиться і той, заради якого було призупинено попередній. Перехід від одного стійкого стану до іншого через нестійкий стан і біфуркацію виникає в результаті зміни інтервалу значень керуючих параметрів (інтересів) – постійних величин, які входять в еволюційне рівняння. За допомогою керуючих параметрів зовнішнє середовище закріплює свої відносини з системою. Зміна останніх впливає в першу чергу на зміну напрямку розвитку системи до того або іншого стійкого стану – атрактора (ділянка фазового простору, який оточений областю тяжіння, потрапивши в яку система далі буде розвиватися тільки у напрямку цього атрактора). Отже, в зовнішніх умовах, що постійно змінюються, еволюція системи становить послідовність різних атракторів, перехід між якими відбувається через нестійкі стани і біфуркації. Послідовності, однак, можуть бути, по-перше, небажані для системи, а по-друге, хаотичні, в яких переважають процеси руйнування. Не потрапити

в область тяжіння атрактора або вийти з нього можливо тільки одним шляхом: зміною значень керуючих параметрів.

Для розв'язання цих проблем і подальшого нормального розвитку малого бізнесу корисним на часі є використання різноманітних економіко-математичних моделей. А бурхливий розвиток інформаційних технологій і економіко-математичних методів аналізу проблемних ситуацій і прийняття рішень при грамотному їх використанні сприяє вдосконаленню внутрішньофірмового управління маркетингом, постачанням, виробництвом, фінансами, продажем товарів і іншими підсистемами фірми, істотно збільшує ефективність управління.

Отже, можна зробити висновок, що в аналізованих працях розглянуті основні моменти регулювання фірми, які, однак, потребують докладних уточнень: у них детально не описано, які при цьому використовуються математичні моделі, підтверджені відповідними обчислювальними експериментами.

Мета нашої роботи - побудувати в координатах економічного простору подій, виокремивши ключові фактори діяльності малого підприємства, потрібні математичні моделі (ММ) та дослідити їх якісно та кількісно. Завдання – за допомогою комп'ютерних технологій провести якісне і кількісне дослідження розглянутих у статті ММ та їх числових параметрів, змінюючи стартові умови; на базі комп'ютерного моделювання відшукати закономірності функціонування фірми в умовах ринкової економіки.

Єдина об'єктивна можливість виробника не загубитися, вижити у складних умовах ринку, а ще краще - самому ефективно діяти на ньому, вдало скористатися своїми потенційними можливостями, вбачається у математичному моделюванні власної поведінки. Ці можливості головним чином визначаються наявністю власного капіталу, кількістю відповідальних працівників (людський потенціал фірми) та обсягом взятих кредитів. Спираючись на вищесказане, ми розглянули декілька ММ і провели обчислювальні експерименти, в яких враховуються ці чинники і взаємозв'язок між ними, що впливає у подальшому на поведінку малого підприємства.

Вважається, що успішна діяльність фірми (малого підприємства) в ринкових умовах забезпечується такими трьома економічними чинниками: кількістю працюючих Y_1 , обсягом власного капіталу Y_2 та величиною кредиту Y_3 . У праці [10] виокремлюється така ММ функціонування малого підприємства з урахуванням цих чинників:

$$\begin{cases} \frac{dY_1}{dt} = \alpha Y_2 Y_3 - \gamma Y_1; \\ \frac{dY_2}{dt} = \mu(Y_2 + Y_3) - \beta Y_1 Y_3; \\ \frac{dY_3}{dt} = \delta Y_2 - \lambda Y_3. \end{cases} \quad (1)$$

де величини $\alpha, \gamma, \mu, \beta, \delta, \lambda$ входять у цю систему як постійні і є керуючими параметрами (числовими коефіцієнтами). Отже, α – відображає фактори, які спонукають до створення привабливого зовнішнього вигляду фірми; γ – фактори, які відображають різні причини, в результаті яких співробітник може

звільнитися (або звільнять його); μ – узагальнюючі фактори, які впливають на ефективність капіталовкладень (наприклад, вплив різноманітних податків); β – фактори, які відображають величину витрат фірми на співробітників; δ – узагальнюючі фактори, які впливають на обсяг власного капіталу; λ – узагальнюючі фактори, які перешкоджають отримання кредиту (наприклад, необхідність виплачувати високі проценти за кредит).

При здійсненні відповідних розрахунків системи рівняння (1) у праці [10], при різних значеннях керуючих параметрів, був знайдений ряд атракторів типу "граничний цикл", які різнилися своєю конфігурацією: від простого граничного циклу до граничних циклів складної конфігурації. Але всі ці стани відповідали стійкій поведінці фірми, які, залежно від тієї чи іншої ситуації (зовнішніх умов), отримували ту або іншу складність. Також було показано: якщо керуючими параметрами є показники Ляпунова (у тривимірній системі координат, якщо є хаотичний атрактор, один показник повинен бути додатним, другий – від'ємним, третій - дорівнювати нулю), то середня фірма, основна діяльність якої визначена системою (1) має реальну можливість потрапити в хаотичний атрактор Лоренца.

Зрозуміло, ця ММ дала новий поштовх для більш детального дослідження і аналізу діяльності малого підприємства і проведення відповідних обчислювальних експериментів, які реально показують результати можливої поведінки об'єкта (з урахуванням його параметрів), а також якісно відхиляються несприятливі ситуації розвитку [4; 5; 6].

З використанням вказаних змінних, приймаючи величину Y_2 за незалежну змінну, ММ отримує такий вигляд [4]:

$$\begin{cases} \frac{dY_1}{dY_2} = \frac{\alpha Y_2 Y_3 - \gamma Y_1}{\mu(Y_2 + Y_3) - \beta Y_1 Y_3} \\ \frac{dY_3}{dY_2} = \frac{\delta Y_2 - \lambda Y_3}{\mu(Y_2 + Y_3) - \beta Y_1 Y_3} \end{cases}, \quad (2)$$

де, як зазначалося вище, $\alpha, \gamma, \mu, \beta, \delta$ і λ - числові коефіцієнти.

Нелінійна система звичайних диференціальних рівнянь (2) впливає з ММ (1), якою описується виробнича діяльність малого підприємства у зазначених вище координатах з плином часу t , тобто відтворюється математично економічний розвиток протягом деякого часу, починаючи з моменту t_0 . А запропонована нами ММ (2) відображає еволюцію фірми (варіацію економічних показників Y_1 і Y_3) залежно від обсягу власних коштів Y_2 . Саме обсяг власних коштів Y_2 дає можливість забезпечувати фінансову стійкість підприємства, його платоспроможність у довгостроковому періоді, знижує ризик банкрутства.

З першого рівняння системи (2) бачимо, що кількість працюючих залежить від обсягу капіталу фірми, тобто, чим більший капітал, тим більшою є можливість прийняття на роботу нових співробітників. Зустріч капіталів $\alpha Y_2 Y_3$ (наявності власного капіталу Y_2 та використання кредиту Y_3 за призначенням) відображає привабливість фірми для залучення нових співробітників. При цьому слід відняти ту частину, яка не використовується після

звільнення співробітників. Приріст капіталу залежить від ефективності капіталовкладень і кредиту. Від цього приросту віднімається та частина витрат фірми, що йде на оплату праці співробітникам фірми і виплату кредиту. Друга пропорція системи (2) відображає приріст суми кредиту з плином часу (якщо фірма буде брати кредити під нові проекти), яка залежить від розміру капіталу (чим більшим є капітал фірми, тим більше у банків є впевненості в тому, що надані кредити будуть повернуті) при цьому віднімаються втрати, пов'язані з обслуговуванням цього кредиту.

За допомогою програмного пакета Mathcad обчислювальний експеримент над ММ (2) здійснювався при такому наборі числових значень коефіцієнтів:

- а) $\alpha = 5$; $\mu = 2,1$; $\gamma = 1$; $\beta = 8$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 2,46$;
- б) $\alpha = 5$; $\mu = 2,1$; $\gamma = 1$; $\beta = 8$; $\delta = 1$; $\lambda = 3,55$;
- в) $\alpha = 5$; $\mu = 2,1$; $\gamma = 1$; $\beta = 8$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 4,1$;
- г) $\alpha = 5$; $\mu = 2,1$; $\gamma = 2$; $\beta = 8$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 2,46$.

Інтервали числового інтегрування: $[0;1]$; $[0;2]$; $[1;2]$; $[1;3]$.

Початкова (стартова) умова для еволюції подій – $[1;1]^T$.

Розрахунок координат Y_2 Y_3 наведено на рис. 1

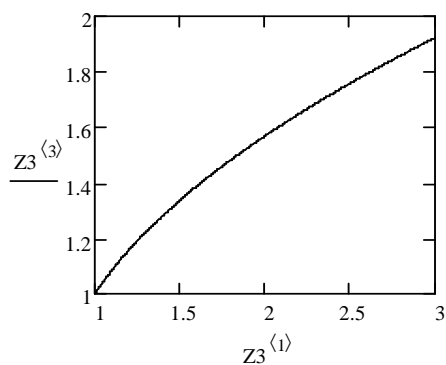


Рис. 1.

Монотонне зростання фазової траєкторії спостерігається для всіх наведених вище наборів числових коефіцієнтів, відмінність лише у кількості величини Y_3 (або $Z3^{(1)}$) як функції Y_2 (або $Z3^{(3)}$) – при стабільному зростанні власного капіталу збільшується привабливість підприємця, йому надається можливість на значне залучення запозичених коштів за рахунок стабільності фірми і впевненості в тому, що кошти будуть своєчасно повернуті.

На рис. 2а і 2б для ММ (2) відтворено поведінку фазових траєкторій у координатах Y_1 Y_2 , характерну для всього обчислювального експерименту.

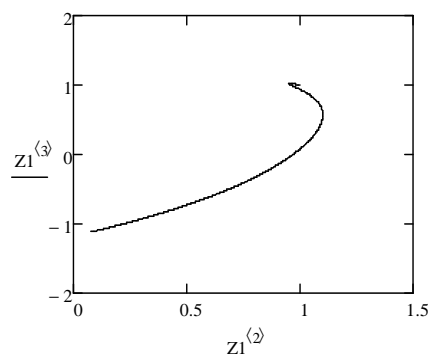


Рис. 2а

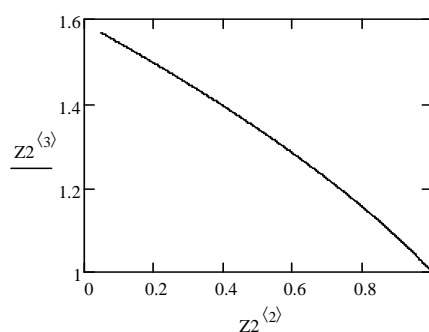


Рис. 2б

Крива (рис. 2а) показує, що при зростанні власного капіталу Y_2 (або $Z1^{(3)}$), відбувається коливання у чисельності працюючих Y_1 (або $Z1^{(2)}$) – спочатку вона зростає (від 1 до 1,15), а потім починає різко спадати. Цей графік можна охарактеризувати так: коли у фірми були фінансові труднощі, відбувалося тимчасове залучення кадрів для збільшення виробництва, що призвело до збільшення доходу. При стабілізації фінансового стану потреба у додатковому залученні співробітників спала, що призвело до їх скорочення. На рис. 2б бачимо, що при зростанні власного капіталу Y_2 (або $Z2^{(3)}$) потреба в кількості працюючих спадає Y_1 (або $Z1^{(2)}$). Це означає, що існують певні чинники, при яких чисельність співробітників на фірмі зменшується, наприклад, неможливість виплати заробітної плати.

На рис. 3а і 3б для того ж набору в) числових коефіцієнтів зображено поведінку змінних Y_1 і Y_3 – їхній фазовий портрет, також характерний для усього обчислювального експерименту.

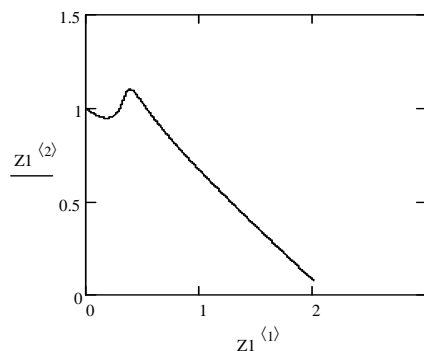


Рис. 3а

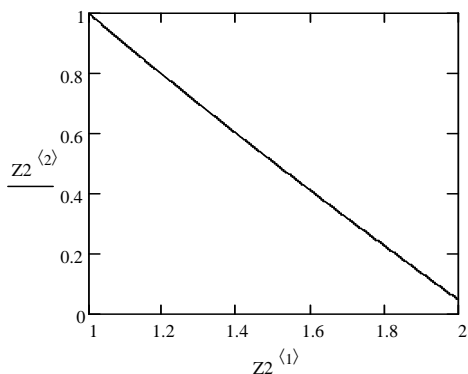


Рис. 36

Рис. 3а і 3б показують, що при різкому зменшенні кількості працівників Y_1 (тобто $Z1^{(2)}$ ($Z2^{(2)}$)) на підприємстві виникає необхідність у залученні значного кредиту Y_3 (або $Z1^{(1)}$ ($Z2^{(1)}$)). Пояснюється це тим, що підприємству не вистачає коштів для покриття своїх витрат, а саме – на виплату заробітної плати робітникам, що може негативно вплинути на діяльність підприємства аж до його банкрутства.

Отже, проведений обчислювальний експеримент показав, що коефіцієнт γ значно впливає на якісну поведінку фазових траєкторій, а скаляр λ здійснює вплив на кількісну характеристику кривої.

Тепер розглянемо чинник, який завжди сприяє поживленню на деякий час виробничої діяльності – обсяг залучених кредитів. Але кредити – це борги, які завжди необхідно повертати, причому з процентами. Тому надважливо передбачити короткострокову поведінку малого підприємства залежно від обсягів кредитування.

Пропонується такий варіант ММ функціонування малого підприємства [6]

$$\begin{cases} \frac{dY_1}{dY_3} = \frac{\alpha Y_2 Y_3 - \gamma Y_1}{\delta Y_2 - \lambda Y_3} \\ \frac{dY_2}{dY_3} = \frac{\mu(Y_2 + Y_3) - \beta Y_1 Y_3}{\delta Y_2 - \lambda Y_3} \end{cases} \quad (3)$$

Нелінійні диференціальні рівняння ММ (3) описують еволюцію економічної діяльності малого підприємства з плином часу залежно від кредитування.

Деякі результати числового аналізу ММ (3) для $\alpha = 5$; $\gamma = 1$; $\mu = 2,1$; $\beta = 8$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 2,46$ при різних початкових умовах $[1;1]^T$ показані на рис. 4-6, причому рис. 4 є фазова площина; рис. 5 відтворює залежність кількості працівників Y_1 від кредиту Y_3 , частка якого напевне припадає на зарплату, який відображає тренд зростання; рис. 6 свідчить про цілком закономірне початкове зростання власного капіталу до деякого моменту – наполовину вирости запозичення, а потім настають тяжкі часи – відбуваються значної частоти коливання зі збереженням зростаючого тренду. Але для $Y_3 = 0,7$ відбувається спад і після провалу знову спостерігається значний стрибок. Встановлені тенденції спостерігаються і при інших числових коефіцієнтах ММ та збільшенні Y_3 , хоча характер поведінки розв'язків $Y_1(Y_3)$ і $Y_2(Y_3)$ інколи принципово змінюється.

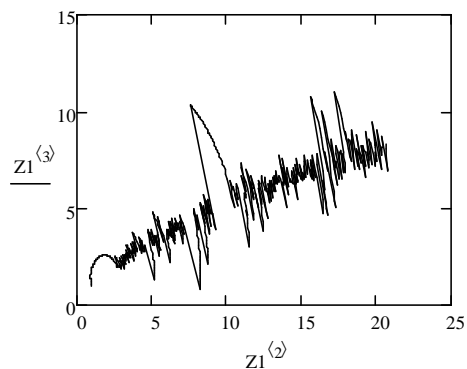
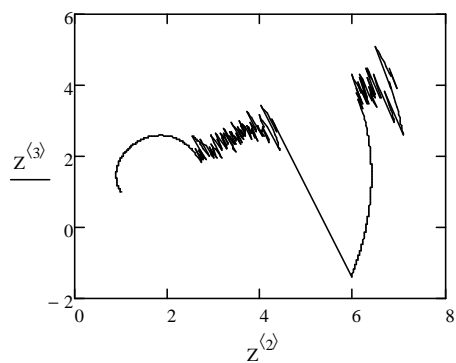


Рис. 4.

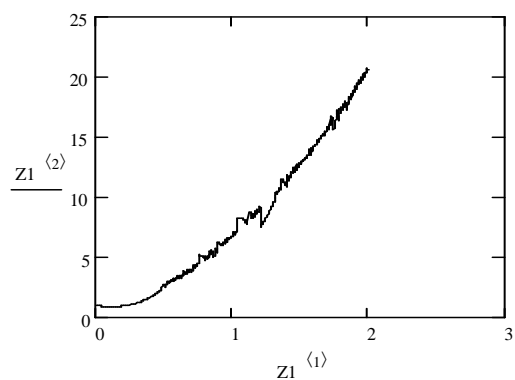
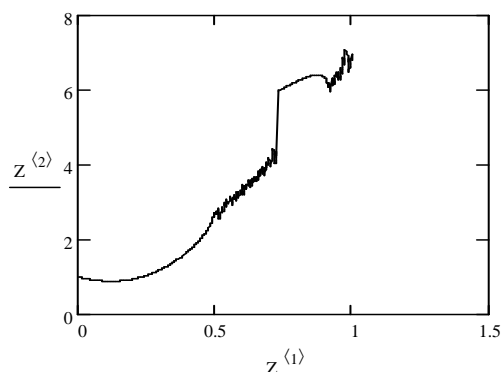


Рис. 5.

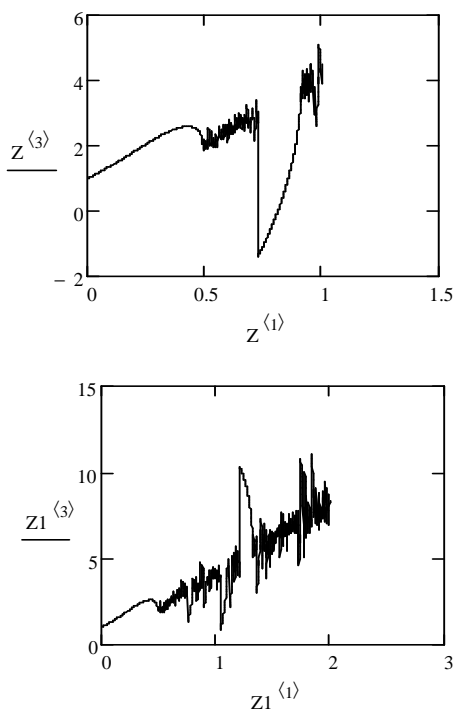


Рис. 6.

Ще одним із основних чинників є кількість працюючих. Достатня забезпеченість трудовими ресурсами (працівниками), їх раціональне використання, високий рівень продуктивності праці має велике значення для збільшення випуску продукції та підвищення ефективності виробництва, а отже і збільшення власного капіталу. Зокрема від забезпеченості підприємства трудовими ресурсами і ефективності їх використання залежать обсяг і своєчасність виконання всіх робіт, ефективність використання устаткування, машин, механізмів і, як результат, збільшення обсягу виробництва продукції, зниження її собівартості, збільшення прибутку і покращення інших економічних показників.

При аналізі чисельності робочої сили слід урахувувати те, що її нестача призводить до відхилення від встановленої технології і непродуктивних виплат, а надлишок – до недовантаження робітників, використання робочої сили не за прямим призначенням, зниження продуктивності праці. Для того, щоб збільшити ефективність виробництва за рахунок продуктивності праці, потрібно більш раціонально використовувати чисельність працюючих, їхній робочий час.

Зважаючи на важливу роль кількості працюючих на підприємстві у припущенні ефективної праці кожного, загальновідомо [7], що вона насамперед пов'язана з коштами на зарплату та іншими витратами, наприклад соціальними, податковими тощо. Разом з тим дуже бажано виконувати виробничі функції при якомога меншій кількості співробітників.

Результати комп'ютерного дослідження взаємозалежностей між кількістю працюючих – незалежна змінна Y_1 та обсягами власного капіталу Y_2 фірми і запозичених коштів Y_3 – були отримані на підґрунті числових розрахунків рівнянь нелінійної ММ [5]:

$$\begin{cases} \frac{dY_2}{dY_1} = \frac{\mu(Y_2 + Y_3) - \beta Y_1 Y_3}{\alpha Y_2 Y_3 - \gamma Y_1} \\ \frac{dY_3}{dY_1} = \frac{\delta Y_2 - \lambda Y_3}{\alpha Y_2 Y_3 - \gamma Y_1} \end{cases} \quad (4)$$

яка впливає з ММ (1) розвитку подій з плином часу.

Розглядалися ті ж чотири варіанти числових параметрів ММ, а саме: 1) $\alpha = 5$; $\mu = 2,1$; $\gamma = 1$; $\beta = 8$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 2,46$; 2) відносно до попереднього змінились останні два коефіцієнти – $\delta = 1$; $\lambda = 3,55$; 3) всі коефіцієнти варіанту 2) залишились без змін, окрім $\lambda = 4,1$; 4) $\gamma = 2$, а всі інші числові значення як для варіанту 3). Інтервали змінюваності незалежної змінної Y_1 були такими: $Y_1 \in [0;1]$; $Y_1 \in [0;2]$; $Y_1 \in [1;2]$; $Y_1 \in [1;3]$. Початкова (стартова для еволюції подій) умова – $[1;1]^T$.

Деякі сценарії розвитку подій на фірмі для вибраних чинників її діяльності та $Y_1 \in [1;3]$ – умови зростання кількості працівників представлені на рис. 7-15, причому рис. 7-9 відображають результати моделювання при таких а) $\gamma = 1$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 2,46$ числових коефіцієнтах ММ; рис. 10-12 відповідають набору коефіцієнтів б) $\gamma = 1$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 4,1$; на рис. 13-15 – в) $\gamma = 2$; $\delta = 0,6$; $\lambda = 2,46$, а всі інші залишались вищевказаними.

$$Y_1 \text{ і } Y_2 \quad Y_1 \text{ і } Y_3 \quad Y_2 \text{ і } Y_3$$

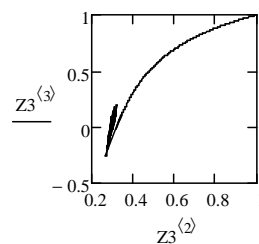


Рис. 7

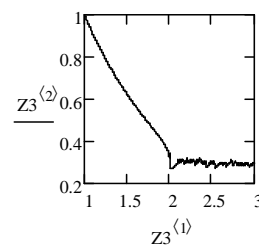


Рис. 8

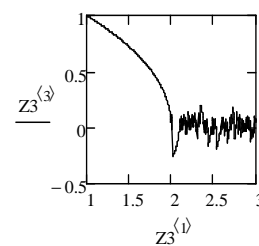


Рис. 9

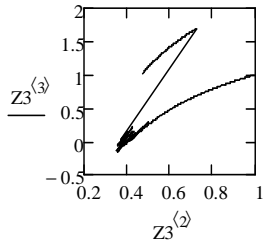


Рис. 10

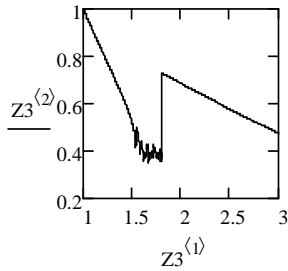


Рис. 11

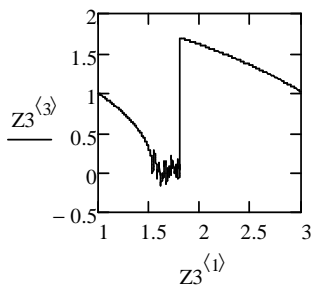


Рис. 12

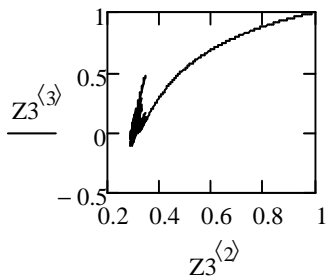


Рис. 13

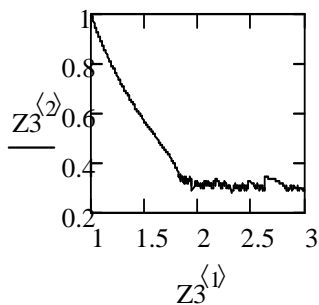


Рис. 14

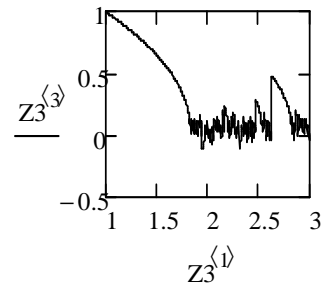


Рис. 15

Примітка. Графіки на рис. 7, 10, 13 виконано в системі координат Y_1 і Y_2 ; рис. 8, 11, 14 – у координатах Y_1 і Y_3 ; рис. 9, 12, 15 – у координатах Y_2 і Y_3 .

Аналізуючи рис. 7, 10, 13, де зображено взаємозалежність власного капіталу Y_2 від кількості працюючих Y_1 , бачимо, як впливає збільшення їх кількості на підвищення власного капіталу підприємства (отримання прибутку). Можна сказати, що співробітники при збільшенні заробітної плати виконують свою роботу краще, що призводить до збільшення обсягів виробництва і збільшення обсягів власного капіталу. Хоча рис. 10 показує, що при певному наборі коефіцієнтів тенденція трохи змінюється – при різкому зменшенні прибутку відбувається масове звільнення працівників і з часом, коли фірма починає отримувати прибуток, це дає можливість знов залучати кадри.

На рис. 8, 11, 14 зображено, що при доборі більш кваліфікованих кадрів потреба у залученні кредиту відпадає. При цьому виникають витрати, пов'язані з навчанням нових співробітників, що призводить до покриття власними коштами їх утримання і зменшення кредиту на це. Але рис. 11 показує, що при визначеній кількості співробітників (у точці 1,8) відбувається значний стрибок у необхідності кредиту, але тенденція знову спадає.

І нарешті, на рис. 9, 12, 15 у координатах Y_2 і Y_3 , бачимо, що при втраті значного прибутку підприємству необхідно залучити кошти (взяти значний кредит), щоб не збанкрутувати. При залученні кредиту підприємство має у своєму розпорядженні у будь-який момент часу таку суму грошових коштів, яка необхідна для нормальної роботи. Використовуючи кредит, підприємство може удосконалювати, збільшувати виробництво значно швидше, ніж при його відсутності, не скорочувати штат працівників для виплати тим, що залишилися, гідної заробітної плати тощо.

Отже, аналізуючи графіки, бачимо, що важливим для нормального функціонування підприємства є певна сукупність чинників (числові коефіцієнти), які суттєво впливають на нього. Правильний вибір відповідних чинників надає підприємству можливість визначити стратегію поведінки для уникнення банкрутства.

Роль скаляра λ у функціонуванні підприємства з'ясовується при порівнянні графічних результатів комп'ютерного моделювання для варіантів а) та б). Зіставляючи рис. 7-9 і рис. 13-15, приходимо до висновків щодо впливу скаляра γ на розвиток подій. Сукупний вплив числових параметрів λ і γ на фазові

портрети вивчається зіставленням рисунків, що відповідають наборам б) і в) коефіцієнтів.

Висновки:

Уперше в економічній літературі розглянуто функціонування фірми в ринкових умовах на підґрунті кількісного аналізу ММ. Числове моделювання нелінійної траєкторії життєдіяльності малого підприємства дозволяє стверджувати наступне:

1. Як показала трипараметрична модель, з'являються не тільки стійкі стани, але і є ймовірність опинитися в нестійкому стані (хаосі). Це не є непередбачуваним, оскільки ця можливість з'являється тільки в сукупності визначеного співвідношення числових коефіцієнтів. Зміна числових коефіцієнтів дає можливість знайти такі стійкі стани, при яких відбуватиметься нормальне функціонування фірми.

2. Числові експерименти доводять, що для нормального функціонування підприємства потрібен такий набір чинників (числових коефіцієнтів), які б дали можливість стабільно здійснювати свою діяльність при співвідношенні керуючих параметрів, тобто збільшення власного капіталу за рахунок підвищення виробництва, відбору кваліфікованих кадрів, а у скрутні часи – запозичення кредиту для утримання фірми на плаву.

3. Важливим показником на цей момент стає скаляр λ (наприклад, кредит з невеликою процентною ставкою) у функціонуванні підприємства. Чим менший цей показник для фірми, тим більш стійкий стан спостерігається у фірми.

4. Підкреслимо, що отримані внаслідок математичного моделювання результати узгоджуються з інтуїтивними уявленнями, хоча деякі з них важко описати.

Список літератури

1. Бутник, О. М. Економіко-математичне моделювання динамічних закономірностей розвитку економічних систем [Текст] : монографія / О. М. Бутник. – Х.: Видавничий Дім «ІНЖЕК», 2003. – 224 с. Укр. мова.
2. Занг В.-Б. Синергетическая экономика. Время и переменны в нелинейной экономической теории [Текст] / В.-Б. Занг: Пер. с англ. – М.: Мир 1999. – 335 с., ил.
3. Иванова, Н. Ю. Экономико-математическое моделирование малого бизнеса (обзор подходов) [Текст] / Н. Ю. Иванова, А. И. Орлов // Экономика и математические методы. – 2001. – Т.37. – №2. С.128-136.
4. Коляда, Ю. В. Комп'ютерне дослідження функціонування фірми залежно від власного капіталу [Текст] / Ю. В. Коляда, Т. В. Кравченко // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем: сборник научных трудов IV Международной школы-симпозиума АМУР-2010 (Севастополь, 13-18 сентября 2010) / отв. ред. М.Ю. Куссыи и А.В. Сигал. – Симферополь: ТНУ им. В. И. Вернадского, 2010. – С. 182-184.
5. Коляда, Ю. В. Комп'ютерне моделювання взаємозв'язку числа співробітників фірми та обсягів її власного капіталу і кредиту [Текст] / Ю. В. Коляда, Т. В. Кравченко // "Інформаційні технології та моделювання в економіці": збірник наукових тез II Міжнародної науково-практичної конференції: Черкаси, 19-21 травня 2010р. – С. 164-167.
6. Коляда, Ю. В. Комп'ютерне моделювання ефективної діяльності малого підприємства [Текст] / Ю. В. Коляда, Т. В. Кравченко // "Сучасні проблеми моделювання складних економічних систем" // Збірник наукових тез II Всеукраїнської науково-практичної конференції./ відповід. ред. д.т.н., Тищенко С. В. – м. Кривий Ріг, КЕІ ДВНЗ "КНЕУ ім. В. Гетьмана", 2010. – С 159-161.

7. Кузин, Б. И. Модели и методы управления фирмой [Текст] / Б. И. Кузин, В. Н. Юрьев, Г. М. Шахмадинаров. – СПб., Питер. 2001. – 433с.
8. Лунев, В. Л. Тактика и стратегия управления фирмой [Текст] / В. Л. Лунев. – М.: Финпресс, 1997.
9. Уильямсон, О. И. Экономические институты капитализма: Фирмы, рынки, "отношенческая контракция" [Текст] / Оливер И. Уильямсон ; Пер. с англ. - Санкт-Петербург: Лениздат, 1996. - 702 с.
10. Шаповалов, В. И. Синергетическая модель устойчивости средней фирмы [Текст] / В. И. Шаповалов, В. Ф. Каблов, В. А. Башмаков, В. Е. Аввакумов / В кн. "Синергетика и проблемы теории управления". – М. : Физматлит, 2004. – С. 454-464.

РЕЗЮМЕ

Кравченко Татьяна

Компьютерное моделирование жизнедеятельности малого бизнеса

Проведен критический анализ литературы относительно успешного функционирования фирмы в условиях рынка с использованием компьютерного моделирования. Сформулированы концепты экономико-математического моделирования динамической траектории жизнедеятельности малого предприятия. Предложены нелинейные математические модели процесса в экономическом пространстве с координатами "собственный капитал - количество работников - заимствованный капитал". Результаты вычислительного эксперимента над отмеченными экономико-математическими моделями динамики отображают эволюцию событий с течением времени, и описывается фазовыми портретами (взаимозависимость между координатами пространства).

RESUME

Kravchenko Tetiana

Computer modelling of small business activity

The thesis holds a review of literature concerning successful functioning of a firm within a market with the usage of computer modeling. The concepts of economic and mathematic modeling of the dynamic path of small business activity are defined. The work suggests nonlinear mathematic models of the process within economic space with the coordinates of "own capital - employees number - loaned capital". The results of a computing experiment over the mentioned economic and mathematic dynamics models reflect the evolution of events in the course of time and are described with phase portraits (interconnection between the coordinates).

Стаття надійшла до редакції 18.04.2012 р.