

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ НЕСТАЦІОНАРНОГО РИНКУ ДОСКОНАЛОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

© 2017 ШЕРСТЕННИКОВ Ю. В., РУДЯНОВА Т. М.

УДК 330.3:330.4

Шерстенников Ю. В., Рудянова Т. М. Моделирование динамики развития производства в условиях нестационарного рынка совершенной конкуренции

У статті побудовано та досліджено економіко-математичну модель роботи підприємства в умовах нестационарного ринку досконалої конкуренції. Ринкова рівновага отримана як результат взаємодії ендогенних та екзогенних параметрів моделі. Досліджено динаміку зміни основних економічних показників підприємства. Проведений аналіз показав, що в разі, якщо ліквідність основних виробничих фондів (ОВФ) низька, то підприємство повинно віддавати перевагу проектам з обмеженими термінами реінвестування. Діяльність підприємства, і особливо його розвиток в умовах нестационарного ринку досконалої конкуренції, вимагає продуманої інвестиційної політики, яка повинна бути спрямована на збільшення не тільки ОВФ, а і запасів сировинних ресурсів. Планування поточної діяльності та формування стратегічних і тактичних цілей підприємства має базуватися на економіко-математичних моделях, що дають змогу врахувати основні поточні економічні показники діяльності підприємства та дозволяють досліджувати динаміку поведінки підприємства на конкурентних ринках.

Ключові слова: досконала конкуренція, попит, економіко-математична модель фірми, пропозиція, збут.

Рис.: 10. **Формул:** 11. **Бібл.:** 10.

Шерстенников Юрій Всеволодович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара (пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

E-mail: hm001@ukr.net

Рудянова Тетяна Миколаївна – кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики та інформатики, Університет митної справи та фінансів (вул. Володимира Вернадського, 2/4, Дніпро, 49004, Україна)

E-mail: rudyanova@mail.ru

УДК 330.3:330.4

Шерстенников Ю. В., Рудянова Т. М. Моделирование динамики развития производства в условиях нестационарного рынка совершенной конкуренции

В статье построена и исследована экономико-математическая модель работы предприятия в условиях нестационарного рынка совершенной конкуренции. Рыночное равновесие получено как результат взаимодействия эндогенных и экзогенных параметров модели. Исследована динамика изменения основных экономических показателей предприятия. Проведенный анализ показал, что в случае, если ликвидность основных производственных фондов (ОПФ) низкая, то предприятие должно отдавать предпочтение проектам с ограниченными сроками реинвестирования. Деятельность предприятия, и особенно его развитие в условиях нестационарного рынка совершенной конкуренции, требует продуманной инвестиционной политики, которая должна быть направлена на увеличение не только ОПФ, но и запасов сырьевых ресурсов. Планирование текущей деятельности и формирование стратегических и тактических целей предприятия должно базироваться на экономико-математических моделях, позволяющих учесть основные текущие экономические показатели деятельности предприятия и исследовать динамику поведения предприятия на конкурентных рынках.

Ключевые слова: совершенная конкуренция, экономико-математическая модель фирмы, спрос, предложение, реализация.

Рис.: 10. **Формул:** 11. **Библ.:** 10.

Шерстенников Юрій Всеволодович – кандидат фізико-математических наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики, Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара (пр. Гагаріна, 72, Дніпро, 49010, Україна)

E-mail: hm001@ukr.net

Рудянова Тетяна Миколаївна – кандидат фізико-математических наук, доцент, доцент кафедри прикладної математики та інформатики, Університет таможенного дела и финансов (ул. Владимира Вернадского, 2/4, Днепр, 49004, Украина)

E-mail: rudyanova@mail.ru

UDC 330.3:330.4

Sherstenikov Yu. V., Rudyanova T. M. Simulating the Dynamics of the Production Development in the Conditions of the Non-Stationary Market of the Perfect Competition

In the article the economic-mathematical model of enterprise's activity in the conditions of the non-stationary market of the perfect competition is constructed and researched. The market equilibrium is obtained as a result of the interaction between the endogenous and the exogenous model parameters. Dynamics of changes in the main economic indicators of enterprise was explored. The carried out analysis has showed that if liquidity of the basic production assets (BPA) is low, then the enterprise should give priority to the projects with limited deadlines for reinvestment. The enterprise's activity, particularly its development in the conditions of the non-stationary market of the perfect competition, requires a well-considered investment policy, which should be aimed at increasing not only the BPA, but also the stocks of raw materials. Planning of current activities and formation of the strategic and tactical goals of enterprise should be based on the economic-mathematical models, allowing to take account of the major current economic parameters of the enterprise's activity and to explore the dynamics of enterprise's conduct in the competitive markets.

Keywords: perfect competition, economic-mathematical model of firm, demand, supply, implementation.

Fig.: 10. **Formulae:** 11. **Bibl.:** 10.

Sherstenikov Yuri V. – PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics, Oles Honchar Dnipropetrovsk National University (72 Haharina Ave., Dnipro, 49010, Ukraine)

E-mail: hm001@ukr.net

Rudyanova Tetyana M. – PhD (Physics and Mathematics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics and Informatics, University of Customs and Finance (2/4 Volodymyra Vernadskoho Str., Dnipro, 49004, Ukraine)

E-mail: rudyanova@mail.ru

Проблема врахування ринкової кон'юнктури приводить до необхідності вирішення задач, що містять велику кількість різноманітних взаємопов'язаних факторів, а це, своєю чергою, означає, що для адекватних дій підприємства важливо мати надійні методи планування поточних і стратегічних дій. Вибір напрямків розвитку підприємств має базуватися на обґрунтованих математичних моделях, адаптованих до сучасних ринкових умов. Розробка математичних моделей діяльності підприємств є сьогодні одним з пріоритетних завдань у дослідженні їх стратегій розвитку.

Метою статті є побудова та дослідження економіко-математичної моделі діяльності підприємства в умовах нестаціонарного ринку досконалої конкуренції; дослідження ринкової рівноваги як результату взаємодії ендогенних та екзогенних параметрів моделі; дослідження динаміки розвитку підприємства в умовах нестаціонарного ринку досконалої конкуренції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах Булавського В. А., Задорожної Н. В., Банщикова П. Г. [1–3] досліджуються статичні моделі монопольного, олігопольного ринків і ринку досконалої конкуренції. Такі моделі враховують різноманітні виробничі фактори та технології виробництва. Недоліком таких моделей є їх стаціонарність, теоретичність. У роботах Железняк О. О., Кузьменко О. С., Коляди Ю. В. [4; 6] розглянуто динамічні моделі недосконалої та дуопольно-дуопсонієвої конкуренції. У роботах Журавки А. В., Коршунова В. А., Московкіна В. М., Михайлова В. С. [5; 7–10] простежується тенденція створення універсальних моделей, які дають можливість моделювати процеси взаємодії в кластерах як з конкурентними, так і з коопераційними взаємозв'язками; у тому числі і з парними конкурентно-коопераційними взаємодіями. Вирішуються завдання визначення оптимальної поведінки фірм на конкурентних ринках.

Недостатньо дослідженим питанням конкурентної поведінки фірми є питання про взаємозв'язок поточних економічних характеристик фірми (підприємства) і поточної ринкової кон'юнктури, що складається в даний період часу. Вибір стратегії або варіантів розвитку підприємства в ринкових умовах потребує більш детального, ніж це прийнято в сучасних дослідженнях, опису діяльності самого підприємства.

У реальній економіці стаціонарні ринки досконалої конкуренції, тобто ринки з постійною ціною на даний товар, є скоріше винятком, ніж правилом. Підприємству доводиться працювати в умовах постійної зміни ринкової кон'юнктури. Зміни кон'юнктури ринку для підприємства насамперед означає зміну ціни продукції. У таких умовах для складання економічно обґрунтованої програми розвитку підприємство повинно використовувати надійні методи стратегічного планування.

Приймаємо таку математичну модель виробничої діяльності підприємства.

1. Вважаємо, що між темпом потоку продажів r_i (одиниці в тиждень) в i -му 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 -му періоді, буде реалізований в $i+1$ -му періоді.

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

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

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

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

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

де f – фондівдача з розмірністю грн⁻¹.

4. У відповідності до загальної ідеології ринкової рівноваги на ринках досконалої конкуренції вважаємо, що ціна одиниці товару p_i не залежить від темпу потоку продажів r_i . Однак ринок вважаємо нестаціонарним, тобто, що ціна одиниці товару є функцією часу. Будемо розглядати лінійну залежність ціни від періоду (від часу):

$$p_i = p_0 \cdot (1 - pt \cdot i). \quad (4)$$

5. Дослідження змінних витрат у мікроекономіці приводить до висновку, що на більшій частині виробничих потужностей змінні витрати ростуть як лінійна функція; у діапазоні від нуля до 10–15% виробничих потужностей зростання змінних витрат точніше моделює поліном третього ступеня, який зростає повільніше, ніж лінійна функція; при перевищенні підприємством 90–95% освоєння виробничих потужностей зростання змінних витрат також може бути описане поліномом третього ступеня, який зростає швидше, ніж лінійна функція. Виберемо функцію змінних витрат у вигляді:

$$Zp_{i+1} = [C + C_1 \cdot (R_i)^2] \cdot X_i, \quad (5)$$

де C і C_1 – константи.

Ураховуючи рівняння (1) і (2), бачимо, що в нашій моделі змінні витрати є поліномом третього ступеня від темпу продажів (збуту).

6. Дохід розраховуємо за формулою:

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

7. Повні витрати є сумою змінних і постійних витрат:

$$TotZ_i = Zp_i + Zc_i.$$

Постійні витрати розраховуємо за формулою:

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

де μ – норма амортизації; Z_i – інші постійні витрати, крім витрат на амортизацію, включаючи і витрати на утримання складських приміщень:

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

8. Прийmemo таку формулу для визначення чистого прибутку підприємства:

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

де τ – ставка податку на прибуток.

9. Динаміка основних виробничих фондів K_i визначається рівнянням:

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

де s_i – параметр реінвестування в i -му періоді.

10. Динаміка фонду нагромадження МП визначається за формулою:

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

Розрахунки за моделлю (1) – (10) виконувалися для тимчасового проміжку 5 років. Математична програма розрахунків складена в середовищі Mathcad. За одиницю часу приймаємо 1 місяць. Тоді часовий інтервал розрахунків складе $T = 60$ (горизонт планування).

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

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

Завданням є дослідження динаміки розвитку та визначення умов, при яких підприємство досягає максимального економічного ефекту. Спочатку (для порівняння) розглянемо випадок стаціонарного ринку. Це означає, що в рівнянні (4) потрібно вибрати $p_i = 0$. При цьому для нарощування виробничих потужностей менеджери підприємства приймають рішення про виділення 35% прибутку на розвиток ОВФ. Це означає, що в рівнянні (9) параметр s_i вибирається рівним 0,35.

На рис. 1 і рис. 2 показано розраховану за моделлю (1) – (10) динаміку розвитку основних економічних показників, яка є наслідком застосування реінвестиційного механізму розвитку.

З рис. 1 видно, що нарощувати темп r_i продажів більше, ніж 50 (од./період), економічно не виправдано, оскільки при $r_i > 50$ прибуток підприємства зі збільшенням числа продажів зменшується. Розрахунки, наведені на рис. 2, показують, що з часом зростання доходу D припиняється, і дохід стабілізується на деякому рівні. При цьому величина повних витрат наближається до доходу, у результаті чого прибуток наближається до нуля. Розрахунки приводять до висновку, що максимум прибутку досягається на 34 місяці після початку проекту, тобто при $i = 34$.

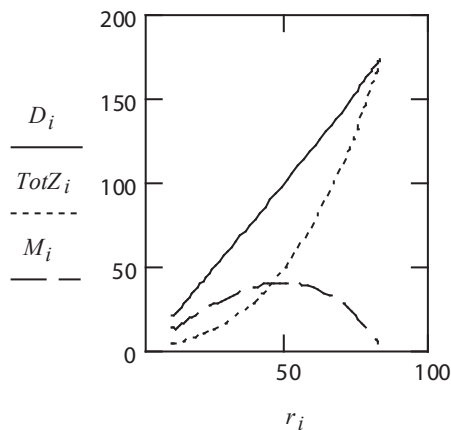


Рис. 1. Залежність доходу D_i , повних витрат $TotZ_i$ і прибутку M_i від темпу продажів r_i

Тепер розглянемо випадок, коли ринкова ціна товару з часом зменшується, тобто ринок є нестаціонарним. На рис. 3 і рис. 4 наведено результати розрахунків для значення $pt = -0,5 \cdot 10^{-2}$. У цьому випадку максимум прибутку досягається при $i = 32$. У кінці планового періоду будуть отримані такі результати: вартість основних виробничих фондів складе $K(60) = 482,4$, фонд накопичення буде дорівнювати $F(60) = 765$. Зауважимо, що ці результати будуть отримані в разі, коли реінвестування здійснюється протягом усього планового періоду $[0; 60]$.

Результати розрахунків, що наведені на рис. 5 і рис. 6, отримані в тих самих припущеннях, що і на рис. 3, рис. 4 з тією різницею, що тепер ціна товару є зростаючою функцією часу, тобто $pt = -0,5 \cdot 10^{-2}$. У цьому випадку максимум прибутку досягається при $i = 35$. Наприкінці планового періоду будуть отримані такі результати: вартість основних виробничих фондів складе $K(60) = 486,9$, фонд накопичення буде дорівнювати $F(60) = 1147$.

Загальний висновок, який можна зробити з результатів, що представлені на рис. 3 і рис. 5, полягає в тому, що в разі спадної ціни реінвестування слід припинити в періоді $i = 32$, а в разі зростаючої ціни – в періоді $i = 35$.

Якщо ціна зменшується і підприємство припиняє реінвестування в періоді $i = 32$, то динаміка основних економічних показників буде представлена кривими, що показані на рис. 7 і рис. 8. У кінці планового періоду будуть отримані такі результати: вартість основних виробничих фондів складе $K(60) = 309,2$, фонд накопичення буде дорівнювати $F(60) = 1,239 \cdot 10^3$. Навіть при тому, що вартість ОВФ буде значно меншою в порівнянні з випадком, коли реінвестування відбувається протягом всього планового періоду, фонд накопичення суттєво зростає.

Якщо ціна зростає і підприємство припиняє реінвестування в періоді $i = 35$, то динаміка основних економічних показників буде представлена кривими, що показані на рис. 9 і рис. 10. У кінці планового періоду будуть отримані такі результати: вартість основних виробничих фондів складе $K(60) = 436,7$, фонд накопичення буде дорівнювати $F(60) = 2,243 \cdot 10^3$. Економічні результати суттєво покращуються в порівнянні з випадком, коли реінвестування відбувається протягом усього планового періоду.

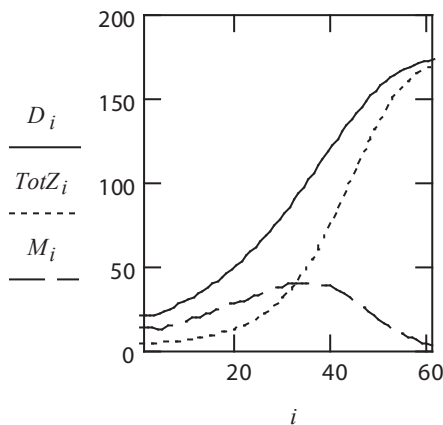


Рис. 2. Часова динаміка основних економічних показників

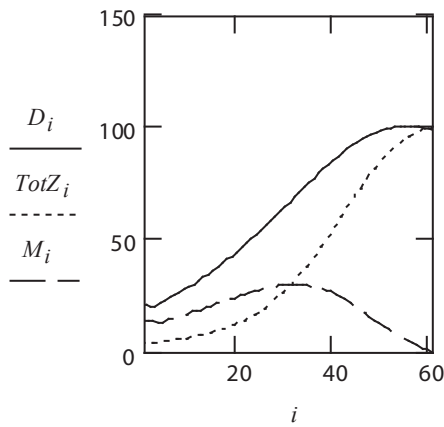


Рис. 3. Часова динаміка основних економічних показників для спадної ціни

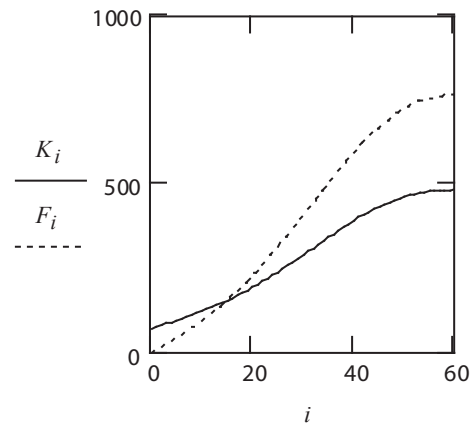


Рис. 4. Часова динаміка вартості ОВФ K і фонду накопичення F для спадної ціни

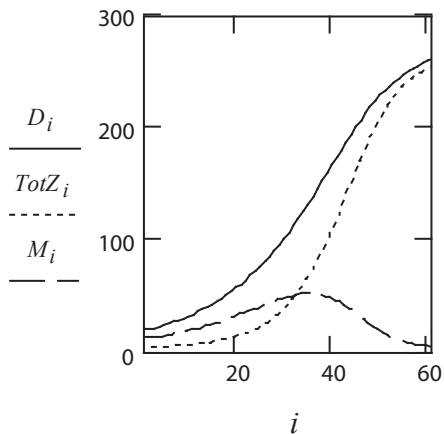


Рис. 5. Часова динаміка основних економічних показників для зростаючої ціни

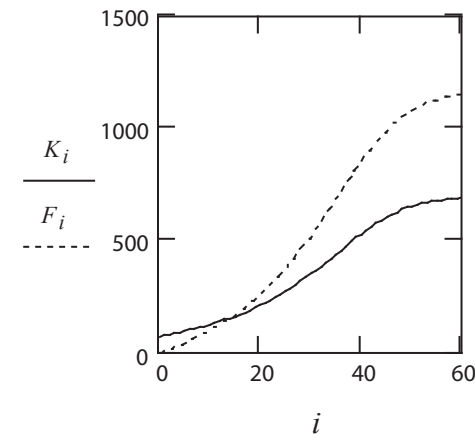


Рис. 6. Часова динаміка вартості ОВФ K і фонду накопичення F для зростаючої ціни

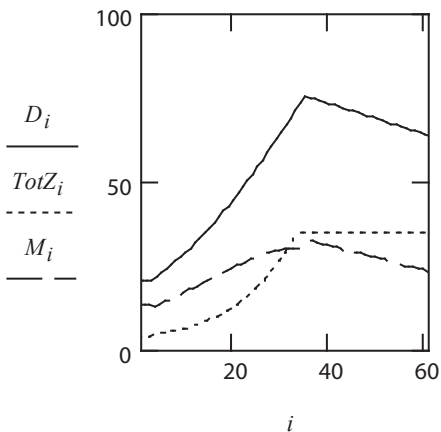


Рис. 7. Часова динаміка основних економічних показників для спадної ціни

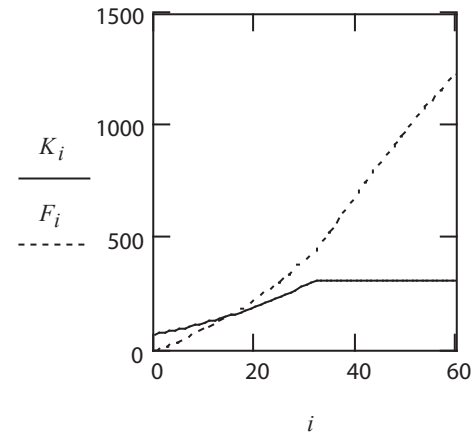


Рис. 8. Часова динаміка вартості ОВФ K і фонду накопичення F для спадної ціни

Проведений аналіз показує, що в разі, якщо ліквідність основних виробничих фондів низька, то підприємство повинно віддавати перевагу проектам з обмеженими термінами реінвестування. Цей висновок особливо важливий для роботи на нестационарних конкурентних ринках.

ВИСНОВКИ

Діяльність підприємства, і особливо його розвиток в умовах нестационарного ринку досконалої конку-

ренції, вимагає продуманої інвестиційної політики, яка повинна бути спрямована не тільки на збільшення ОВФ, а і на збільшення запасів сировинних ресурсів. Планування поточної діяльності та формування стратегічних і тактичних цілей підприємства повинно базуватися на економіко-математичних моделях, що дають змогу врахувати основні поточні економічні показники діяльності підприємства та дозволяють досліджувати динаміку поведінки підприємства на конкурентних ринках. ■

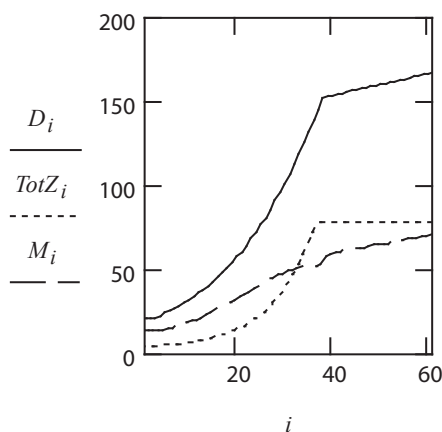


Рис. 9. Часова динаміка основних економічних показників для зростаючої ціни

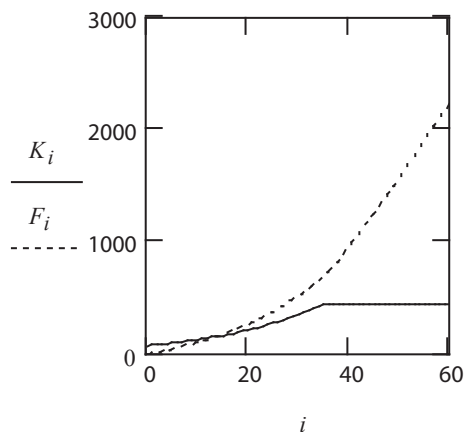


Рис. 10. Часова динаміка вартості ОВФ К і фонду накопичення F для зростаючої ціни

ЛІТЕРАТУРА

1. Булавский В. А. Модель олигополии с рынками производственных факторов. *Экономика и математические методы*. 1999. № 4. С. 78–86.
2. Задорожная Н. В. Предприятие на монопольном рынке. *Экономика предприятия*. 2001. № 1. С. 70–96.
3. Задорожная Н. В., Банщиков П. Г. Предприятие в условиях совершенной конкуренции. *Экономика предприятия*. 2000. № 10. С. 79–96.
4. Железняк О. О., Кузьменко О. С. Математичне моделювання динаміки продажу на ринках недосконалої конкуренції. *Актуальні проблеми економіки*. 2011. № 1. С. 236–245.
5. Журавка А. В. Моделирование конкурентно-кооперационных взаимодействий (социально-экономические системы). *Бизнес Информ*. 2002. № 1-2. С. 49–51.
6. Коляда Ю. В. Моделивання дуополю-дуопсонієвої конкуренції з долученням режиму насичення. *Актуальні проблеми економіки*. 2011. № 5. С. 293–299.
7. Коршунов В. А. Оптимизация конкурентных стратегий на рынке ценовой олигополии // Материалы 3-й научной конференции профессором и преподавателей Института экономики и предпринимательства (31 марта 2000 г.). М.: ИНЭП, 2000. Вып. 3. С. 86–99.
8. Коршунов В. А. Оптимизация конкурентных стратегий на рынках количественной олигополии Курно и Штакельберга. *Экономика и технология: межвузовский сборник научных трудов*. 2001. Вып. 12, т. 2. С. 192–200.
9. Московкин В. М., Журавка А. В. Математическое моделирование конкурентно-кооперационных взаимодействий в общественных науках. *Экономическая кибернетика*. 2001. № 3-4. С. 46–51.
10. Московкин В. М., Журавка А. В., Михайлов В. С. Расчет сценариев конкурентных, кооперационных и смешанных стратегий для n-мерной модели конкурентно-кооперационных взаимодействий в социально-экономических системах. *Экономическая кибернетика*. 2004. № 5-6. С. 32–34.

REFERENCES

- Bulavskiy, V. A. "Model oligopolii s rynkami proizvodstvennykh faktorov" [Model of oligopoly, markets of production factors]. *Ekonomika i matematicheskiye metody*, no. 4 (1999): 78-86.
- Koliada, Yu. V. "Modeliuvannia duopolno-duopsoniievoi konkurentsii z doluchenniam rezhymu nasychennia" [Modeling duopole-dropzone competition with the accession of saturation]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 5 (2011): 293-299.

Korshunov, V. A. "Optimizatsiya konkurentnykh strategiy na rynke tsenovoy oligopolii" [Optimization of competitive strategies on the market price of the oligopoly]. *Materialy 3-y nauchnoy konferentsii professorov i prepodavateley Instituta ekonomiki i predprinimatelstva* (31 marta 2000 g.). Issue 3. Moscow: INEP, 2000. 86-99.

Korshunov, V. A. "Optimizatsiya konkurentnykh strategiy na rynkakh kolichestvennoy oligopolii Kurno i Shtakelberga" [Optimization of competitive strategies, markets, Cournot oligopoly, and Stackelberg]. *Ekonomika i tekhnologiya*. Vol. 2, no. 12 (2001): 192-200.

Moskovkin, V. M., and Zhuravka, A. V. "Matematicheskoye modelirovaniye konkurentno-kooperatsionnykh vzaimodeystviy v obshchestvennykh naukakh" [Mathematical modeling competitive-cooperative interactions in the social Sciences]. *Ekonomicheskaya kibernetika*, no. 3-4 (2001): 46-51.

Moskovkin, V. M., Zhuravka, A. V., and Mikhaylov, V. S. "Raschet stsenariyev konkurentnykh, kooperatsionnykh i smeshannykh strategiy dlya n-mernoy modeli konkurentno-kooperatsionnykh vzaimodeystviy v sotsialno-ekonomicheskikh sistemakh" [The calculation scenarios of the competitive, cooperative and mixed strategies for the n-dimensional model of the competitive-cooperative interactions in socio-economic systems]. *Ekonomichna kibernetika*, no. 5-6 (2004): 32-34.

Zadorozhnaya, N. V., and Banshchikov, P. G. "Predpriyatiye v usloviyakh sovershennoy konkurentsii" [The enterprise in the conditions of perfect competition]. *Ekonomika predpriyatiya*, no. 10 (2000): 79-96.

Zhelezniak, O. O., and Kuzmenko, O. S. "Matematichne modeliuvannia dynamiky prodazhu na rynkakh nedoskonaloi konkurentsii" [Mathematical modeling of the dynamics of sales in the markets of imperfect competition]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 1 (2011): 236-245.

Zhuravka, A. V. "Modelirovaniye konkurentno-kooperatsionnykh vzaimodeystviy (sotsialno-ekonomicheskoye sistema)" [Modeling competitive-cooperative interactions (socio-economic system)]. *Biznes Inform*, no. 1-2 (2002): 49-51.

Zadorozhnaya, N. V. "Predpriyatiye na monopolnom rynke" [The company in a monopolistic market]. *Ekonomika predpriyatiya*, no. 1 (2001): 70-96.