

# ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

---

УДК 65.012.7:637.1

<sup>1</sup>С. І. Миснік, <sup>2</sup>С. В. Столітній

<sup>1</sup>Класичний приватний університет, м. Запоріжжя,

<sup>2</sup>ЗАТ «Криворізький суриковий завод»

## МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ФОНДІВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглянуто проблему оцінювання векторів кількісних характеристик складових стратегічної ефективності основних фондів промислового підприємства на підґрунті визначення «потенційного розподілу ймовірностей» на множині можливих станів економічного середовища.

*Ключові слова:* основні фонди, показники ефективності використання основних фондів, нормалізація інформації, вектор оцінювання.

Рассмотрена проблема оценки векторов количественных характеристик составляющих стратегической эффективности основных фондов промышленного предприятия на основе определения «потенциального распределения вероятностей» на множестве возможных состояний экономической среды.

*Ключевые слова:* основные фонды, показатели эффективности использования основных фондов, нормализация информации, вектор оценивания.

The estimation problem of the strategic effectiveness components quantitative characteristics' vectors of the industrial enterprise's fixed assets on the basis of the definition: «the potential distribution of probabilities» on the plurality of the economic environment's possible states is examined.

*Key words:* capital assets, performance indicators, use of fixed assets, the normalization of the information vector estimation.

Моделювання, аналіз, діагностика, порівняння та прогнозування є важливою частиною дослідження об'єктів виробничо-економічної діяльності промислового підприємства та його розвитку [1, с. 360]. Разом з тим залишається невирішеним комплекс проблемних аспектів щодо моделювання, прогнозування та аналітичного оцінювання ефективності використання основних фондів промислового підприємства, які за умови їх ґрунтового дослідження формуватимуть можливість раціоналізації векторів кількісних характеристик складових стратегічної ефективності основних фондів [2, с. 195].

Процеси моделювання та діагностики показників ефективності використання основних фондів, як правило, є досить трудомістким. І не стільки з технічних причин, пов'язаних з розрахунком фінансових показників, скільки через необхідність правильної інтерпретації результатів діагностики. Справді, при налагодженій системі обліку на підприємстві нескладно автоматизувати розрахунок показників, і порахувати їх можна в такій кількості, яке побажає фінансовий ме-

неджер. Набагато складніше розібратися в тому, про що говорять ці показники та на скільки вони придатні для прогнозування майбутнього стану підприємства [3; 4].

Отже, раціональне обґрунтування методології моделювання й прогнозування показників ефективності використання основних фондів промислового підприємства, безсумнівно, є актуальним і спричинене в силу необхідності виконання наступних ключових вимог: поєднання суб'єктивної цінності й об'єктивної значущості оцінок; чітке застосування оцінок, яке не допускає різних тлумачень щодо вибору методів; створення можливості нагромадження статистичної інформації та її використання для прогнозування.

Отже, **метою даного наукового дослідження** є розробка методичного підходу щодо моделювання та прогнозування показників ефективності використання основних фондів промислового підприємства з урахуванням специфіки об'єкта прогнозування, виду, повноти та вірогідності вхідної інформації, а також факторів ризику.

Основним **завданням даного наукового дослідження** є узагальнення теорії економіко-математичного моделювання та прогнозування показників ефективності використання основних фондів ЗАТ (закрите акціонерне товариство) «Криворізький суріковий завод».

Методи економічного прогнозування – це сукупність способів і прийомів розробки прогнозів, які дозволяють на основі аналізу даних ретроспективного періоду, зовнішніх і внутрішніх факторів впливу, а також їх кількісних змін здійснити переконливі передбачення стосовно майбутнього розвитку економіки чи суспільства в цілому. Для моделювання і прогнозування стану основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» використана статистична інформація показників фінансової звітності підприємства, яка характеризує його фінансово-економічну діяльність за минулі роки, та проведена діагностика тенденцій змін цих показників ефективності використання основних фондів (рис. 1). Основним інформаційним потоком для визначення критеріїв, які оцінюють даний стан основних фондів стали облікові форми фінансової звітності, а саме форма №1 «Баланс», форма №2 «Звіт про фінансові результати» та форма № 5 «Примітки до фінансової звітності».

Аналіз динаміки показників забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» у ретроспективному та прогнозному періоді показує, що побудова достатньо адекватних моделей апроксимації та екстраполяції цих показників не завжди дає бажаний результат (величина достовірності апроксимації, що характеризується коефіцієнтом детермінації ( $R^2$ ) знаходиться в інтервалі  $[0,09 \div 0,95]$ ).

Отже, на нашу думку, моделювання та прогнозування показників забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» доцільно здійснювати на підґрунті граничних теорем теорії ймовірностей, зокрема, застосувавши нерівність та теорему Чебишева [5, с. 132–135], що дозволить моделювати стохастичні показники із заданою надійністю прогнозу [6; 7].

Теорема Чебишева. При достатньо великій кількості попарно незалежних випадкових величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$  з математичними сподіваннями  $M(x_1), M(x_2), \dots, M(x_n)$ , і дисперсіями  $\sigma_{x_1}^2, \sigma_{x_2}^2, \dots, \sigma_{x_n}^2$  з ймовірністю, близькою до одиниці, можна стверджувати, що різниця між середньою арифметичною

значень випадкових величин, які спостерігались  $X_1, X_2, \dots, X_n$  і середньою арифметичною їх математичних сподівань виявиться менше як завгодно малого числа  $\delta > 0$  за умови, що дисперсія всіх цих випадкових величин не перевищує одного і того ж постійного числа  $B$ , тобто:

$$P\left\{\left|\sum_{j=1}^n X_j / n - \sum_{j=1}^n M(x_j) / n\right| < \delta\right\} \geq 1 - \eta, \quad (1)$$

де  $\eta$  – позитивне число, близьке до нуля;  $n$  – кількість значень упорядкованої сукупності, що приймає випадкова величина  $X$  з відповідними ймовірностями.

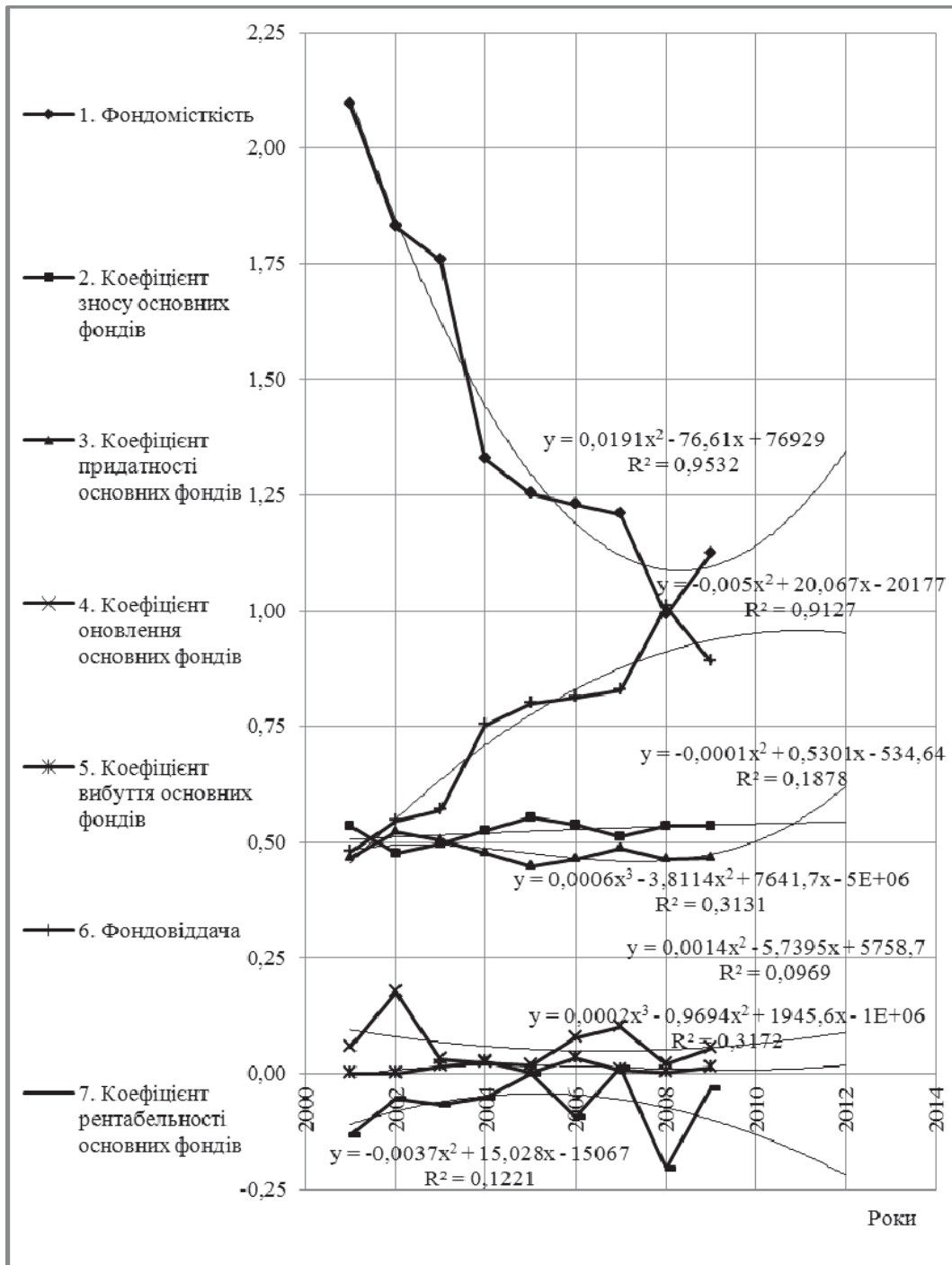


Рис. 1. Динаміка показників забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» у ретроспективному та прогнозному періоді

Теорема Чебишева показує, що середня арифметична попарно незалежних випадкових величин має властивість стійкості і при певних умовах, мало що відрізняється від середньої арифметичної математичних сподівань цих величин.

Отже, у загальному випадку (аналізу динаміки показників ретроспективного періоду по рокам) дуже корисним при прогнозуванні показників із заданою надійністю прогнозу буде «Окремий випадок теореми Чебишева».

Спостерігалися при  $n$  незалежних випробуваннях значення випадкової величини  $X$  з математичним сподіванням  $M(x)$  і дисперсією  $\sigma_x^2$ , які можна розглядати як випадкові величини  $X_1, X_2, \dots, X_n$  з однаковими математичними сподіваннями і дисперсіями:  $M(x_i) = M(x)$ ;  $\sigma_{x_i}^2 = \sigma_x^2$  ( $i = \overline{1, n}$ ). Середня арифметична цих випадкових величин  $\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n$ . Використовуючи властивості математичного сподівання і дисперсії випадкової величини та доведення теореми, можна показати, що  $M(\bar{x}) = M(x)$  і  $\sigma_{\bar{x}}^2 = \sum_{i=1}^n \sigma_{x_i}^2 / n$ .

Тоді, на основі частинного випадку теореми Чебишева, буде справедлива нерівність

$$P\left\{|\bar{X} - M(x)| < \delta\right\} \geq 1 - \frac{\sigma_x^2}{\delta^2 n}, \quad (2)$$

де  $\bar{X}$  – середнє арифметичне.

У таблиці 1 наведено результати моделювання числових характеристик показників забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» та їх прогнозні значення отримані із заданою надійністю прогнозу ( $p = 0,1$ ) з урахуванням взаємозв'язку між прогнозованими показниками та їх числовими характеристиками на підґрунті нерівності (2) [6; 7].

Таблиця 1

**Результати моделювання числових характеристик показників забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» та їх прогнозні значення**

Назва показника	Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення	Семіквартичне відхилення	Песимістичний прогноз	Оптимістичний прогноз
1. Фондомісткість	1,424	0,375	0,117	1,028	1,301
2. Коефіцієнт зносу основних фондів	0,523	0,024	0,018	0,498	0,504
3. Коефіцієнт придатності основних фондів	0,477	0,024	0,009	0,452	0,467
4. Коефіцієнт оновлення основних фондів	0,063	0,059	0,017	0,0003	0,045
5. Коефіцієнт вибуття основних фондів	0,011	0,012	0,003	0,024	0,015
6. Коефіцієнт оборотності основних фондів (фондовіддача)	0,743	0,176	0,048	0,558	0,692
7. Коефіцієнт рентабельності основних фондів	-0,069	0,067	0,056	-0,139	-0,127

На основі аналізу даних табл. 1 можна зробити висновки, що навіть візуальне порівняння як песимістичних, так і оптимістичних прогнозів показників забез-

печення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» із прогнозами цих показників наведених на рис. 1, показує, що прогнозування показників на підґрунті граничних теорем теорії ймовірностей (зокрема, застосувавши нерівність та теорему Чебишева) із заданою надійністю дає більш вірогідні прогнози.

На рис. 2 наведено нормалізовані, відносно оптимістичного прогнозу, песимістичні прогнозні показники забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод». Аналіз рисунку 2 показує, що стан управління ефективністю використання основних фондів в умовах ЗАТ «Криворізький суріковий завод» характеризується певною незбалансованістю показників їх оновлення та вибуття. Також спостерігається певна розбіжність у прогнозах фондомісткості та фондівіддачі. Стосовно рентабельності основних фондів можна сказати, що навіть відхилення оптимістичного прогнозу (за нього взято семіквдратичне відхилення) у сторону позитивного результату дасть від'ємне значення коефіцієнта рентабельності основних фондів підприємства.

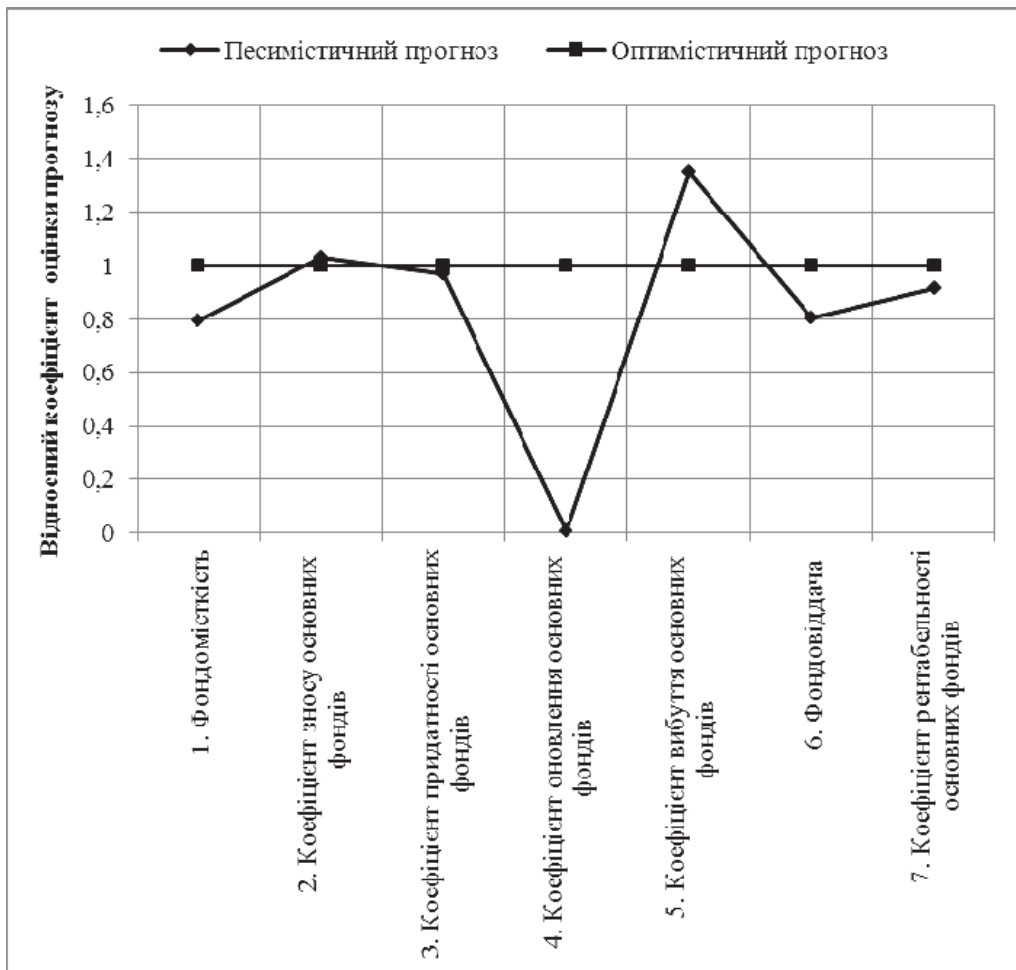


Рис. 2. Нормалізація песимістичних прогнозних значень показників забезпечення, стану та ефективності використання основних фондів ЗАТ «Криворізький суріковий завод» відносно оптимістичного прогнозу

Разом з тим, якщо для кількісної ідентифікації різних аспектів якості компромісної стратегічної ефективності основних фондів  $s_k \in S$  (з позиції  $p$ -ї цілі щодо

забезпечення надійності прогнозу певного  $i$ -го показника ефективності використання основних фондів промислових підприємств за умов стохастичної невизначеності) використовуватимемо  $N$  рівнів надійності прогнозу, то, аналізуючи відповідну складову стратегічну ефективність, отримуємо вектор кількісних (критеріальних) характеристик складових стратегічної ефективності  $s_k$

$$E^{(p)}(s_k) = (e_1^{(p)}(s_k); \dots; e_n^{(p)}(s_k); \dots; e_N^{(p)}(s_k)), s_k \in S. \quad (3)$$

Тобто кожній складовій стратегічній ефективності  $s_k \in S$  ставиться у відповідність вектор оцінювання, який є кількісним відображенням спектру її якісних характеристик, що виділяються на основі  $p$ -ї цілі.

У дискретному випадку, коли маємо  $K$  показників ефективності використання основних фондів промислових підприємств за умов стохастичної невизначеності, що утворюють множину складових стратегічної ефективності  $S$ , отримуємо матрицю (функціонал оцінювання) кількісних показників ефективності різних аспектів їх якості

$$E^{(p)} = (e_n^{(p)}(s_k) : k = 1, \dots, K; n = 1, \dots, N). \quad (4)$$

Якщо аналізується  $n$ -й аспект (критерій) щодо всіх показників ефективності використання основних фондів промислових підприємств, то отримуємо  $n$ -й стовпчик матриці  $E^{(p)}$  (вектор оцінок стратегічної ефективності основних фондів згідно з  $n$ -м рівнем надійності прогнозу)

$$E^{(p)}(e_n) = (e_n^{(p)}(s_1); \dots; e_n^{(p)}(s_k); \dots; e_n^{(p)}(s_K)), n = 1, \dots, N. \quad (5)$$

Отже, концептуальною є проблема вибору методу нормалізації інформації. На даний час розроблено велику кількість різних схем нормалізації [8-10].

Здійснивши нормалізацію показників ефективності використання основних фондів промислових підприємств можна перейти до уточнення ймовірностей, що є характеристиками рівнів надійності прогнозу за критерієм Хоменюка, який базується на понятті «потенційного розподілу ймовірностей» на множині станів економічного середовища.

Визначення ймовірностей «потенційного розподілу ймовірностей» можна здійснити як для функціонала оцінювання з позитивним інгредієнтом ( $E^{(p)+}$ ) так і для функціонала оцінювання з негативним інгредієнтом ( $E^{(p)-}$ ).

Потенціальний вектор  $\hat{p}$  апіорних ймовірностей вибору середовищем своїх станів для  $E^{(p)} = E^{(p)+}$  визначається за формулою

$$\hat{p}_n = \frac{\sum_{k=1}^K (\max_k e_n^{(p)}(s_k) - e_n^{(p)}(s_k))}{\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (\max_k e_n^{(p)}(s_k) - e_n^{(p)}(s_k))}, \quad (6)$$

а для  $E^{(p)} = E^{(p)-}$

$$\hat{p}_n = \frac{\sum_{k=1}^K (e_n^{(p)}(s_k) - \min_k e_n^{(p)}(s_k))}{\sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K (e_n^{(p)}(s_k) - \min_k e_n^{(p)}(s_k))}. \quad (7)$$

Принцип потенціального розподілу ймовірностей базується на тому, що середовище віддає перевагу вибору із більшою ймовірністю (із меншою ймовірністю для  $E^{(p)} = E^{(p)-}$ ) такого стану економічного середовища з множини можливих, на якому внесок у сумарне значення функціонала оцінювання  $E^{(p)+}$  за всіма складо-

вими  $s_k \in S$  можливими станами економічного середовища, має менший розмір у порівнянні з іншими аналогічними значеннями.

Після одержання оцінок  $\hat{p}_n$  апіорних ймовірностей  $p_n$ , проблема оцінювання векторів кількісних характеристик складових стратегічної ефективності основних фондів промислового підприємства зводиться до визначення їх математичних сподівань.

**Висновки.** Розроблений інструментарій моделювання показників ефективності використання основних фондів промислового підприємства дозволяє здійснювати як достатньо оптимістичні так і песимістичні прогнози їх значень із заданою надійністю прогнозу. Останнє дає можливість більш досконало провести аналіз стану управління ефективністю використання основних фондів та сформулювати основні напрямки вдосконалення цього управління.

### Бібліографічні посилання

1. **Купалова Г. І.** Теорія економічного аналізу : [навч. посіб.] / Г. І. Купалова. – К., 2008. – 639 с.
2. **Попович П. Я.** Економічний аналіз діяльності суб'єктів господарювання : [підручник] / П. Я. Попович. – [3-тє вид., перероб. і доп.]. – К., 2008. – 630 с.
3. Статистическое моделирование и прогнозирование / [Г. М. Гамбаров, Н. М. Журавель, Ю. Г. Королев и др.] ; под ред. А. Г. Ганберга. – М., 1990. – 383 с.
4. **Вітлінський В. В.** Моделювання економіки : [навч. посіб.] / В. В. Вітлінський. – К., 2003. – 408 с.
5. Математическая статистика: [учебник] / [В. М. Иванова, В. Н. Калинина, Л. А. Нешумова, И. О. Решетникова] – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М., 1981. – 371 с.
6. **Миснік С. І.** Моделювання економічного ризику в системі моніторингу підприємства / С. І. Миснік // Вісник Кривор. екон. і-ту КНЕУ: наук. збірник. – Кривий Ріг, 2010. – № 4(24) – С. 61–69.
7. **Миснік С. І.** Моніторинг та моделювання узагальнюючих показників ефективності використання основних фондів з урахуванням ризику як індикаторів економічної безпеки підприємства / С. І. Миснік // Вісник Кривор. екон. і-ту КНЕУ: наук. збірник. – Кривий Ріг, 2011. – № 3(27) – С. 94–102.
8. **Афанасьєв Є. В.** Моделювання стратегії розвитку гірничорудних підприємств з урахуванням ризику: дис. ... д-ра екон. наук: спец. 08.00.11 / Є. В. Афанасьєв. – К., 2008. – 422 с.
9. **Верченко П. І.** Багатокритеріальність і динаміка економічного ризику (Моделі та методи) : монографія / П. І. Верченко. – К., 2006. – 272 с.
10. **Вітлінський В. В.** Ризик у менеджменті / В. В. Вітлінський, С. І. Наконечний. – К., 1996. – 336 с.

*Надійшла до редколегії 01.02.2012*