

Серебренников В.М.,
кандидат технічних наук, доцент,
*Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського*

Берідзе Т.М.,
кандидат технічних наук, доцент,
*Криворізький факультет
Запорізького національного університету*

Пасічник Н.В.,
кандидат економічних наук, доцент,
Криворізький національний університет

Serebrennikov Vadim,
Cand. Sci. (Tec.), Assoc. Prof.
*Mykhaylo Tuhan-Baranovskyi
Donetsk National University of Economics and Trade,*

Beridze Tatiana,
Cand. Sci. (Tec.), Assoc. Prof. of
Economics and Trade, Krivoy Rog,
Krivoy Rog Faculty

Pasichnik Natalia,
Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof.,
Krivoy Rog National University

МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ОДИНИЦІ В УМОВАХ ВНУТРІШНІХ ЗМІН

Серебренников В.М., Берідзе Т.М., Пасічник Н.В. Моделирование функционирования хозяйственной единицы в условиях внутренних изменений. У статті запропоновано науковий підхід до моделювання економічної діяльності підприємства як «сірого» ящика. Досліджено категорію поняття «підприємство» в сучасній економічній науці щодо неоднозначності його трактування. Критичний аналіз підходів до економічного аналізу діяльності підприємства виявив досить істотні відмінності. Відмінності відображають принципову позицію підходу й полягають здебільшого в тому, на який процес робиться акцент, що відбувається всередині підприємства. Гармонізація поглядів сучасних економічних теорій дає змогу актуалізувати координацію діяльності всередині підприємства й замінює ринкову координацію, коли трансакційні витрати використання цінового механізму стають високими та приводять до економічних втрат. У статті вирішується актуальне завдання оптимального управління з урахуванням припущень про внутрішні механізми його господарської діяльності. За економіко-математичного моделювання прийняті припущення, які досить близькі до реальності та зручні для аналізу. Формально представлено послідовність постановки та розв'язання задачі. Наукова новизна запропонованого підходу полягає в ґрунтовному, змістовному аналізі сучасних підходів до методології визначення підприємства як економічної одиниці; інноваційних засадах формалізації внутрішнього середовища підприємства як економічної одиниці. Практика застосування отриманої моделі дає змогу оптимізувати параметри внутрішнього середовища функціонування підприємства. Аналіз отриманих результатів моделювання діяльності гірничорудного підприємства, проведений на визначеному статистичному матеріалі, дав змогу отримати кількісні оцінки показників ефективності діяльності підприємства. Отримані оцінки довели дієвість запропонованої моделі. Рекомендовано імплементувати розроблену економіко-математичну модель в практику управління економічною діяльністю гірничорудних підприємств.

Ключові слова: підприємство, модель, середовище, ефективність, управління.

Серебренников В.М., Берідзе Т.М., Пасічник Н.В. Моделирование функционирования хозяйственной единицы в условиях внутренних изменений. В статье предложен научный подход к моделированию экономической деятельности предприятия как «серого» ящика. Исследована категория понятия «предприятие» в современной экономической науке касательно неоднозначности его трактовки. Критический анализ подходов к экономическому анализу деятельности предприятия выявил весьма существенные различия. Различия отражают принципиальную позицию подхода и заключаются в основном в том, на какой процесс

делается акцент, что происходит внутри предприятия. Гармонизация взглядов современных экономических теорий позволяет актуализировать координацию деятельности внутри предприятия и заменяет рыночную координацию, когда транзакционные издержки использования ценового механизма становятся высокими и приводят к экономическим потерям. В статье решается актуальное задание оптимального управления с учетом предположений о внутренних механизмах его хозяйственной деятельности. При экономико-математическом моделировании приняты допущения, которые достаточно близки к реальности и удобны для анализа. Формально представлена последовательность постановки и решения задачи. Научная новизна предложенного подхода заключается в основательном, содержательном анализе современных подходов к методологии определения предприятия как экономической единицы; инновационных началах формализации внутренней среды предприятия как экономической единицы. Практика применения полученной модели позволяет оптимизировать параметры внутренней среды функционирования предприятия. Анализ полученных результатов моделирования деятельности горнорудного предприятия, проведенный на определенном статистическом материале, позволил получить количественные оценки показателей эффективности деятельности предприятия. Полученные оценки доказали действенность предложенной модели. Рекомендовано имплементировать разработанную экономико-математическую модель в практику управления экономической деятельностью горнорудных предприятий.

Ключевые слова: предприятие, модель, среда, эффективность, управление.

Serebrenikov Vadim, Beridze Tatiana, Pasichnik Natalia. Simulation of the functioning of the economic unit in conditions of internal changes. The purpose of this article is to build an economic and mathematical model of economic activity of the enterprise as an independent economic unit for maximum profit. The main task of management is to determine the output that maximizes profit. This is the task at the heart of firm theory in the interpretation of price theory. The article proposes a scientific approach to modeling the economic activity of the enterprise as a “gray” box. The category of the concept “enterprise” in modern economic science is investigated for the ambiguity of its interpretation. Critical analysis of the approaches to economic analysis of the company’s activity revealed significant differences. Differences reflect the principled position of the approach and are largely based on the process that focuses on what happens inside the enterprise. Harmonization of the views of modern economic theories allows actualizing the coordination of activities within the enterprise and replaces market coordination, when the transaction costs of using the price mechanism become high and lead to economic losses. The article solves the actual problem – optimal management taking into account the assumptions about the internal mechanisms of its economic activity. In economical-mathematical modeling, the assumptions adopted are quite close to reality and are convenient for analysis. The sequence of statement and problem solving is formally represented. The scientific novelty of the proposed approach is: a thorough, meaningful analysis of modern approaches to the methodology of enterprise definition as an economic unit; innovative principles of formalization of the internal environment of the enterprise as an economic unit. The practice of using the resulting model allows optimizing the parameters of the internal environment of the operation of the enterprise. An analysis of the results of modeling the activity of the mining enterprise, conducted on a certain statistical material, allowed obtaining quantitative estimates of the performance indicators of the enterprise. The estimates obtained proved the validity of the proposed model. It is recommended to implement the developed economic-mathematical model in the practice of managing the economic activity of mining enterprises.

Key words: enterprise, model, environment, efficiency, management.

Постановка проблеми. В умовах трансформаційних змін в Україні особливої ролі набуває ефективне управління залізрудними підприємствами. Особливістю їх функціонування в умовах ринку є те, що координація діяльності всередині підприємства, яка реалізується у вигляді командно-адміністративного управління, замінює ринкову координацію [1]. Такий підхід, відповідно до теорії фірми Р. Коуза [2], базується на тому, що будь-які трансакції (добровільні ринкові угоди) в ринковій економіці пов’язані з витратами, які необхідно врахувати під час ринкового аналізу. Р. Коуз пояснює існування підприємств економією на трансакційних витратах. Координація діяльності всередині підприємства замінює ринкову координацію, коли трансакційні витрати використання ценового механізму стають високими та приводять до економічних втрат. З іншого боку, на підприємстві з’являються витрати управління працівниками після укладення з ними трудової угоди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних економічних теоріях значна увага приділяється аналізу діяльності підприємств шляхом їх економіко-математичного моделювання. Проблеми розкриття поняття ефективності та методам її оцінювання присвячені праці М. Баканова, А. Шеремета, С. Цухло, О. Єфимової, Ж. Рішара, Г. Савицької, Ю. Цал-Цалко, А. Усачова та інших науковців [3–6]. Сутнісне розуміння категорії моделювання господарської діяльності розкрито в роботах В. Вітлінського, І. Герчикова, Н. Данилочкіна, В. Забродського, Т. Клебанової, М. Кизима, О. Пономаренко та інших авторів [7–10]. Зокрема, неокласична теорія фірми розглядає підприємство як «чорний ящик» [11]. При цьому початкові ресурси розглядаються як вхідні змінні, а готова продукція – як вихідна змінна. Зв’язок між вхідними та вихідними змінними реалізується за допомогою виробничої функції, що виступає в ролі економіко-математичної моделі. Підприємство в цій теорії представлене «даністю». Як і

споживач, підприємство виступає в ролі первинного логічного елементу економічної системи. Неокласична теорія взагалі не ставить питання про те, чому виникає підприємство. Також не приділяється увага характеру внутрішньої організації підприємства, пошуку ринків, продуктів, технологій.

Формулювання завдання дослідження. Метою статті є побудова економіко-математичної моделі економічної діяльності підприємства як самостійної господарської одиниці задля отримання максимального прибутку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основне завдання менеджменту полягає у визначенні обсягу випуску продукції, який максимізує прибуток. Саме це завдання представлено в центрі теорії фірми в трактуванні теорії цін. У стандартній інтерпретації, прийнятій в сучасній теорії, фірми представлені як безлічі виробничих можливостей, до яких додається мотивація, пов'язана з отриманням прибутку. Сучасна мікро-економічна теорія пропонує модель «шлях розвитку» для пояснення поведінки підприємства. Вихідними обмеженнями цієї моделі є незмінність цін на ресурси, постійне зростання бюджету виробника, використання двох факторів виробництва. Категорія «підприємство» в сучасній економічній науці має неоднозначне трактування. Більшість неортодоксальних теорій, таких як неоавстрійська школа, неоінституціоналізм, марксистська політична економія, розглядають підприємство як одну з центральних економічних категорій. Однак і серед неортодоксальних економічних течій відмінності в підходах до аналізу підприємства досить істотні. Різниця між визначеннями відображає принципову позицію теорії та полягає здебільшого в тому, на який вид підприємств або який процес, що відбувається всередині підприємства, робиться акцент.

В дослідженні пропонується підхід до аналізу економічної діяльності підприємства, зокрема, ГЗК, як «сірого» ящика [11; 12]. За такого підходу, крім вхідних та вихідних змінних, враховуються елементи структури підприємства, що є істотними щодо його економічної діяльності.

Так, за економічного дослідження ГЗК як підприємства, були вибрані вхідною змінною сукупні витрати, тобто загальні витрати, а саме витрати матеріалів, виробничих потужностей і послуг, які належать до декількох видів продукції, що виробляються спільно; сукупні витрати, тобто витрати на виробництво й реалізацію конкретного товару, аналог виробничої (CP) вихідною змінною (прибуток (Π)). Як змінні, що враховують внутрішню структуру ГЗК, були вибрані реальні сукупні витрати (повні витрати – це сумарні витрати на виробництво й реалізацію продукції; повні витрати включають усі виробничі витрати, витрати на маркетинг, утримання адміністрації, виплату відсотків та інші централізовані корпоративні витрати (PCP), оборотні активи (OA) та прибуток (D)). За економіко-математичного моделювання ГЗК прийняті припущення, які досить близькі до реальності та зручні для аналізу. Перш за все було прийнято, що реальні сукупні витрати пов'язані із сукупними витратами функціональною залежністю:

$$PCP = CP(1 - a \cdot CP), \quad (1)$$

де a – числовий параметр.

Відповідно до формули (1) реальні сукупні витрати зменшуються за ступенем збільшення сукупних витрат, що, зокрема, відбивається у величині залишкової вартості після роботи ГЗК за вибраний період часу. При цьому числовий параметр a характеризує швидкість зменшення сукупних витрат.

Наступне припущення полягало в тому, що оборотні активи пропорційні квадрату реальних сукупних витрат:

$$OA = b \cdot PCP^2, \quad (2)$$

де b – числовий параметр.

Формула (2) вказує на нелінійну залежність оборотних активів від реальних сукупних витрат, однак швидкість зростання оборотних активів вже лінійно залежить від реальних сукупних витрат.

Останнє припущення вказує на лінійну залежність доходу від оборотних активів:

$$D = c \cdot OA, \quad (3)$$

де c – числовий параметр.

Нарешті, прибуток визначається за формулою:

$$\Pi = D - CP. \quad (4)$$

Формули (1), (2), (3), (4) дають можливість окреслити внутрішню структуру економіко-математичної моделі ГЗК з точністю до невідомих величин параметрів a , b і c .

Структура формул (1), (2), (3), (4) дає можливість записати формулу, яка пов'язує вхідну та вихідну змінні економіко-математичної моделі ГЗК:

$$\Pi = c \cdot b \cdot CP^2(1 - a \cdot CP)^2 - CP. \quad (5)$$

Отже, формула (5) безпосередньо пов'язує прибуток із сукупними витратами та містить три параметри a , b і c , що характеризують особливості внутрішньої структури економічної діяльності ГЗК.

Щодо економіко-математичного моделювання ГЗК прибуток (5) природно розглядати як цільову функцію. В результаті цього задача оптимального управління економікою ГЗК може бути записана у такому вигляді:

$$\Pi = c \cdot b \cdot CP^2(1 - a \cdot CP)^2 - CP \rightarrow \max_{CP}; \quad (6)$$

$$\underline{CP} \leq CP \leq \overline{CP}, \quad (7)$$

де \underline{CP} , \overline{CP} – нижня й верхня межі за величиною сукупних витрат.

З іншого боку, за економіко-математичного моделювання ГЗК як цільова функція може бути вибрана рентабельність:

$$P = \frac{\Pi}{CP},$$

тобто:

$$P = c \cdot b \cdot CP(1 - a \cdot CP)^2 - 1. \quad (8)$$

Тоді з урахуванням (8) завдання оптимального управління економікою ГЗК записується у такому вигляді:

$$P = c \cdot b \cdot CP(1 - a \cdot CP)^2 - 1 \rightarrow \max_{CP}; \quad (9)$$

$$\underline{CP} \leq CP \leq \overline{CP}. \quad (10)$$

Аналіз постановок задач оптимального управління (6), (7), (9), (10) показує, що розглянуті формули містять три параметри, тому для спрощення розв'язання задачі доцільно скоротити число параметрів шляхом

переходу до безрозмірних комплексів [5]. Для цього завдання оптимального управління (6), (7) записується у такому вигляді:

$$\hat{\Pi} = \alpha \cdot C\hat{P}^2(1 - C\hat{P})^2 - C\hat{P} \rightarrow \max_{C\hat{P}}; \quad (11)$$

$$C\hat{P} \leq C\hat{P} \leq 1, \quad (12)$$

де $\hat{\Pi} = \Pi \cdot a$, $C\hat{P} = a \cdot CP$, $\underline{C\hat{P}} = a \cdot \underline{CP}$, $\alpha = \frac{c \cdot b}{a}$.

Особливістю задачі (11), (12) є те, що її розв'язання залежить тільки від одного параметра α , що значно спрощує економіко-математичне моделювання ГЗК. З іншого боку, одноразове розв'язання задачі оптимального управління в безрозмірному вигляді дає можливість отримати безліч рішень реальних завдань оптимального управління шляхом підстановки відповідних величин параметрів, знайдених під час ідентифікації.

Для пошуку максимуму прибутку, згідно з (11), необхідно скористатися необхідною умовою існування екстремуму, для чого слід обчислити похідну, прирівняти до нуля та розв'язати отримане рівняння:

$$\hat{\Pi}' = \alpha \cdot (2 \cdot C\hat{P}(1 - C\hat{P})^2 - 2C\hat{P}^2(1 - C\hat{P})) - 1 = 0$$

або

$$2C\hat{P}^3 - 3C\hat{P}^2 + C\hat{P} - \frac{1}{2\alpha} = 0. \quad (13)$$

Крім того, згідно з (1), має виконуватися умова:

$$0 \leq C\hat{P} \leq 1. \quad (14)$$

Рівняння (13) є алгебраїчним рівнянням третього порядку та розв'язується за формулами Кардано [12]. Розв'язуючи це рівняння, знаходимо оптимальну величину сукупних витрат як функцію параметра α :

$$C\hat{P}_{opt} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cos \left(\frac{\arctg(\sqrt{\frac{\alpha^2}{27} - 1}) + 4\pi}{3} \right) + 0,5. \quad (15)$$

Підставляючи корінь (15) в (11), знаходимо максимальну величину прибутку без урахування обмежень:

$$\hat{\Pi}_{max} = \alpha \cdot C\hat{P}_{opt}^2(1 - C\hat{P}_{opt})^2 - C\hat{P}_{opt}. \quad (16)$$

Отримане рішення є оптимальним, якщо виконуються обмеження (14), тобто:

$$0 \leq C\hat{P}_{opt} \leq 1. \quad (17)$$

Якщо ця умова не виконується, то оптимальне рішення досягається на границях обмежень (17).

Аналогічно задача оптимального управління (9), (10) може бути приведена до необмеженого вигляду:

$$\hat{P} = \alpha \cdot C\hat{P}(1 - C\hat{P})^2 - 1 \rightarrow \max_{C\hat{P}}; \quad (18)$$

$$0 \leq C\hat{P} \leq 1, \quad (19)$$

де $\hat{P} = P$.

Для пошуку максимуму рентабельності, згідно з (18), необхідно скористатися необхідною умовою існування екстремуму, для чого слід обчислити похідну, прирівняти до нуля та розв'язати отримане рівняння:

$$\hat{P}' = \alpha \cdot ((1 - C\hat{P})^2 - 2C\hat{P}(1 - C\hat{P})) = 0$$

або

$$(1 - C\hat{P})(1 - 3C\hat{P}) = 0. \quad (20)$$

Розв'язок отриманого рівняння має два кореня:

$$\begin{aligned} C\hat{P}_1 &= 1; \\ C\hat{P}_2 &= \frac{1}{3}. \end{aligned} \quad (21)$$

Перший корінь відповідає мінімальній величині рентабельності, а другий – максимальній величині рентабельності. Підставляючи другий корінь у (18), знаходимо максимальну величину рентабельності:

$$\hat{P}_{max} = \frac{4}{27}\alpha - 1. \quad (22)$$

Розглядаючи одночасно прибуток та рентабельність, економіко-математичну модель ГЗК можемо представити в параметричному вигляді як систему двох рівнянь, де параметром є сукупні витрати:

$$\begin{cases} \hat{\Pi} = C\hat{P}(\alpha \cdot C\hat{P} \cdot (1 - C\hat{P})^2 - 1) \\ \hat{P} = \alpha \cdot C\hat{P} \cdot (1 - C\hat{P})^2 - 1 \end{cases}. \quad (23)$$

Формула (23) дає змогу знаходити прибуток залежно від рентабельності.

Проведене економіко-математичне моделювання ГЗК було апробовано на конкретному статистичному матеріалі.

Вихідні дані, взяті для ПГЗК, наведені нижче.

Сукупні витрати: $CP = 1978593$ (г. о.); реальні сукупні витрати: $PCP = 1289126$ (г. о.); оборотні активи: $OA = 914323$ (г. о.); прибуток: $D = 2004422$ (г. о.).

Для пошуку величин параметрів, що входять в економіко-математичну модель, слід використовувати такі дані:

$$a = \frac{CP - PCP}{CP^2} = 1,76 \cdot 10^{-7}; \quad (24)$$

$$b = \frac{OA}{PCP^2} = 5,5 \cdot 10^{-7}; \quad (25)$$

$$c = \frac{D}{OA} = 2,19. \quad (26)$$

Враховуючи отримані величини параметрів (24), (25), (26), знаходимо реальні величини. Величина параметра α дорівнює:

$$\alpha = \frac{c \cdot b}{a} = 6,85.$$

За максимізації прибутку, користуючись формулами (15), (16), знаходимо:

$$C\hat{P}_{opt} = 0,34, \quad CP_{\Pi, opt} = \frac{1}{a} C\hat{P}_{\Pi, opt} = 1,91 \cdot 10^6; \text{ (г.о.)}$$

$$\hat{\Pi}_{max} = 0,00489, \quad \Pi_{max} = \frac{1}{a} \hat{\Pi}_{max} = 2,78 \cdot 10^4; \text{ (г.о.)},$$

$$P_{opt} = \frac{\Pi_{max}}{CP_{\Pi, opt}} \approx 0,0145.$$

За максимізації рентабельності, користуючись формулами (21), (22), знаходимо:

$$\hat{P}_{max} = \frac{4}{27}\alpha - 1 \approx 0,0146, \quad P_{max} = \hat{P}_{max} = 0,0146;$$

$$CP_{P, \text{opt}} = \frac{1}{3a} = 1,89 \cdot 10^6 \text{ (г. о.)};$$

$$P_{\text{opt}} = P_{\text{max}} \cdot CP_{P, \text{opt}} = 2,76 \cdot 10^4 \text{ (г. о.)}$$

Порівняння отриманих результатів з реальними величинами дає змогу зробити такі висновки.

Для отримання максимального прибутку необхідно зменшити сукупні витрати на 3,4%, при цьому максимальний прибуток збільшиться на 7,5%. Відповідно, рентабельність збільшиться на 11,3%.

Для отримання максимальної рентабельності необхідно зменшити сукупні витрати на 4,3%, при цьому рентабельність збільшиться на 11,8%. Відповідно, прибуток збільшиться на 7%.

Висновки. Ринкові відносини висувають важливе питання, пов'язане з досягненням підприємством як самостійної господарської одиниці максимального прибутку. Одним з можливих шляхів вирішення цього питання є застосування методу економіко-математичного моделювання підприємства, зокрема ГЗК. Аналіз економічної діяльності ГЗК з урахуванням припущень про внутрішні механізми його господарської діяльності дав змогу побудувати економіко-математичну модель, сформулювати й розв'язати задачу оптимального управління. На прикладі економічної діяльності ПГЗК проведено апробацію розробленого методу, що дало змогу визначити шляхи оптимізації.

Список використаних джерел:

1. Экономика предприятий (фирмы) / под ред. О. Волкова, О. Девяткина. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : ИНФРА-М, 2007. 601 с.
2. Экономика фирмы : учебник / под ред. В. Горфинкеля. Москва : Юрайт, 2016. 486 с.
3. Савицька Г. Економічний аналіз діяльності підприємства : навчальний посібник. Київ : Знання, 2007. 668 с.
4. Цал-Цалко Ю. Фінансовий аналіз : підручник. Київ : ЦУЛ, 2008. 566 с.
5. Шеремет А., Сайфулин Р. Финансы предприятий. Москва : ИНФРА-М, 1999. 343 с.
6. Баканов М., Шеремет А. Теория анализа хозяйственной деятельности. Москва : Финансы и статистика, 2005. 536 с.
7. Вітлінський В. Моделювання економіки. Київ : КНЕУ, 2003. 408 с.
8. Кизим М., Забродський В. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства : монографія. Харків : ІНЖЕК, 2003. 141 с.
9. Пономаренко В., Тридід О., Кизим М. Стратегія розвитку підприємства в умовах кризи. Харків : ІНЖЕК, 2003. 328 с.
10. Клебанова Т., Дубровина Н. Моделирование экономической динамики. Харьков : ИНЖЭК, 2005. 244 с.
11. Исследование операций в экономике / под ред. Н. Кремера. Москва : ЮНИТИ, 2003. 407 с.
12. Берідзе Т., Серебряников В., Лохман Н. Моніторинг виробничої діяльності підприємств Криворізького регіону. *Економіка та суспільство*. 2018. URL: <http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal-15> (дата звернення: 04.11.2019).

References:

1. Volkova O., Devjatkina O. (2007), *Jekonomika predprijatij (firmy)* [Economics of enterprises (firms)], 3d ed., INFRA-M, Moscow, Russia.
2. Gorfinkel V. (2016), *Jekonomika firmy. Uchebnik* [Economics of the company. Textbook], M. : Yurayt, Moscow, Russia.
3. Cavyts'ka H. (2007), *Ekonomichnyj analiz diial'nosti pidprijemstva: navch. Posib* [Economic analysis of enterprise activity: textbook. tool], K. : Knowledge, Kyiv, Ukraine.
4. Tsal-Tsalko Yu. (2008), *Finansovyj analiz: pidruchnyk* [Financial analysis: a textbook], K. : Kind of TsUL, Kyiv, Ukraine.
5. Sheremet A., Sajfulin R. (1999), *Finansy predprijatij* [Business finance], M. : INFRA-M, Moscow, Russia.
6. Bakanov M., Sheremet A. (2005), *Teorija analiza hozhajstvennoj dejatel'nosti* [Theory of business analysis], M. : Finance and statistics, Moscow, Russia.
7. Vitlins'kyj V. (2003), *Modeliuvannia ekonomiky* [Modeling the economy], K. : KNEU, Kyiv, Ukraine.
8. Kyzym M., Zabrods'kyj V. (2003), *Otsinka i diahnostryka finansovoi stijkosti pidprijemstva : monohrafiia* [Assessment and diagnostics of financial stability of the enterprise : monograph], X. : INZHEK, Kharkiv, Ukraine.
9. Ponomarenko V., Trydid O., Kyzym M. (2003), *Stratehiia rozvytku pidprijemstva v umovakh kryzy* [Strategy of enterprise development in crisis], X. : INZHEK, Kharkiv, Ukraine.
10. Klebanova T., Dubrovina N. (2005), *Modelirovanie jekonomicheskoy dinamiki* [Modeling Economic Dynamics]. X. : INZHEK, Kharkiv, Ukraine.
11. Kremer N. (2003), *Issledovanie operacij v jekonomike* [The study of operations in the economy], M. : UNITY, Moscow, Russia.
12. Beridze T., Serebrenykov V., Lokhman N. (2018), "Monitoring of production activity of enterprises of Kryvyi Rih region", *Ekonomika ta suspil'stvo*, [Online], vol. 15, available at: <http://www.economyandsociety.in.ua/index.php/journal-15> (accessed: 04.11.2019).