
МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ, СТІЙКОСТІ Й РІВНОВАГИ

Модели и методы экономической динамики, устойчивости и равновесия
Models and methods of economic dynamics, stability and equilibrium

УДК 330.45:658.589

О. Г. Яковенко

д-р техн. наук, професор

Ю. В. Шерстенников

канд. фіз.-мат. наук, доцент

Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ МОНОПОЛІСТИЧНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

Постановка проблеми. Однією із ключових проблем ринкової економіки є проблема конкурентної взаємодії суб'єктів ринку. Більшість ринків являють собою поєднання у різних пропорціях конкуренції і монополії. Такі ринки позначають поняттями "монополістична конкуренція" та "олігополія". Найважливішим завданням менеджменту будь-якого підприємства є розробка стратегії економічної діяльності підприємства (фірми) в умовах конкурентного ринку. Проблема урахування ринкової кон'юнктури й можливих дій конкурентів приводить до завдань, що містять велике число різних взаємозалежних факторів, а це, у свою чергу, означає, що для адекватних дій підприємства як у короткостроковому, так й у довгостроковому періодах, необхідно мати надійні методики планування поточних і стратегічних дій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню різних аспектів ринкової конкуренції присвячена велика кількість наукових публікацій [1, 3-7, 9-12]. У цих роботах досліджені різні аспекти конкурентно-коопераційних взаємодій у соціально-економічних системах. Так в [1, 3, 4] досліджуються статичні моделі монопольного, олігопольного ринків і ринку досконалої конкуренції. Ці моделі враховують різні виробничі фактори й технології виробництва. Недоліком цих моделей є їх стаціонарність.

У роботах [5, 7] розглянуто динамічні моделі недосконалої та дуопольно-дуопсонієвої конкуренції. Детально досліджена конкурентна взаємодія в соціально-економічних системах у працях [6, 9-12]. У зазначених роботах проглядається тенденція створення універсальних моделей, які надають можливість моделювати процеси взаємодії в кластерах як з конкурентними, так і з коопераційними взаємовідносинами, у тому числі, й з парними конкурентно-коопераційними взаємодіями. Вирішуються завдання визначення оптимальної поведінки фірм на конкурентних ринках.

Невирішені частини проблеми. Мало дослідженим питанням конкурентної поведінки фірми є взаємозв'язок між поточними економічними характеристиками фірми (підприємства) і поточною ринковою кон'юнктурою, що склалася в даний період часу. Оцінка можливості адаптації підприємства до ринкових обмежень у більшості випадків виявляється визначальною за розробки стратегії розвитку підприємства в ринкових умовах. Вибір стратегії або варіантів розвитку підприємства в ринкових умовах вимагає більш детального, ніж це прийнято у сучасних дослідженнях, опису роботи самого підприємства.

Метою статті є побудова й дослідження моделі роботи підприємства в умовах монополістичної конкуренції, дослідження ринкової рівноваги як результату взаємодії ендो-

генних й екзогенних параметрів моделі та дослідження динаміки розвитку підприємства в умовах монополістичної конкуренції.

Власні дослідження. Монополістична конкуренція – це ринкова структура, в якій поєднуються риси досконалої конкуренції та чистої монополії. У широкому розумінні обидва види реальних ринкових структур можна аналізувати в межах монополістичної конкуренції, оскільки вона поєднує в собі характеристики та механізми обох ідеальних структур ринку. Реальні ринкові структури відрізняються від них тільки рівнем конкуренції.

В цій роботі ми будемо досліджувати економічну діяльність підприємства, застосовуючи підхід, який є придатним як для довгострокового, так і для короткострокового періодів. При цьому будемо мати на увазі, що монополістична конкуренція має деякі характеристики, які зближують її з досконалою конкуренцією: на цьому ринку велика кількість виробників продає свій товар великій кількості споживачів; кожна фірма контролює на ринку порівняно невелику, проте не нескінченно малу його частку; виробники диференційованого продукту є відносно самостійними, оскільки на ринку їх є дуже багато, і це виключає значну взаємозалежність між ними.

Розглянемо таку задачу. Монопродуктове підприємство реалізує свою продукцію на ринку з монополістичною конкуренцією. Основні виробничі фонди (далі – ОВФ) підприємства протягом тривалого часу є фіксованими й рівні K_0 . При цьому маркетингові дослідження показують, що обсяг виробництва підприємства не відповідає потребам ринку. У деякий момент часу ($t_0 = 0$) підприємство вирішує наростити виробничі фонди з метою максимізації прибутку. Нарощування ОВФ вирішено виконати за рахунок власних ресурсів за реінвестиційним механізмом. Необхідно скласти економічно обґрунтовану програму розвитку підприємства на найближчі 8 років.

Модель виробничої діяльності підприємства будемо відповідно широко розповсюдженого і загально прийнятого підходу Дж. Форрестера [15]. Приймаємо таку модель виробничої діяльності підприємства.

1. Вважаємо, що між темпом потоку продажів r_i (одиниці в тиждень) в i -ому періоді і темпом виробництва X_i має місце часовий лаг в один період:

$$r_{i+1} = X_i. \quad (1)$$

Співвідношення (1) означає, що товар, вироблений в i -ому періоді, буде реалізований в $i+1$ -ому періоді.

2. Для зберігання X_i одиниць товару, що створено в i -ому періоді знадобиться R_{i+1} одиниць площі складських приміщень в $i+1$ -ому періоді:

$$R_{i+1} = X_i/g, \quad (2)$$

де g – кількість одиниць товару складських приміщень, що припадають на одиницю площі.

3. Темп виробництва продукції X_{i+1} в $i+1$ -ому періоді визначається виробничою потужністю, тобто основними виробничими фондами K_i , створеними до кінця i -го періоду [14]:

$$X_{i+1} = f \cdot K_i, \quad (3)$$

де f – фондоддача з розмірністю грн.

4. Відповідно до загальної ідеології ринкової рівноваги на ринках монополістичної конкуренції вважаємо, що ціна одиниці товару p_i є спадною функцією, що залежить від темпу потоку продажів r_i . Будемо використовувати лінійну залежність:

$$p_{i+1} = p_0 - p_1 \cdot r_i. \quad (4)$$

Зауважимо, що підприємство-виробник на ринку монополістичної конкуренції має певну свободу щодо встановлення ціни на свій товар. Тому коефіцієнт p_1 визначає вплив підприємства на ціну товару [1].

5. Дослідження змінних витрат у мікроекономіці приводить до висновку [8], що на більшій частині освоєння виробничих потужностей змінні витрати зростають як лінійна функція; у діапазоні від нуля до 10-15 % виробничих потужностей зростання змінних витрат точніше моделює поліном третього степеня, що росте повільніше, ніж лінійна функція. При перевищенні підприємством 90-95 % виробничих потужностей зростання змінних витрат також може бути описано поліномом третього степеня, що росте швидше, ніж лінійна функція. Оберемо функцію змінних витрат у вигляді:

$$Zp_{i+1} = C \cdot X_i, \quad (5)$$

де C – собівартість продукції.

З огляду на рівняння (1) бачимо, що в нашій моделі змінні витрати є лінійною функцією від темпу продажів (збуту).

6. Модель монополістичної конкуренції повинна мати, принаймні, дві точки беззбитковості [8]. Таку модель можна одержати трьома способами:

при моделюванні динаміки змінних (отже, і загальних) витрат лінійною функцією, моделювати доход поліномом другого степеня з негативним коефіцієнтом у значення випуску в другому степені (квадратичною параболою з гілками, спрямованими вниз);

при моделюванні доходу (обороту) лінійною функцією, моделювати змінні (і загальні) витрати поліноміальною функцією третього степеня (кубічною параболою);

моделювати доход поліномом другого степеня з негативним коефіцієнтом у значенні випуску в другому степені (квадратичною параболою з гілками, спрямованими вниз), а змінні (і загальні) витрати – поліноміальною функцією третього степеня (кубічною параболою).

Будемо моделювати доход поліномом другого степеня з негативним коефіцієнтом при другому степені темпу продажів:

$$D_i = p_i r_i. \quad (6)$$

7. Постійні витрати розраховуємо так [13]:

$$Zc_i = \mu \cdot K_i + Z_i, \quad (7)$$

де μ – норма амортизації;

Z_i – інші постійні витрати, крім витрат на амортизацію, включаючи й витрати на утримання складських приміщень:

$$Z_i = z_0 + z_1 \cdot R_i.$$

Загальні витрати визначаються як сума змінних і постійних витрат:

$$TotZ_i = Zp_i + Zc_i.$$

8. Обрано такий вираз для визначення чистого прибутку підприємства [14]:

$$M_{i+1} = \frac{1}{1+\tau} [D_i - Zp_i - Zc_i], \quad (8)$$

де τ – ставка податку на прибуток.

9. Динаміка основних виробничих фондів K_i визначається рівнянням [2]:

$$K_{i+1} = K_i + s_i M_i, \quad (9)$$

де s_i – параметр реінвестування в i -ому періоді.

10. Динаміка фонду нагромадження підприємства визначається за формулою [14]:

$$F_{i+1} = F_i + (1 - s_i)M_i. \quad (10)$$

Розрахунки за моделлю (1)–(10) виконувалися для часового проміжку 8 років. Математична програма розрахунків складена в середовищі Mathcad. За одиницю часу приймаємо 1 місяць. Тоді часовий інтервал розрахунків складе $T = 96$ (горизонт планування).

За грошову одиницю прийняте середнє значення вартості одиниці товару – $\bar{p}_i = 1$. У цих одиницях у рівняннях (1)–(10) можуть бути обрані такі значення параметрів, характерні для промислових підприємств:

$$K_0 = 70, p_0 = 1,95, p_1 = 0,025, \mu = 0,02, z_0 = 2, z_1 = 4, \tau = 0,25, c = 0,5, f = 0,14. \quad (11)$$

Нашим завданням є дослідження динаміки розвитку й визначення умов, за яких підприємство максимізує свій фонд нагромадження. Для нарощування виробничих потужностей менеджери підприємства ухвалюють рішення щодо виділення половини прибутку на збільшення ОВФ. Це означає, що в рівнянні (9) параметр s_i обирається рівним 0,5.

На рис 1 показана розрахована відповідно до моделі (1)–(10) динаміка розвитку ОВФ підприємства K_i в часі (i – номер місяця), що є наслідком застосування реінвестиційного механізму розвитку. Там же показана динаміка фонду нагромадження F_i .

Внаслідок збільшення ОВФ зростає також і темп продажів r_i . Розраховану часову залежність темпу продажів r_i відображено на рис 2. Розрахунки показують, що із часом зростання основних економічних показників також, як і зростання темпу продажів припиняється й вони стабілізуються на деякому рівні. Причина цієї стабілізації буде розглянута нижче.

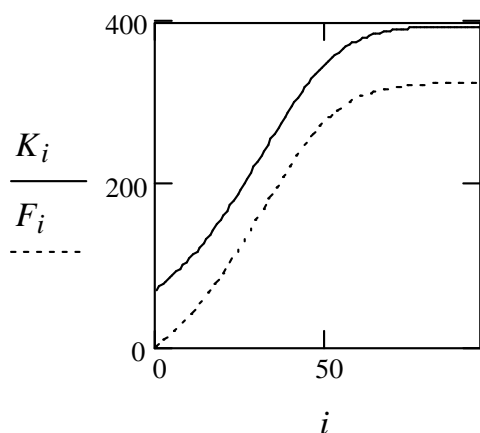


Рис 1. Динаміка основних економічних показників

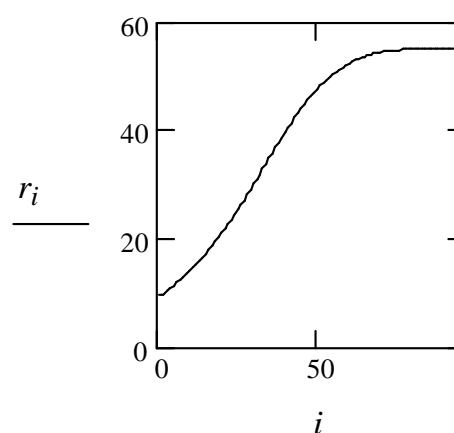


Рис 2. Залежність темпу продажів r_i від часу

На рис 3 показана залежність ціни p_i від темпу продажів r_i . Рис 3 наведений, насамперед, для того, щоб разом з рис 2 зробити більш наочною розрахункову залежність ціни від часу, що показана на рис 4.

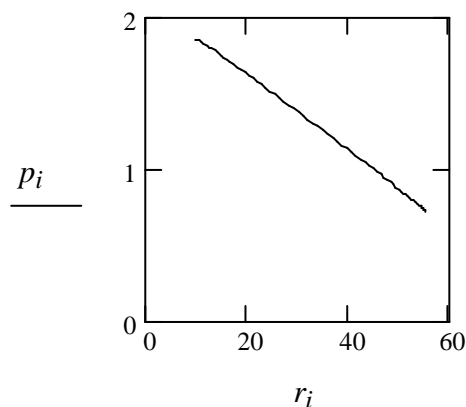


Рис 3. Залежність ціни p_i від темпу продажів r_i

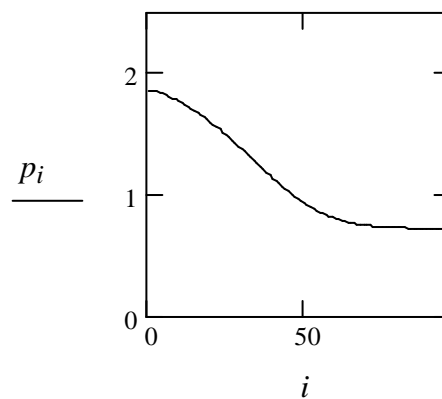


Рис 4. Залежність ціни p_i від часу

З рис 4 видно, що оптимальна ринкова ціна продукції спочатку (коли виробничі потужності починають зростати) спадає, а потім стабілізується на рівні 0,72.

На рис 5 відображено часові залежності доходу D_i , повних витрат $TotZ_i$ і прибутку M_i від часу. Розрахунки показують (рис 5), що максимальне значення прибутку досягається при $i = 31$ й становить $M_{31} = 13,91$. Це означає, що при $i > 31$ (тобто при $t > 31$ місяця) кошти, що виділяються на реінвестування, швидко зменшуються, тобто сповільнюється зростання ОВФ (рис 1).

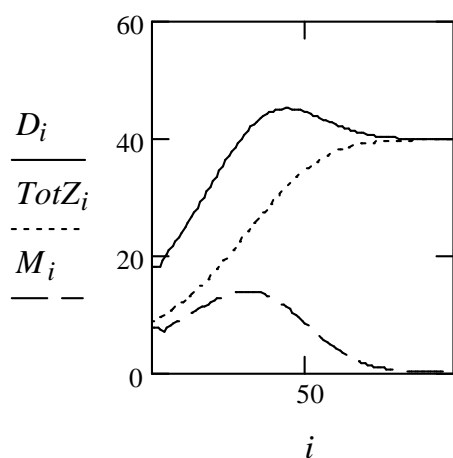


Рис 5. Динаміка економічних показників

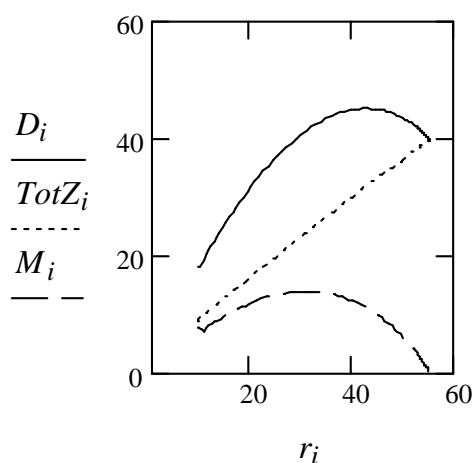


Рис 6. Залежність економічних показників від темпу продажів r_i

На рис 6 подано залежність тих самих показників від темпу продажів r_i . Максимуму прибутку M_i відповідає максимум темпу продажів r_i . Загальний висновок, який можна зробити з рис 5 та рис 6 полягає в тому, що реінвестування варто припинити в періоді $i = 31$.

У випадку, коли підприємство припиняє реінвестування в періоді $i = 31$, динаміка темпу продажів і залежності ціни від часу буде представлена залежностями, що подані на рис 7 та рис 8, відповідно.

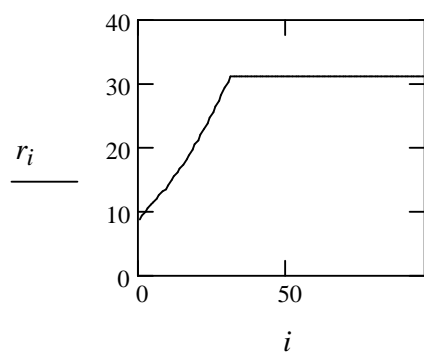


Рис 7. Залежність темпу продажів від часу

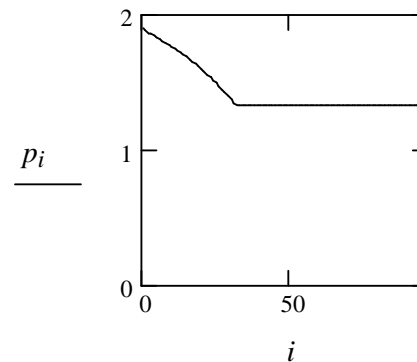


Рис 8. Залежність ціни від часу

При цьому залежність економічних показників від темпу продажів r_i і від часу матиме вигляд, поданий на рис 9 та рис 10 відповідно. З рис 10 бачимо, що всі економічні показники поліпшуються порівняно з випадком, коли реінвестування відбувається протягом всіх 96 місяців.

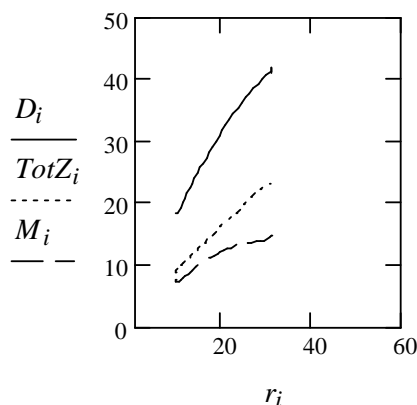


Рис 9. Залежність економічних показників від темпу продажів r_i

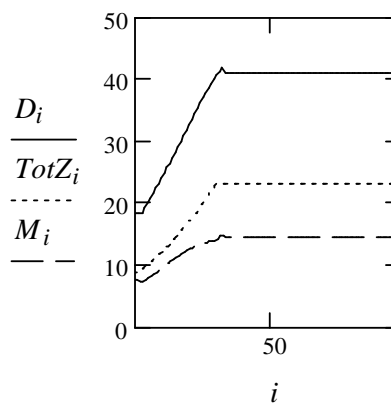


Рис 10. Динаміка економічних показників

На рис 11 показана динаміка основних економічних показників у цьому випадку.

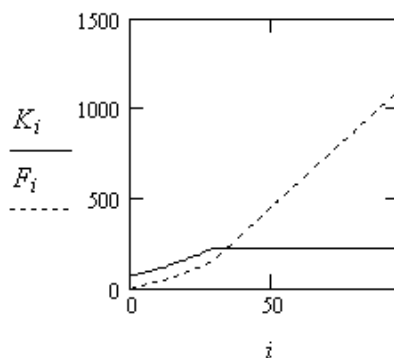


Рис 11. Динаміка основних економічних показників

Порівняння з рис 1 показує, що головний економічний показник роботи підприємства – фонд нагромадження – у випадку, коли інвестування відбувається в інтервалі $0 < i < 31$, наприкінці розглянутого періоду складе $F_{96} = 1,111 \cdot 10^3$ тоді, як при інвестуванні протягом всіх 96 місяців (див. рис 1) фонд нагромадження складе $F_{96} = 324,5$. Це порівняння свідчить, що планування роботи підприємства в умовах монополістичної конкуренції вимагає ретельного економіко-математичного дослідження.

Висновки. Робота підприємства та його розвиток в умовах монополістичної конкуренції вимагає продуманої інвестиційної політики. Планування поточної діяльності й

формування стратегічних цілей підприємства повинне базуватися на моделях, які дають можливість врахувати основні економічні показники підприємства й дозволяють досліджувати динаміку розвитку підприємства, що працює на конкурентних ринках.

Література

1. Булавский В.А. Модель олигополии с рынками производственных факторов / В.А. Булавский // Экономика и математические методы. – 1999. – № 4. – С. 78–86.
2. Егорова Н. Е. Применение дифференциальных уравнений для анализа динамики развития малых предприятий, использующих кредитно-инвестиционный ресурс / Н. Е. Егорова, С. Р. Хачатрян // Экономика и математические методы. – 2006. – № 1. – С. 50–67.
3. Задорожная Н. В. Предприятие на монопольном рынке / Н. В. Задорожная // Экономика предприятия. – 2001. – № 1. – С. 70 – 96.
4. Задорожная Н.В., Банщикова П.Г. Предприятие в условиях совершенной конкуренции / Н. В. Задорожная // Экономика предприятия. – 2000. – № 10. – С. 79 – 96.
5. Железняк О. О. Математичне моделювання динаміки продажу на ринках недосконалої конкуренції / О. О. Железняк, О. С. Кузьменко // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 1. – С. 236 – 245.
6. Журавка А. В. Моделирование конкурентно-кооперационных взаимодействий (социально-экономические системы) / А. В. Журавка // Бизнес информ. – 2002. – № 1-2. – С. 49–51.
7. Коляда Ю. В. Моделирование дуополю-дуопсонієвої конкуренції з долученням режиму насичення / Ю. В. Коляда // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 5. – С. 293 – 299.
8. Горшков А. Ф. Компьютерное моделирование менеджмента / [А. Ф. Горшков, Б. В. Евтеев, В. А. Коршунов и др.] – М. : «Экзамен», 2004. – 528 с.
9. Коршунов В. А. Оптимизация конкурентных стратегий на рынке ценовой олигополии : Сборник научных работ [По материалам 3-й научной конференции профессоров и преподавателей Института экономики и предпринимательства., 31 марта 2000 г.]. – М.:ИНЭП, 2000. – Вып. 3. – С. 86 – 99.
10. Коршунов В. А. Оптимизация конкурентных стратегий на рынках количественной олигополии Курно и Штакельберга / В. А. Коршунов // Экономика и технология : Межвузовский сборник научных трудов. – 2001. – Вып. 12. – Т. 2. – С. 192–200.
11. Московкин В. М. Математическое моделирование конкурентно-кооперационных взаимодействий в общественных науках / В. М. Московкин, А. В. Журавка // Экономическая кибернетика. – 2001. – № 3–4. – С. 46–51.
12. Московкин В.М. Расчет сценариев конкурентных, кооперационных и смешанных стратегий для n-мерной модели конкурентно-кооперационных взаимодействий в социально-экономических системах / В. М. Московкин, А. В. Журавка, В. С. Михайлов // Економічна кібернетика. – 2004. – № 5–6. – С. 32 - 34.
13. Олексюк О. С. Системи підтримки прийняття фінансових рішень на мікрорівні : монографія / О.С. Олексюк. – Київ : Наук думка, 1998. – 507 с.
14. Шерстенников Ю.В. Моделирование економічної динаміки малого підприємства / Ю.В. Шерстенников. – Дніпропетровськ : ДДФА, 2009. – 224 с.
15. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика) / Дж. Форрестер / Под ред. Д.М. Гвишиани. – М. : Прогресс, 1971. – 340 с.
1. Bulavsky, V.A. (1999), "Model of oligopoly markets of production factors", Economics and Mathematical Methods, Vol 4, pp. 78-86.
2. Egorova, N.E., Khachatryan S.R. (2006), "Application of differential equations to analyze the dynamics of the development of small businesses using credit and investment resource", Economics and Mathematical Methods, Vol 1, pp. 50-67.
3. Zadorozhnaja, N.V. (2001), "Company in a monopolistic market", Business Economics, Vol 1, pp. 70 - 96.
4. Zadorozhnaja, N.V., Banshchikov, P.G. (2000), "Enterprise under conditions of perfect competition", Business Economics, Vol. 10, pp. 79 - 96.
5. Zhelezniak, O.O., Kuz'menkov, O.S. (2011), "Mathematical modeling of the dynamics of sales in markets of imperfect competition", Actual problems of economy, Vol. 1, pp. 236 - 245.
6. Zhuravka, A.V. (2002), "Modeling competitive cooperative interactions (social and economic systems)", Business Inform, Vol. 1-2, pp. 49-51.
7. Kolyada, You.V. (2011), "Modeling duopolno-duopsoniyevoyi competition with attachment mode saturation", Actual problems of economy, Vol. 5, pp. 293 - 299.
8. Gorshkov, A.F., Evteev, B.V., Korshunov, V.A. (2004), *Kompyuternoe management simulation*, Moscow "Examination".
9. Korshunov, V.A. (2000), *Optimization of competitive strategies in the market oligopoly pricing*, Collected Works [On materials of the third conference of professors and lecturers of the Institute of Economics and Business., 31 March 2000, Moscow: INEP, pp. 86 - 99.
10. Korshunov, V.A. (2001), "Optimization of competitive strategies in the markets quantitative Stackelberg and Cournot Oligopoly", Economy and Technology: Interuniversity collection of scientific papers, Issue, pp. 192-200.
11. Moscovkin, V.M., Zhuravka, A.V. (2001), "Mathematical modeling of competitive cooperative interactions in the social sciences", Economic Cybernetics, Vol. 3-4, pp. 46-51.
12. Moscovkin, V.M., Zhuravka, A.V. Mikhailov, V.S. (2004), "Calculation of competitive scenarios, cooperative and mixed strategies for the n-dimensional model of the competitive-cooperative interactions in social and economic systems", Economic Cybernetics, Vol. 5-6, pp. 32-34.
13. Oleksyuk, O.S. (1998), *Systems support financial decision-making at the micro level*, Kyiv, Naukova dumka.
14. Sherstennikov, You.V. (2009), *Modelling economic dynamics of a small business*, Dnepropetrovsk, DDFA.
15. Forrester, J. (1971), *Fundamentals of Cybernetics of the company (Industrial Dynamics)*, Moscow, Progress Publishers.