

<http://dx.doi.org/10.15589/jnn20140315>

УДК 005.8

Н 19

PROMPT PROJECT MANAGEMENT IN A PARAMETRIC AND STRUCTURAL UNCERTAIN ENVIRONMENT

ОПЕРАТИВНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ ПРИ ПАРАМЕТРИЧНІЙ І СТРУКТУРНІЙ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Viktor V. Nazymko

viktor_nazimko@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5400-0987

В. В. Назимко,

д-р техн. наук, проф.

Donetsk National Technical University, Donetsk

Донецький національний технічний університет, м. Донецьк

Abstract. We studied a prompt project management which is often used under conditions of uncertainty. The aim of the paper was to determine the quantitative limits in the time scale for the prompt decision making that is close to the optimal. These time limits were investigated through the examination of the artificial intelligence activity using artificial neural networks which were trained by a genetic algorithm. We found that the average limit of the time T_c that the networks spent to find the decision that is close to the optimal is $12 \pm 4\%$ of the time period T_0 that needs to reach the optimal decision. Deviation of the decisions from the optimum did not surpass 20% which corresponds to the Pareto principle. This finding disclosed the essential time reserves that might be utilized during the prompt project management under time shortage pressing. Finally, we concluded that the profit from cutting of the time for the prompt decision making exceeds the losses caused by the deviation of decisions from the optimal ones if $0.2T_0 \leq T_c < T_0$.

Keywords: prompt project management, time parameter, artificial neural network, genetic algorithms.

Анотація. Показано, що в умовах параметричної і структурної невизначеності доцільним є оперативне управління проектом. Визначено критерій оперативного управління проектом і встановлено його часові параметри.

Ключові слова: оперативне управління проектом, часовий параметр, штучні нейронні мережі, генетичні алгоритми.

Аннотация. Показано, что в условиях параметрической и структурной неопределенности целесообразным является оперативное управление проектом. Определен критерий оперативного управления проектом и установлены его временные параметры.

Ключевые слова: оперативное управление проектом, временной параметр, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы.

REFERENCES

- [1] Bushuev S.D., Bushueva N.S., Neizvestnyy S.I. Mekhanizmy konvergentsii metodologiy upravleniya proektami [Convergence mechanism for methods of project management]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development], 2012, issue 11, pp. 5–13.
- [2] Bushuiev S.D., Hohunskyi V.D., Koshkin K.V. Napriamy dysertatsiinykh naukovykh doslidzhen zi spetsialnosti «Upravlinnia proektamy ta prohramamy» [Areas of dissertation research on specialty «Project management»]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development], 2012, issue 12, pp. 5–7.
- [3] Kovalenko I.I., Shved A.V. Nekotorye prikladnye zadachi teorii grubykh mnozhestv [Some applied problems of rough set theory]. *Vestnik KhNTU* [Bulletin of Kherson National Technical University], 2012, issue 1(44), pp. 5–7.
- [4] Kononenko I.V., Bukreeva K.S. Metod formirovaniya portfelya proektov predpriyatiya dlya planovogo perioda pri nechetkikh iskhodnykh dannykh [Method for project portfolio formation for the planning period under uncertain input data]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development], 2011, issue 7, pp. 39–43.
- [5] Pupkov K.A., Yegupov N.D. *Metody klassicheskoy i sovremennoy teorii avtomaticheskogo upravleniya. T.5: Sintez regulatorov sistem avtomaticheskogo regulirovaniya* [Classic and modern method of automatic control

theory: Handbook in 5 volumes; second edition. Vol. 5. Synthesis of regulators for automatic control systems]. Moscow, MGTU Publ., 2004. 616 pp.

- [6] Ovsyannikova T.V. Razrabotka modeli operativnogo upravleniya proektami kak ierarkhicheskoy sistemoy v usloviyakh neopredelonnosti [Development of the model for prompt project management as an hierarchical system under uncertainty]. *Matematicheskie i instrumentalnye metody ekonomiki. Ekonomicheskie nauki* [Mathematical and instrumental methods of economics. Economic sciences], 2012, issue 3(88), pp. 191–194.
- [7] Dalcher D. Project management the agile way: Making it work in the enterprise. *Project Management Journal*, 2011, no. 42 (1), pp. 92–104.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Незважаючи на розвинуту теорію управління проектами, 31 % проектів завершується провалом, 53 % закінчуються зі значним запізненням і перевитратами бюджету в середньому майже в 2 рази і тільки 16 % проектів укладаються в планові строки і бюджет [7]. Причини цього полягають у тому, що переважна більшість реальних проектів виконуються в умовах параметричної і структурної невизначеності. Це означає, що в реальному оточенні, в якому реалізуються проекти, виникають непередбачені події, які спонукають до зміни як тривалості, вартості робіт календарних планів, так і їх структури.

Необхідність суттєвих корекцій параметрів і структури проектів у ході їх реалізації підтверджена практикою управління проектами. Тому сучасні системи планування та управління передбачають створення до 11 базових планів, а кількість поточних планів проекту обчислюється десятками, які змінюють один одного у ході виконання проекту. Фактично процес планування й управління виконанням проекту є ітераційним, а його періодичне корегування неминуче. Проблема в тому, що необхідність змін часто виникає раптово, а часу на ретельне перепланування проекту немає. Саме це спонукає продовжувати пошуки оптимальних методів оперативного управління проектами в умовах параметричної і структурної невизначеності.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Актуальність проблеми розробки методів управління проектами в умовах структурної і параметричної невизначеності підкреслюється провідними фахівцями [2]. Серед основних параметрів проекту традиційно розглядаються час виконання робіт календарного плану, їх вартість та якість в ув'язці з метою проекту, а також характеристики продукту і ресурсів проекту. Належна структуризація проекту є основою його успішного виконання й охоплює широке коло такої послідовності дій, як визначення мети і складу проекту, рівня деталізації планів проекту та схеми життєвого циклу, побудова сіткових графіків, організація управління і взаємодії учасників проекту, розробка структури продуктів проекту, плану бухгалтерських рахунків, матриці розподілу відповідальності, системи звітності і контролю.

На даний час напрацьовано низку моделей і методів управління проектами в умовах параметричної невизначеності. Широкого застосування для обробки невизначеності вхідних даних набули методи нечітких множин [4], статистичного імітаційного моделювання, марківських процесів і ланцюжків, статистичних моделей [6], методів штучного інтелекту [3].

Проблема врахування структурної невизначеності є значно складнішою. Автори роботи [1] підкреслюють, що структурна невизначеність призводить до дуже різкої перебудови проекту і є по суті вираженням нелінійним процесом. У статті [3] експертні системи, що використовуються в управлінні, підсилюють методами теорії грубих множин. Відомі спроби застосувати теорію матриць для відображення можливих комбінацій ресурсів і робіт календарного плану проекту [4]. Окремим напрямком досліджень стабільності структури проекту в умовах невизначеності є застосування теорії катастроф [1], а також методи декомпозиції структурних моделей на цілі, функції та структурні елементи.

Очевидно, що в умовах турбулентного оточення розробити чіткий план управління проектом буде неможливо. Отже, фактично виникає необхідність переходу до управління у режимі agile (моторний, динамічний, коли план проекту і важливі рішення формуються у ході його виконання) [7]. Це означає, що управління проектом має здійснюватись оперативно.

Незважаючи на те, що оперативному управлінню операційної діяльності, а останнім часом і проектів, приділяється значна увага, дослідники не пов'язують необхідність прийняття оперативних рішень з невизначеністю оточення проекту.

Важливо також, що параметрична і структурна невизначеність реальних середовищ, в яких реалізуються проекти, існує одночасно і паралельно. Це ускладнює пошуки методів управління проектами, які могли б синхронно враховувати як параметричну, так і структурну невизначеність і одночасно гарантувати оптимальність оперативних рішень, які приймаються в умовах дефіциту часу.

Проте поняття «оперативне» управління проектом на сьогодні чітко не визначене, а відсутність його кількісного критерію стримує розвиток моделей і методів управління проектами в умовах невизначеності середовища і дефіциту часу на прийняття рішень.

МЕТА СТАТТІ полягає у визначенні поняття і часових параметрів оперативного управління проектом, яке є близьким до оптимального в умовах параметричної і структурної невизначеності.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Загальним недоліком прийнятих підходів є те, що термін «оперативне управління» застосовують як якісне поняття, а скоріше з емоційним відтінком. У даній роботі пропонується підхід, у якому застосовується строге визначення терміну «оперативне управління» [5], яке було запропоноване спеціалістами з автоматизованого управління технологічними процесами.

Обмеження на час, що відводиться для прийняття рішення, є принциповою відмінністю оперативного управління від класичного. Зазначимо, що допустимий ліміт часу для прийняття рішень у реальних проектах часто залежить від поточної ситуації і може сильно змінюватися у процесі реалізації проекту:

$$T_c = \gamma(t, k_1, \dots, k_n) \leq T_o, \quad (1)$$

де T_c – поточний ліміт часу, який доступний для прийняття оперативного вирішення чергового завдання проекту; γ – функція, яка залежить від поточного часу, а також параметрів проекту k_1, \dots, k_n ; T_o – час, необхідний для прийняття оптимального рішення.

У даній роботі висувається гіпотеза щодо прийнятності принципу Парето для кількісної оцінки вказаного етапу прийняття рішення. Іншими словами, можна припустити, що етап узагальнення проблеми займає приблизно 20 % усього часу, який необхідний для прийняття рішення, проте забезпечує 80 % його успіху й ефективності. Обґрунтованість застосування принципу Парето підсилюється позитивним досвідом Й. Юрана, який вперше застосував принцип Парето у менеджменті для управління якістю. Така оцінка є важливою для уточнення часу, який може бути відведеним для прийняття оперативного управління проектом.

Для перевірки достовірності прийнятої гіпотези доцільно застосувати математичну модель людського розуму. На сьогодні найбільш поширеною моделлю людського інтелекту є штучні нейронні мережі, а найбільш потужними моделями еволюційних процесів і, зокрема, мислення вважаються генетичні алгоритми. Саме тому ці методи були застосовані для перевірки гіпотези про відповідність співвідношення часу і важливості етапу прийняття рішення принципу Парето.

Методика моделювання та її результати. Як штучна нейронна мережа використовувався лінійний перцептрон з прямим розповсюдженням сигналів. Перцептрон повинен був прийняти рішення у вигляді оптимального набору коефіцієнтів, які б дозволили йому робити правильні прогнози щодо поведінки певних природних систем. Механізм цієї поведінки

скритий в експериментальних наборах даних, які були раніше накопичені у результаті спостереження за вказаними системами у природі. На вхід мережі подавали зашумлені сигнали. У значенні таких сигналів використовували статистичні дані реальних фізичних процесів, наприклад параметрів геологічної структури масиву гірських порід, провалів земної поверхні, економічних показників діяльності підприємств і т. п. Вхідні сигнали характеризувалися випадковим розкидом їх значень, що відображало сильну параметричну невизначеність середовища, яке моделювалось. Вхідні нейрони були пов'язані з нейронами схованих шарів, які у свою чергу передавали свої перетворені сигнали на вихідні нейрони.

Сигнали, що поступали на нейрони схованих і вихідного шарів, перетворювались згідно з залежністю

$$x_i^n = \sum w_{i,j} x_j^{n+1}, \quad (3)$$

де x_i^n – сигнал n -го шару; $w_{i,j}$ – вага зв'язку між i -им нейроном n -го шару та j -им нейроном $n+1$ -го шару.

Перетворення сигналів у середині нейронів здійснювалось за формулою

$$f(x) = \frac{1}{1 - \exp(-x + s)}, \quad (4)$$

де як s використовували зсув по шкалі вхідних сигналів.

Структурна невизначеність оточення, в якому здійснювалось прийняття рішень, моделювалась шляхом варіації структури нейронних мереж. Так, число вхідних нейронів змінювалось від 4 до 6 залежно від умов конкретної задачі, число прихованих шарів мінялось у діапазоні 1–2, число зв'язків між нейронами коливалося від повного набору можливих зв'язків до одної третини від максимально можливої їх кількості (всі можливі зв'язки між нейронами показані на рис. 1).

Тренування штучних нейронних мереж здійснювалось за допомогою генетичних алгоритмів. Для цього набір ваг зв'язків між нейронами та зміщень у нейронах записувався у вигляді рядка.

На рис. 1 показані типові приклади діаграми зростання фітнесу під час тренування штучних нейронних мереж. На верхньому фрагменті зображена серія кривих фітнесу у ході розв'язання однієї і тієї ж задачі, але при різних структурах нейронних мереж. На середньому фрагменті показана діаграма зростання фітнесу при розв'язанні іншої задачі. Для всіх випадків характерний змінний темп зростання фітнесу. Стрілками вказані моменти знаходження оптимального рішення, коли величина похибки прогнозу мінімальна. На нижньому фрагменті наведено графік зміни похибки прогнозу, де вказаний момент формування оптимального рішення, коли величина похибки мінімальна.

Головною особливістю графіків є те, що спочатку величина фітнесу зростає великими, а інколи

дуже великими темпами, а потім швидкість зростання затухає по мірі зміни поколінь штучних нейронних мереж. Аналіз десяти експериментів свідчить, що на досягнення перших 80 % загального фітнесу витрачається від 4 до 17 % часу, а середній проміжок часу на досягнення вказаного ре-

зультату складає 12 ± 4 % від повного проміжку часу на досягнення оптимального рішення. Це означає, що на узагальнення проблеми і виділення основних факторів дійсно витрачається малий проміжок часу порівняно з сумарною тривалістю пошуку оптимального рішення в цілому.

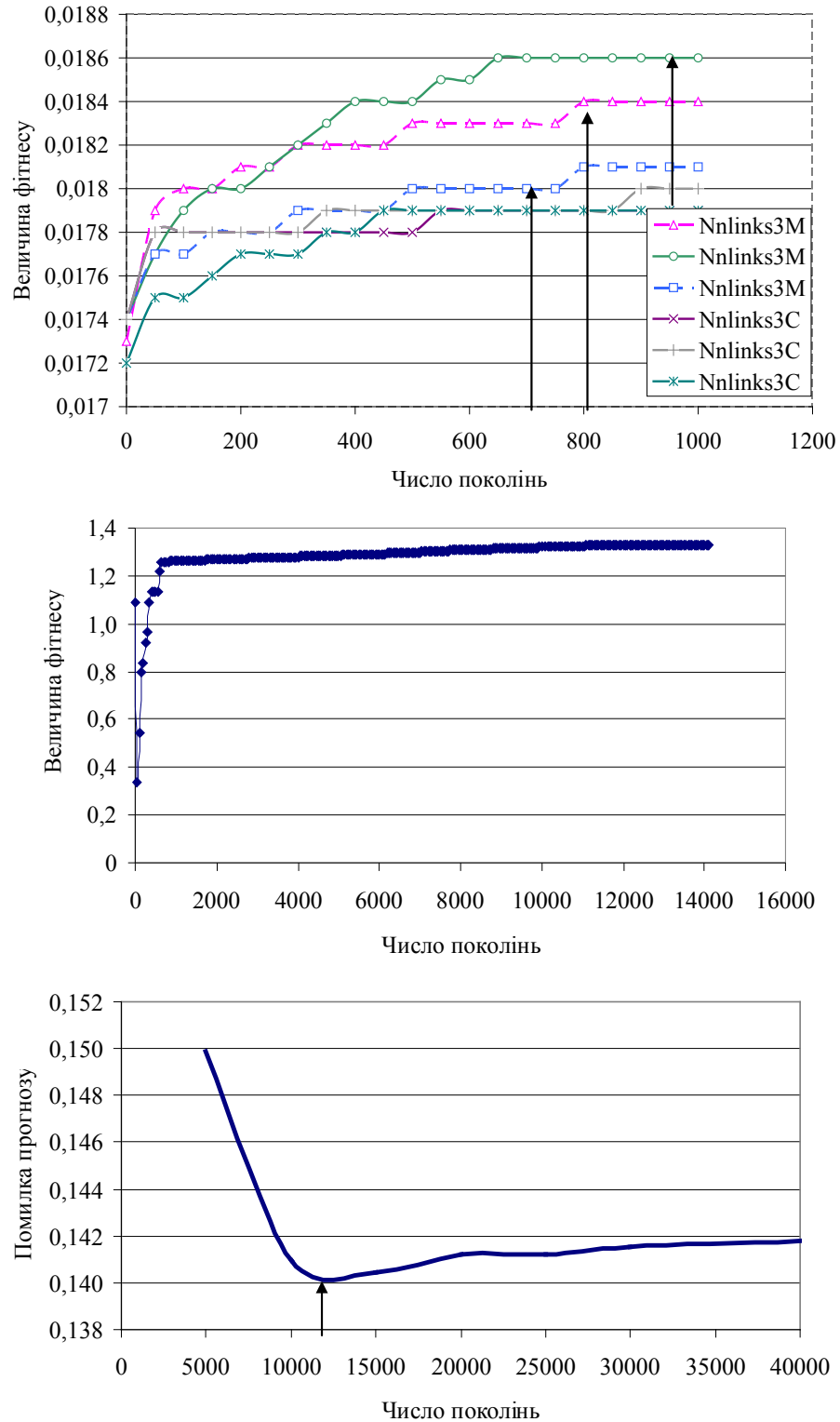


Рис. 1. Динаміка зростання фітнесу зі зміною поколінь

Таким чином, математичне моделювання підтвердило достовірність гіпотези про те, що частка часу на виконання найголовнішого етапу прийняття рішення не перевищує 20 % від загальної тривалості пошуку оптимального рішення. Це дає змогу вдосконалити критерій, який визначає раціональний інтервал часу, протягом якого доцільно реалізувати оперативне управління проектом.

Оцінка часових параметрів оперативного управління проектом. З урахуванням отриманих результатів можна переписати діапазон часу, в межах якого управління проектом вважається оперативним, наступною залежністю:

$$0,2T_0 \leq T_c \leq T_0 \quad (5)$$

У випадку порушення лівої межі є великий ризик отримати рішення, дуже далеке від оптимального.

З урахуванням закону Парето на рис. 2 побудована якісна діаграма збитків залежно від моменту прийняття рішення по управлінню проектом. Пунктирною кривою показано збитки, які виникають у випадку затримки реалізації оптимального рішення, і які умовно прийняті за одиницю (вісь ординат). Тривалість пошуку оптимального рішення в умовах, коли час на виконання цього пошуку не обмежений, теж прийнята за одиницю (вісь абсцис). Іншими словами, крива 1 показує, скільки активів втрачає бюджет проекту за той час, поки шукають оптимальне рішення, причому ситуація вважається критичною і реагувати на неї необхідно миттєво. Криві 2 і 3 вказують на втрати або

збитки від поспішності прийняття рішення. Причому крива 2 вказує на оптимістичний варіант, коли у момент часу 0,2 було знайдено оптимальне рішення. Крива 3 відображає більш реальну ситуацію, коли рішення знайдено близьким до оптимального, але відхиляється від нього на певну величину.

Криві 4, 5 і 6 показують відповідно оптимальне рішення, близьке до оптимального і таке, яке може знаходитися на критичній відстані від оптимального, але при тому бути задовільним і виправданим для застосування оперативного (поспішного, або agile) управління замість класичного, що здійснюється на фоні достатнього ресурсу часу.

Таким чином, крива 2 показує, що у випадку вдалого пошуку у момент часу 0,2 було знайдено дійсно оптимальне рішення і це дало змогу зекономити 80 % ресурсів проекту у порівнянні з тим, коли треба було б чекати повний період часу для прийняття і ретельної перевірки оптимального рішення класичним шляхом, наприклад з розглядом змін та їх затвердженням, і т. д. Наголосимо, що середня тривалість завершення першого етапу процедури прийняття рішення дорівнює 0,12. Отже, ще 0,08 проміжку часу залишається на оперативне довершення решти етапів вказаної процедури. Іншими словами, отримати оптимальне рішення протягом часового періоду 0,2 цілком реально.

Проте навіть у випадку отримання рішення, яке відхиляється від оптимального, оперативне управління проектом є оправданим, якщо відхилення не перевищить Δt (крива 6 на рис. 2). Навіть у такому

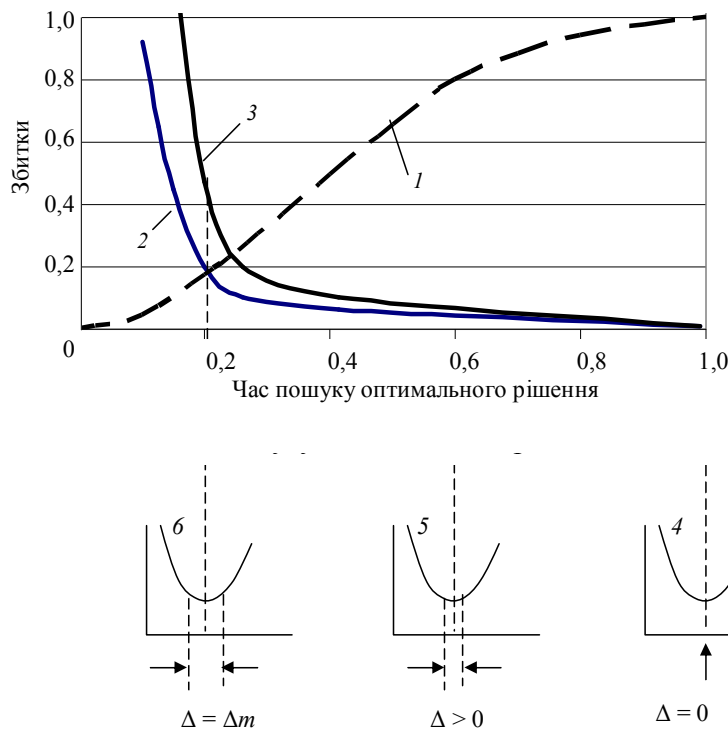


Рис. 2. Взаємне відношення збитків від моменту прийняття рішення: ———— — оперативності; - - - - - затримок

випадку досягається позитивний ефект (наприклад, біля 50 %, як показано на кривій 3 рис. 2) у порівнянні з класичним розміреним темпом прийняття рішення.

Отже, для успішного оперативного управління проектом необхідно створити такі умови, в яких з великою надійністю будуть прийматись рішення, близькі до оптимальних (не далі від критичної відстані Δt). Для гарантованого забезпечення ефективності оперативного управління проектом необхідно розробити спеціальні методи і моделі, що є предметом подальших досліджень.

ВИСНОВКИ

1. В умовах параметричної і структурної невизначеності управління проектами здійснюється на фоні стійкого дефіциту часу на прийняття рішень. Тому виникає необхідність оперативного управління, проте воно не гарантує оптимальності рішень,

а це може негативно відобразитись на якості управління проектом.

2. Штучні нейронні мережі і генетичні алгоритми є ефективним інструментом для моделювання процесу прийняття рішень та оцінки його кількісних характеристик.

3. Раціональний діапазон часового інтервалу для оперативного управління проектом знаходиться у межах $(0,2 \dots 1,0)T_0$ – періоду, що необхідний для прийняття оптимального рішення. У вказаному діапазоні позитивний ефект від оперативності прийняття рішень перевищує збитки, обумовлені відхиленням рішень від оптимальних.

4. У подальшому планується розробити систему оперативного управління, яка дозволить приймати рішення, близькі до оптимальних, що дасть можливість зберегти належну якість управління проектом в умовах дефіциту часу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] **Бушуев, С. Д.** Механизмы конвергенции методологий управления проектами [Текст] / С. Д. Бушуев, Н. С. Бушуева, С. И. Неизвестный // Управління розвитком складних систем. – 2012. – № 11. – С. 5–13.
- [2] **Бушуев, С. Д.** Напрями дисертаційних наукових досліджень зі спеціальності «Управління проектами та програмами» [Текст] / С. Д. Бушуев, В. Д. Гогунський, К. В. Кошкін // Управління розвитком складних систем. – 2012. – № 12. – С. 5–7.
- [3] **Коваленко, И. И.** Некоторые прикладные задачи теории грубых множеств [Текст] / И. И. Коваленко, А. В. Швед // Вестник ХНТУ. – 2012. – № 1 (44).
- [4] **Кононенко, И. В.** Метод формирования портфеля проектов предприятия для планового периода при нечетких исходных данных [Текст] / И. В. Кононенко, К. С. Букреева // Управління розвитком складних систем. – 2011. – № 7. – С. 39–43.
- [5] Методы классической и современной теории автоматического управления [Текст] : учебник : в 5 т. Т. 5. Синтез регуляторов систем автоматического управления / под ред. К. А. Пупкова, Н. Д. Егупова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 616 с.
- [6] **Овсянникова, Т. В.** Разработка модели оперативного управления проектами как иерархической системой в условиях неопределенности [Текст] / Т. В. Овсянникова // Математические и инструментальные методы экономики. Экономические науки. – 2012. – № 3 (88). – С. 191–194.
- [7] **Dalcher, D.** Project management the agile way: making it work in the enterprise [Text] / D. Dalcher // Project Management Journal. – 2011. – № 42 (1). – P. 92–104.

© В. В. Назимко

Надійшла до редколегії 18.04.2014

Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК
д-р техн. наук, проф. *К. В. Кошкін*