

ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УКРАЇНІ

© 2016 ЛАПШИН В. І.

УДК 334.012.64

Лапшин В. І. Прогнозування розвитку підприємницької діяльності в Україні

Метою статті є економіко-математичне моделювання лінійної та нелінійної динаміки кількості підприємств різного розміру в Україні, дослідження можливості ефективного використання методу екстраполяції для короткострокового прогнозування динаміки економічних процесів. Лінійна динамічна модель базується на диференціальному рівнянні першого порядку за часом з правою частиною, яка є добутком кількості підприємств і функції від часу. На її основі проведено прогнозування динаміки малих, середніх і великих підприємств в Україні в перших трьох місяцях 2016 р. Нелінійна модель відображає конкуренцію середніх і великих з малими підприємствами в Україні. Результати дослідження на основі лінійної моделі необхідні для збільшення статистики порівняння і визначення відповідності отриманих прогнозних даних з фактичними для обґрунтування короткострокового прогнозування динаміки економічних процесів. Нелінійна модель визначила стійкість стану системи взаємодії підприємств в умовах конкуренції, тобто незадовільний стан економіки не буде змінюватися без інноваційних дій.

Ключові слова: підприємство, моделювання, динаміка, прогнозування, екстраполяція, система, конкуренція.

Рис.: 3. **Формул:** 17. **Бібл.:** 19.

Лапшин Володимир Ілліч – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри економіко-математичних методів та інформаційних технологій, Харківський інститут фінансів Київського національного торговельно-економічного університету (пер. Плетньовський, 5, Харків, 61003, Україна)

E-mail: v.i.lapshyn@i.ua

УДК 334.012.64

Лапшин В. И. Прогнозирование развития предпринимательской деятельности в Украине

Целью статьи является экономико-математическое моделирование линейной и нелинейной динамики количества предприятий разного размера в Украине, исследование возможности эффективного использования метода экстраполяции для краткосрочного прогнозирования динамики экономических процессов. Линейная динамическая модель базируется на дифференциальном уравнении первого порядка по времени с правой частью, которая является произведением количества предприятий и функции от времени. На ее основе проведено прогнозирования динамики малых, средних и больших предприятий в Украине. Результаты исследования на основе линейной модели необходимы для увеличения статистики сравнения и определения соответствия полученных прогнозных данных с фактическими для обоснования краткосрочного прогнозирования динамики экономических процессов. Нелинейная модель определила устойчивость состояния системы взаимодействия предприятий в условиях конкуренции, то есть неудовлетворительное состояние экономики не будет изменяться без инновационных действий.

Ключевые слова: предприятие, моделирование, динамика, прогнозирование, экстраполяция, система, конкуренция.

Рис.: 3. **Формул:** 17. **Библ.:** 19.

Лапшин Владимир Ильич – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры экономико-математических методов и информационных технологий, Харьковский институт финансов Киевского национального торгового-экономического университета (пер. Плетнёвский, 5, Харьков, 61003, Украина)

E-mail: v.i.lapshyn@i.ua

UDC 334.012.64

Lapshyn V. I. Forecasting the Development of Entrepreneurial Activities in Ukraine

The article is concerned with economic-mathematical modeling the linear and non-linear dynamics of a number of enterprises of various sizes in Ukraine, studying the possibilities for effective use of extrapolation method for the short-term forecasting the dynamics of economic processes. The linear dynamic model is based on differential equation of first order in time with the right part, which is the product of the number of enterprises and function of time. On its basis, a forecasting the dynamics of small, medium and large enterprises in Ukraine in the first three months of 2016 has been carried out. The non-linear model displays the competition of medium and large with small enterprises in Ukraine. The results of the study based on the linear model are necessary to increase the statistics of comparing and determining the accordance of the received forecast data with the actual data in order to substantiate the short-term forecasting dynamics of economic processes. The non-linear model identified resistance of the system of enterprises interaction in conditions of competition, i.e. the poor state of the economy will remain unchanged without innovative actions.

Keywords: enterprise, modeling, dynamics, forecasting, extrapolation, system, competition.

Fig.: 3. **Formulae:** 17. **Bibl.:** 19.

Lapshyn Volodymyr I. – D. Sc.s (Physics and Mathematics), Professor, Professor of the Department of Economics and Mathematical Methods and Information Technology, Kharkiv Institute of Finance of the Kyiv National University of Trade and Economics (5 Pletnovskiy Lane, Kharkiv, 61003, Ukraine)

E-mail: v.i.lapshyn@i.ua

В умовах перехідної економіки малий і середній бізнес є тим сектором економіки, який суттєво впливає на майбутній розвиток України. В європейських країнах, Китаї та США частка малих і середніх підприємств в економіці досягає 50–60%.

Згідно з офіційними даними [1], за підсумками 2015 р. в Україні діяло 344.44 тис. підприємств, де працює 6,032 млн працівників. При цьому великих підприємств тільки 423 одиниць, а інші – середні та малі. На великих підприємствах працює тільки 32,3% працівників, на середніх – близько 41,7, а усі інші – на дрібних підприємствах. У малому і середньому бізнесі в Україні

працює велика частина українців (67,7%). Забезпечення нових робочих місць – характерна риса розвитку малого підприємництва. Навіть у США (країні великого бізнесу) щорічно у сфері малого підприємництва створюється три з кожних чотирьох робочих місць. Тому розробка методів прогнозування розвитку підприємницької діяльності в Україні є актуальним завданням для забезпечення стабільного фінансово-економічного і соціального стану в країні.

Малий і середній бізнес – невід’ємна складова ринкової системи господарювання, основа її сталого розвитку, оскільки це найбільш динамічна, гнучка організацій-

на форма економічної діяльності. Проблемам розвитку малого підприємництва присвятили свої дослідження такі зарубіжні вчені: М. Алберт, Дж. Аллен, Г. А. Багієв, Д. Дейонг, Н. Е. Егорова, А. Освальд, С. Р. Хачатрян та інші. Серед вітчизняних науковців треба відзначити роботи В. В. Вітлінського, В. М. Вовка, В. І. Єлейка, Т. В. Меркулової, В. М. Гейця, М. О. Кизима, Т. С. Клебанової, І. Г. Лук'яненко, О. В. Піскунової, М. І. Скрипниченко.

Застосування економіко-математичних методів дозволило в роботах [2–5] побудувати моделі динаміки малого підприємства.

У роботі [6] звертається увага на те, що діяльність малого підприємництва зорієнтована, головним чином, на внутрішній ринок, на вирішення регіональних проблем. Малий бізнес повинен стати основною базою формування раціональної структури місцевого господарства і його фінансування з урахуванням розвитку кожного регіону. Тому і підтримка малого підприємництва повинна здійснюватися, передусім, на регіональному рівні. Регулювання його з єдиного центру можливо тільки по окремих пріоритетних напрямках або комплексах народного господарства. Центральна влада повинна забезпечити сприятливі умови для підприємницької діяльності, включаючи законодавчу базу і податкову систему.

У роботах [7; 8] підкреслюється, що для малих підприємств (МП) в Україні існують несприятливі умови розвитку, велика кількість об'єктивних і суб'єктивних перешкод, які не дають можливості динамічному та якісному розвитку малого підприємництва. Це соціально-економічний стан країни, недосконала законодавча база і податкова система та ін. Також МП практично не використовують свої внутрішні можливості – сучасні методи партнерства: мережеві об'єднання, асоціації, кластерні формування.

Особливості інноваційних підприємницьких структур досліджуються в роботах [9; 10].

Для вивчення динаміки підприємств, їх конкурентної боротьби стали використовувати моделі, які були розроблені Т. Мальтусом [11], А. Лоткой [12], В. Вольтера [13] для опису чисельності народонаселення на Землі та в біологічних системах. Динаміку розвитку моделей, їх застосування в соціально-економічних системах добре представлено в роботах [14–16].

В останні роки інтерес до моделювання конкурентної боротьби підприємств на модифікованих моделях «хижак – жертва» не зменшується. Частіше стали використовувати комп'ютерну техніку. У роботі [17] запропонована модель «виробник – перекупник». Коефіцієнти динамічного рівняння для перекупника змінили своє значення. Модель доповнюється ще одним виробником. На основі моделі «хижак – жертва» в [10] проведено моделювання інноваційної екосистеми підприємств, в якій ресурси, інвестовані в дослідження її динаміки з державних, приватних, корпоративних джерел, повертаються зростанням прибутку за рахунок реалізації інноваційної продукції.

У роботі [18] у рамках синергетичного підходу досліджується стохастичність інноваційного процесу і вплив на цей процес такого системотворного чинника,

як взаємозв'язок системи, яка досліджується, з іншими підсистемами. Залучення до інноваційного процесу все більшого числа учасників (інноваційна глобалізація) приводить до деякого пригнічення флуктуацій, до зменшення ролі випадковості в появі та розвитку інновацій.

Можливість використання методу екстраполяції для прогнозування динаміки малих підприємств в Україні проведено в роботі [19].

Метою статті є економіко-математичне моделювання лінійної та нелінійної динаміки кількості підприємств різного розміру в Україні, дослідження можливості ефективного використання методу екстраполяції для короткострокового прогнозування динаміки економічних процесів.

Розглянемо динаміку підприємств України на основі даних 2010–2015 рр. [1]. За основу лінійної динамічної моделі (права частина рівняння (1) лінійно залежить від N) будемо використовувати диференціальне рівняння за часом вигляду:

$$\frac{dN}{dt} = f(t) \cdot N, \quad (1)$$

де N – кількість підприємств; $f(t)$ – функція, яка визначає питому швидкість зміни підприємств у часі.

Використаємо статистичні дані 2010–2015 рр. і знайдемо значення для логарифма числа підприємств. Потім вони інтерполюються многочленом $g(t)$, залежним від часу. З відомої правої частини рівняння (1), що вже проінтегровано:

$$\ln N = \int f(t) dt \approx g(t), \quad (2)$$

отримаємо залежність логарифма числа підприємств від часу.

Залежність числа підприємств від часу визначається з (2):

$$N = e^{g(t)}. \quad (3)$$

На рис. 1 представлено залежність кількості великих підприємств від часу, яка аналітично описується многочленом п'ятої степені:

$$y(x) = 157 + 788,83x - 543,33x^2 + 198,37x^3 - 35,167x^4 + 2,2917x^5. \quad (4)$$

На рис. 2 представлено залежність кількості середніх підприємств від часу, яка аналітично описується многочленом п'ятої степені:

$$y(x) = 15732 + 12133x - 10019x^2 + 3755,8x^3 - 661,96x^4 + 42,95x^5. \quad (5)$$

На рис. 3 представлена залежність кількості малих підприємств від часу, яка аналітично описується многочленом п'ятої степені:

$$y(x) = -277201 + 1392217x - 1074488x^2 + 372244x^3 - 59002,8x^4 + 3471,742x^5. \quad (6)$$

На основі запропонованої моделі було зроблено короткостроковий прогноз на січень, лютий і березень 2016 р., який з урахуванням попередніх років може створити базу статистичних даних для підтвердження запропонованого підходу: великі підприємства – 437,

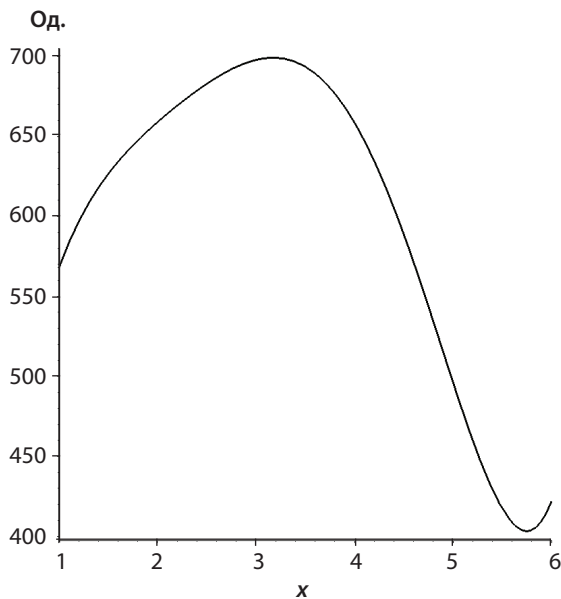


Рис. 1. Залежність кількості великих підприємств від часу

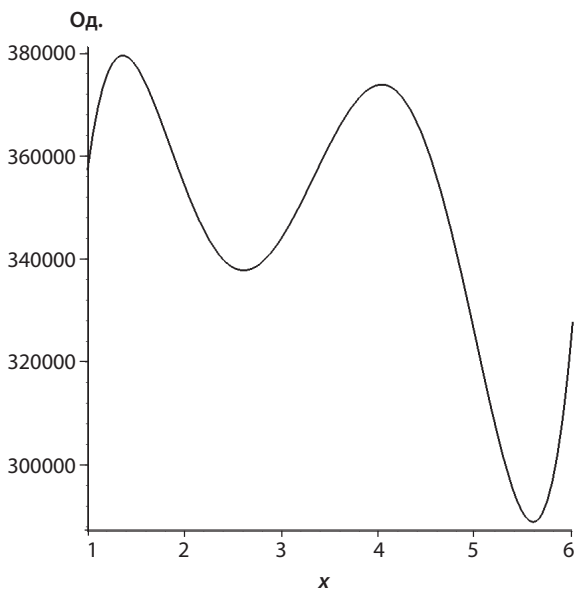


Рис. 3. Залежність кількості малих підприємств від часу

459, 488; середні підприємства – 15557, 16050, 16671; малі підприємства – 348901, 375956, 409834.

Розглянемо нелінійну модель динаміки підприємств при конкурентній боротьбі на основі модифікованої моделі «хижак – жертва», яку представимо у вигляді:

$$\begin{cases} x_1' = rx_1 - kx_1^2 - \alpha x_1 x_2 \\ x_2' = -\gamma x_2 + sx_1^n \end{cases}, \quad (7)$$

де x_1 – малі підприємства; x_2 – великі та середні підприємства; r – питома швидкість зростання малих, а γ – питома швидкість зменшення великих і середніх підприємств у часі; коефіцієнти k і α , помножені на x_1 і x_2 – питомі швидкості зменшення малих підприємств у конкурентній боротьбі між собою та з великими і середніми підприємствами; складова sx_1^n (n – натуральне число більше одиниці) визначає збільшення великих і середніх

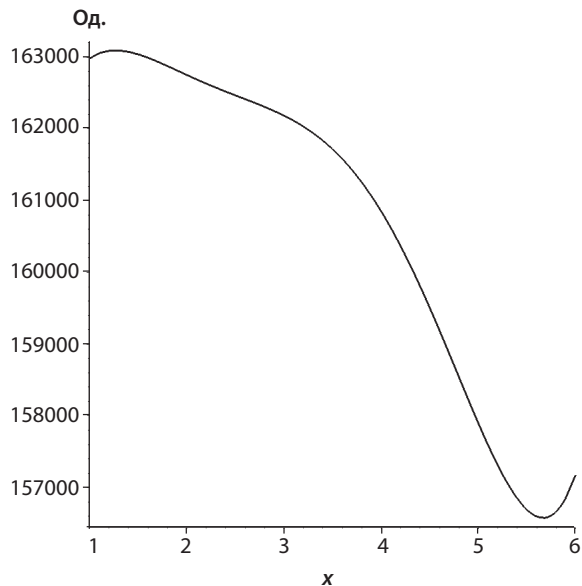


Рис. 2. Залежність кількості середніх підприємств від часу

підприємств за рахунок об'єднання малих підприємств. Складові, пропорційні $x_2^2 \cdot i \cdot x_1 x_2$, не включені у друге рівняння системи (6) тому, що в Україні не спостерігається значної конкуренції великих і середніх підприємств між собою і збільшення їх кількості за рахунок поглинання малих підприємств. Усі коефіцієнти в системі (6) вважаємо позитивними.

Проведемо дослідження стійкості стану системи (7). Представимо невідомі x_1 і x_2 у вигляді складових, які описують стаціонарний стан системи та її мале відхилення від нього:

$$x_1 = x_{1,0} + \tilde{x}_1, \quad x_2 = x_{2,0} + \tilde{x}_2. \quad (8)$$

Стаціонарний стан невідомих x_1 і x_2 визначається системою рівнянь:

$$\begin{cases} rx_{1,0} - kx_{1,0}^2 - \alpha x_{1,0} x_{2,0} = 0 \\ -\gamma x_{2,0} + sx_{1,0}^n = 0 \end{cases}, \quad (9)$$

а саме:

$$x_{2,0} = \frac{r - kx_{1,0}}{\alpha}, \quad x_{1,0}^n = \frac{r\gamma - \gamma kx_{1,0}}{s\alpha} > 0. \quad (10)$$

Малі відхилення від стаціонарного стану системи ($|\tilde{x}_i| < |x_{i,0}|$, $i = 1, 2$), які залежать від часу, будемо знаходити з системи рівнянь:

$$\begin{cases} \tilde{x}_1' = r\tilde{x}_1 - 2kx_{1,0}\tilde{x}_1 - \alpha(x_{2,0}\tilde{x}_1 + x_{1,0}\tilde{x}_2) \\ \tilde{x}_2' = -\gamma\tilde{x}_2 + snx_{1,0}^{n-1}\tilde{x}_1 \end{cases}. \quad (11)$$

При використанні (10) систему рівнянь приводимо до вигляду:

$$\begin{cases} \tilde{x}_1' = -kx_{1,0}\tilde{x}_1 - \alpha x_{1,0}\tilde{x}_2 \\ \tilde{x}_2' = snx_{1,0}^{n-1}\tilde{x}_1 - \gamma\tilde{x}_2 \end{cases}. \quad (12)$$

Проведемо дослідження стійкості цієї системи по Ляпунову. Уперше дослідження такої системи, коли визначник її правої частини не дорівнює нулю, провів Пуанкаре. У нашому випадку визначник системи

$$\begin{cases} 0 = -kx_{1,0}\tilde{x}_1 - \alpha x_{1,0}\tilde{x}_2 \\ 0 = snx_{1,0}^{n-1}\tilde{x}_1 - \gamma\tilde{x}_2 \end{cases} \quad (13)$$

не дорівнює нулю:

$$\Delta = k\gamma x_{1,0} + \alpha snx_{1,0}^n > 0. \quad (14)$$

Власні числа матриці системи (13) знаходимо з рівняння:

$$\begin{vmatrix} -kx_{1,0} - \lambda & -\alpha x_{1,0} \\ snx_{1,0} & -\gamma - \lambda \end{vmatrix} = 0. \quad (15)$$

Вони дорівнюють

$$\lambda_{1,2} = -\frac{kx_{1,0}}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{(kx_{1,0} - \gamma)^2 - 4n\gamma(r - kx_{1,0})}. \quad (16)$$

Реальні складові власних чисел менше нуля, тому система стійка по Ляпунову (стійкий вузол). Залежно від знаку підкорінного виразу в (16) відхилення від стаціонарного стану системи експоненціально спадають без коливань або з коливаннями з амплітудою, пропорційною першій складовій у визначенні власних чисел, і з частотою, яка дорівнює другій складовій:

$$A \propto \ell^{-\frac{\gamma}{2}}, \quad \omega = \frac{1}{2}\sqrt{4n\gamma(r - kx_{1,0}) - (kx_{1,0} - \gamma)^2}. \quad (17)$$

ВИСНОВКИ

Досліджено моделі, які зможуть допомогти визначити інтегральний внесок економічних і соціальних показників у динаміку підприємств в Україні. Продовжено дослідження можливості використання методу екстраполяції для короткострокового прогнозування динаміки підприємств в Україні. Проведено прогнозування динаміки підприємств різного розміру в перші три місяці 2016 р. Отримання статистичних даних і порівняння їх з прогнозними збільшує статистику для визначення ефективності запропонованої методики. Треба відзначити, що відсутність швидкого моніторингу кількості підприємств у часі, брак і запізнення статистичної інформації не дозволяє будувати і застосовувати ефективні моделі і прогнози, а значить, знижує можливості планування розвитку економіки країни.

Досліджена нелінійна модель взаємодії підприємств в Україні, яка, на погляд автора, моделює реальну ситуацію, показує стабільність стану системи в часі, тобто незадовільний стан економіки не буде змінюватися без інноваційних дій. Для зростання економіки країни необхідно суттєве зростання як малого, так і середнього й великого бізнесу. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Піскунова О. В. Математичні моделі у дослідженні проблем малого підприємництва в регіоні // Становлення і розвиток малого бізнесу в регіоні: колективна монографія. Дніпропетровськ: Дніпр. держ. фін. акад., 2008. С. 271–313.
3. Піскунова О. В. Моделирование управлінських рішень щодо розвитку малого підприємництва: монографія. Київ: КНЕУ, 2010. 334 с.

4. Вітлінський В. В., Піскунова О. В. Прогнозування динаміки основних показників функціонування малого підприємства з урахуванням композиційної невизначеності // Прогнозування соціально-економічних процесів: сучасні підходи та перспективи: монографія. Бердянськ, 2011. С. 29–44.

5. Вітлінський В. В., Піскунова О. В. Моделирование та управління розвитком малого підприємництва. *Вчені записки*: зб. наук. праць. Київ: КНЕУ, 2012. № 14, ч. 1. С. 261–268.

6. Ахунова Ш. Н., Абдуллаева Б. Динамика и перспективы развития частного предпринимательства в Узбекистане. *Журнал публикаций аспирантов и докторантов*. URL: <http://web.snauka.ru/en/issues/2015/01/41347>

7. Дуболяк Л. П., Цегелик Л. П. Проблемы малого предпринимательства в Украине. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*. 2015. Вып. № 1-2, том 2. С. 123–128.

8. Сугоняко Д. О. Напрями розвитку менеджменту малих підприємств в Україні в умовах євроінтеграції. *Ефективна економіка*. 2015. № 9. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4321>

9. Путькина Л. В. Особенности инновационных предпринимательских структур. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 2 (33), ч. 3. С. 80–82.

10. Романов В. П., Ахмадеев Б. А. Моделирование инновационной экосистемы на основе модели «хищник-жертва». *Бизнес-информатика*. 2015. № 1 (31). С. 7–17.

11. Мальгус Т. Р. Опыт о законе народонаселения. Петрозаводск: Петроком, 1993. 136 с.

12. Lotka A. J. *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1925. 460 p.

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

14. Арнольд В. И. «Жёсткие» и «мягкие» математические модели. 2-е изд., стереотип. Москва: МЦНМО, 2008. 32 с.

15. Прасолов А. В. Математические модели динамики в экономике. Санкт Петербург: Изд-во Университета экономики и финансов, 2000. 270 с.

16. Маркин Ю. П. Математические методы и модели в экономике. Москва: ВШ, 2007. 424 с.

17. Аль-Рефай В. А., Наумейко И. В. Разработка математической модели конкурентных процессов. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2014. № 5/3 (71). С. 55–60.

18. Серков А. А. Стохастическое моделирование инновационных процессов. *Математическое моделирование*. 2009. Т. 21, № 11. С. 118–128.

19. Лапшин Ю. І., Кузнiченко В. І., Стеценко Т. В. Динаміка кількості малих підприємств в Україні. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. № 9. URL: <http://global-national.in.ua/issue-9-2016/17-vipusk-9-lyutij-2016/1825-lapshin-v-i-kuznichenko-v-m-stetsenko-t-v-dinamika-kilkosti-malikh-pidpriemstv-v-ukrajini>

REFERENCES

- Akhunova, Sh. N., and Abdullayeva, B. "Dinamika i perspektivy razvitiya chastnogo predprinimatelstva v Uzbekistane" [Dynamics and prospects of development of private entrepreneurship in Uzbekistan]. *Zhurnal publikatsiy aspirantov i doktorantov*. <http://web.snauka.ru/en/issues/2015/01/41347>
- Arnold, V. I. «Zhestkie» i «myagkie» matematicheskiye modeli ["Hard" and "soft" mathematical models]. Moscow: MTsNMO, 2008.
- Al-Refai, V. A., and Naumeyko, I. V. "Razrabotka matematicheskoy modeli konkurentnykh protsessov" [Development of mathematical model for competitive processes]. *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, no. 5/3 (71) (2014): 55–60.

Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. <http://www.ukrstat.gov.ua/>

Dubolyak, L. P., and Tsegelik, L. P. "Problemy malogo predprinimatelstva v Ukraini" [Problems of small business in Ukraine]. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*. Vol. 2, no. 1-2 (2015): 123-128.

Lotka, A. J. *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1925.

Lapshyn, V. I., Kuznichenko, V. I., and Stetsenko, T. V. "Dynamika kilkosti malykh pidpriemstv v Ukraini" [Dynamics of number of small enterprises in Ukraine]. *Hlobalni ta natsionalni problemy ekonomiky*. <http://global-national.in.ua/issue-9-2016/17-vipusk-9-lyutij-2016/1825-lapshin-v-i-kuznichenko-v-m-stetsenko-t-v-dynamika-kilkosti-malikh-pidpriemstv-v-ukrajini>

Maltus, T. R. *Opyt o zakone narodonaseleniya* [An essay on the principle of population]. Petrozavodsk: Petrokom, 1993.

Markin, Yu. P. *Matematicheskiye metody i modeli v ekonomike* [Mathematical methods and models in Economics]. Moscow: VSh, 2007.

Piskunova, O. V. "Matematychni modeli u doslidzhenni problem maloho pidpriemnytstva v rehioni" [Mathematical models in the study of problems of small business in the region]. In *Stanovlennia i rozvytok maloho biznesu v rehioni*, 271-313. Dnipropetrovsk: DDFA, 2008.

Prasolov, A. V. *Matematicheskiye modeli dinamiki v ekonomike* [A mathematical model for the dynamics of the economy]. St. Petersburg: Izd-vo Universiteta ekonomiki i finansov, 2000.

Putkina, L. V. "Osobennosti innovatsionnykh predprinimatelskikh struktur" [Features of innovative business structures]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. Vol. 3, no. 2 (33) (2015): 80-82.

Piskunova, O. V. *Modeliuvannia upravlinskykh rishen shchodo rozvytku maloho pidpriemnytstva* [Modeling of managerial decisions on development of small business]. Kyiv: KNEU, 2010.

Romanov, V. P., and Akhmadeyev, B. A. "Modelirovaniye innovatsionnoy ekosistemy na osnove modeli «khishchnik-zhertva»" [Modeling an innovation ecosystem based on the model "predator-victim"]. *Biznes-informatika*, no. 1 (31) (2015): 7-17.

Suhoniako, D. O. "Napriamy rozvytku menedzhmentu malykh pidpriemstv v Ukraini v umovakh yevrointehratsii" [The direction of the management and development of small enterprises in Ukraine in conditions of European integration]. *Efektivna ekonomika*. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4321>

Serkov, A. A. "Stokhasticheskoye modelirovaniye innovatsionnykh protsessov" [Stochastic modeling of innovative processes]. *Matematicheskoye modelirovaniye*. Vol. 21, no. 11 (2009): 118-128.

Volterra, V. *Matematicheskaya teoriya borby za sushchestvovaniye* (Theorie mathematique de la lutte pour la vie, 1931) [Mathematical theory of struggle for existence (Theorie mathematique de la lutte pour la vie, 1931)]. Moscow: Nauka, 1976.

Vitlinskyi, V. V., and Piskunova, O. V. "Prohnozuvannia dynamiky osnovnykh pokaznykiv funktsionuvannia maloho pidpriemstva z urakhuvanniam kompozytsiinoi nevyznachenosti" [Forecasting of dynamics of main indicators of functioning of small enterprises taking into account the compositional uncertainty]. In *Prohnozuvannia sotsialno-ekonomichnykh protsesiv: suchasni pidkhody ta perspektyvy*, 29-44. Berdiansk, 2011.

Vitlinskyi, V. V., and Piskunova, O. V. "Modeliuvannia ta upravlinnia rozvytkom maloho pidpriemnytstva" [Modeling and managing development of small business]. *Vcheni zapysky*. Vol. 1, no. 14 (2012): 261-268.