

завдання, і одним з важливих інтегруючих компонентів цієї системи виступають вузли й зв'язки міжблочного рівня.

**Список літератури:** 1. *Kolar, J.W.* Design and Experimental Investigation of a Three-Phase High Power Density High Efficiency Unity Power Factor PWM (Vienna) Rectifier Employing a Novel Integrated Power Semiconductor Module: *Kolar, J.W., Ertl, H., Zach, F.C.* / Proceedings of the 11th IEEE Applied Power Electronics Conference, San Jose (CA), USA, March 3-7, Vol.2, pp.514-523 (1998). 2. Микросхеми для сучасних імпульсних джерел живлення // Енциклопедія ремонту. - 1999 . - М: ДОДЭКА, - №11. - 288 с. 3. *Солонина, А.И.* Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов / *Солонина, А.И., Улахович, Д.А., Яковлев, Л.А.* - СПб.: БХВ-Петербург - 2001. - 464 с. 4. *Бондаренко, Д.Н.* Коммутационные процессы в транзисторных инверторах для индукционного нагрева/ *Бондаренко, Д.Н., Дзлиев, С.В., Патанов, Д.А.* // Изв. ГЭТУ. - 1996. - № 497. - С.98-110.

*Поступила в редколлегию 12.05.2011*

**УДК 519.683:517.9:629.36**

**О.Я. НИКОНОВ**, докт. техн. наук, проф., НТУ «ХП», Харків

## **ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ ПІДСИСТЕМИ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ СЛІДКУЮЧИХ ПРИВОДІВ БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**

У статті розглянута задача параметричного синтезу інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів на основі методів імітаційного моделювання. Отримані оптимальні значення варійованих параметрів регулятора.

Ключові слова: параметричний синтез, інформаційно-керуюча система, електрогідравлічний слідкуючий привід, транспортний засіб.

В статье рассмотрена задача параметрического синтеза информационно-управляющей подсистемы электрогидравлических следящих приводов многоцелевых транспортных средств на основе методов имитационного моделирования. Получены оптимальные значения варьированных параметров регулятора.

Ключевые слова: параметрический синтез, информационно-управляющая система, электрогидравлический следящий привод, транспортное средство.

In paper the problem of parametric synthesis of informational-controlling subsystems of electrohydraulic servo drives of multi-purpose vehicles on the basis of methods imitative simulation is considered. Optimum values of the varied parameters of a regulator are obtained.

Keywords: parametric synthesis, informational-controlling system, electrohydraulic servo drive, vehicle.

### **Постановка проблеми**

Результати фундаментальних досліджень зі створення інтелектуальних транспортних систем та технологій і прикладні розробки систем моніторингу транспортних комунікацій, які виконані науковцями Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» і Харківського національного автомобільно-дорожнього університету доводять необхідність розроблення багатоцільових інтелектуальних систем моніторингу транспортних засобів на основі телематики, мехатроніки та синергетичного підходу [1-3]. Тому задача

синтезу інформаційних систем та комплексів транспортних засобів є надзвичайно важливою і актуальною.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Для параметричного синтезу систем високого порядку в останні роки широке застосування набирають методи імітаційного моделювання, зокрема метод факторного експерименту [4, 5]. Цей метод дозволяє на основі моделювання поведінки системи у випадковому зовнішньому середовищі здійснити вибір її параметрів, що задовольняють вимогам мінімуму функції регресії. Також отримали подальший розвиток методи еволюційного моделювання. Аналогічно штучним нейронним мережам, методи еволюційного моделювання виникли в результаті спостереження й спроб копіювання природних процесів, що відбуваються у світі живих організмів, зокрема, еволюції й пов'язаної з нею селекцією (природного добору) популяцій живих істот. Ці методи є високоефективним інструментом при розробці програмного забезпечення, у системах штучного інтелекту, оптимізації і т.д. [6-8].

### **Формулювання мети**

Метою роботи є параметричний синтез інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів високої прохідності, що знаходяться під впливом зовнішніх випадкових збурень, з урахуванням нелінійних характеристик об'єкту керування.

### **Параметричний синтез інформаційно-керуючої підсистеми**

Розглянемо електрогідравлічні слідкуючі приводи багатоцільових транспортних машин високої прохідності на прикладі системи наведення і стабілізації гармати танка у вертикальній площині [9-11].

Обираючи в якості варійованих параметрів коефіцієнти  $k_\varphi$  і  $k_\omega$  [11], а в якості параметрів оптимізації функціонал

$$I = M \left[ \int_{t_1}^T t |\Delta\varphi_2(t)| dt \right], \quad (1)$$

а при  $M_{3B}(t) = 0$  функціонал (1) трансформується у  $I = \int_{t_1}^T t |\Delta\varphi_2(t)| dt$ , за допомогою теорії факторного експерименту [4, 5] відшукаємо значення варійованих параметрів регулятора, що надають мінімум функціоналу (1), для системи наведення і стабілізації гармати [11].

На рис. 1 точки  $a$ ,  $b$  відповідають мінімуму цільової функції (1) без і з урахуванням  $W_{H_1}(A_{H_1})$  відповідно. Параметри для (1):  $t_1 = 0.25$  с,  $T = 5$  с. Для випадку без урахування  $W_{H_1}(A_{H_1}) - I = 0.005958$ ,  $k_\varphi^* = 199.5$ ,  $k_\omega^* = 16.3$ . Для випадку з урахуванням  $W_{H_1}(A_{H_1}) - I = 8.186339$ ,  $k_\varphi^* = 323.2$ ,  $k_\omega^* = 21.0$ .

На рис. 2 представлені перехідні процеси замкненої системи наведення і стабілізації гармати при отриманих значеннях варійованих параметрів регулятора  $k_\varphi^*$  і  $k_\omega^*$  для випадку без урахування  $W_{H_1}(A_{H_1})$ . Як видно, перехідні процеси носять плавний характер без значних коливань. Величина перерегулювання  $\varphi_2(t)$  склала 0.5%.

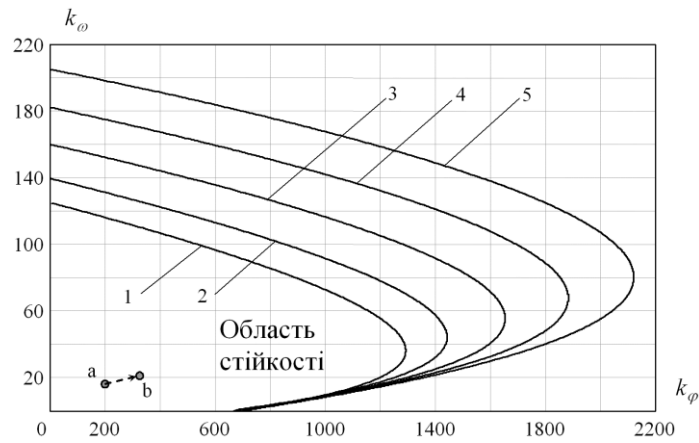


Рис. 1. Область стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати з урахуванням нелінійної ланки типу зона обмеження:

1 -  $A_{H_1}/b_{H_1} = 1$ ; 2 -  $A_{H_1}/b_{H_1} = 1.25$ ; 3 -  $A_{H_1}/b_{H_1} = 1.5$ ; 4 -  $A_{H_1}/b_{H_1} = 1.75$ ; 5 -  $A_{H_1}/b_{H_1} = 2$

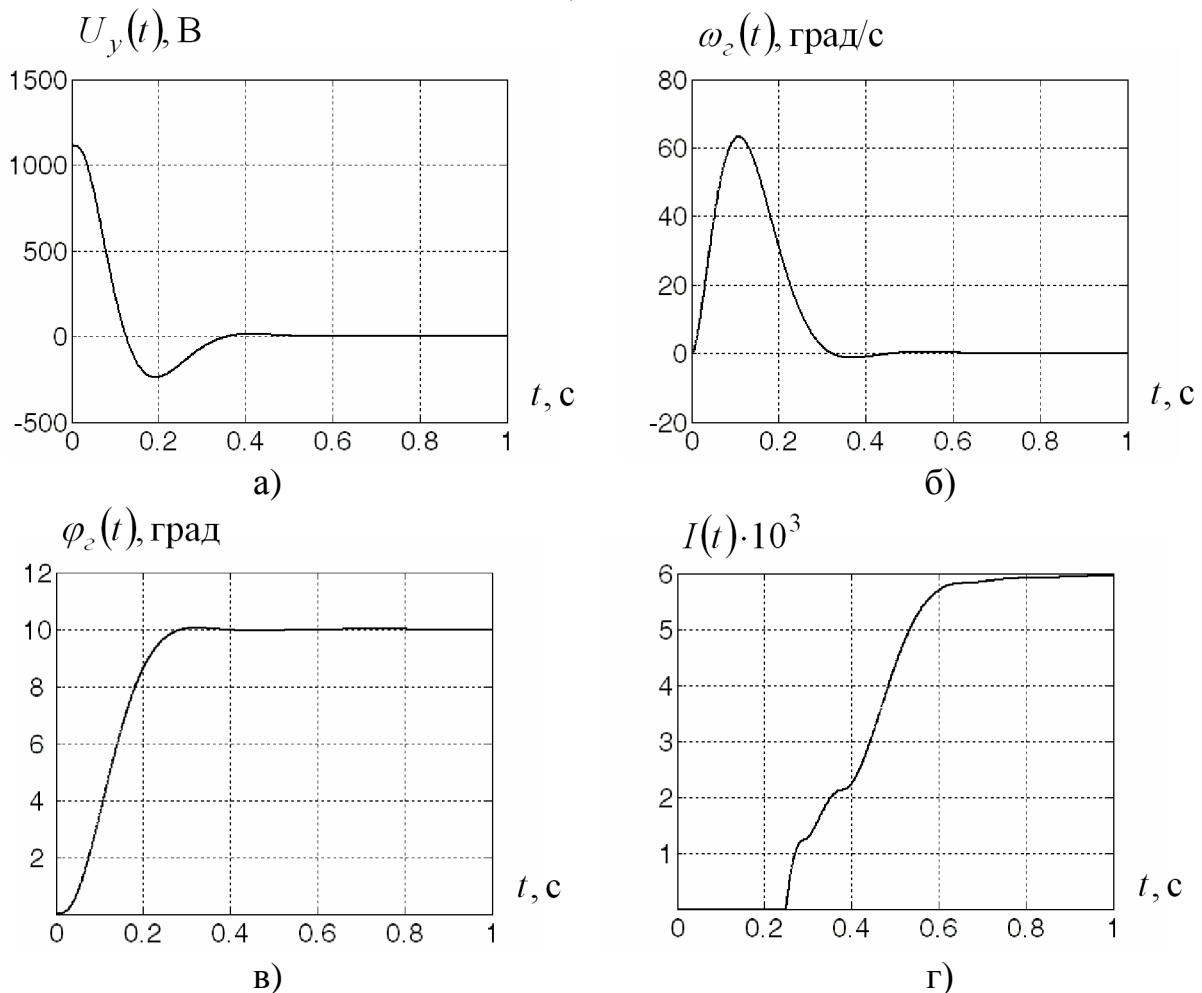


Рис. 2. Перехідні процеси замкненої системи наведення і стабілізації гармати при  $k_\varphi^* = 199.5$ ,  $k_\omega^* = 16.3$ : з напруги управління  $U_y(t)$  (а), кутової швидкості гармати  $\omega_z(t)$  (б) та куту повороту гармати  $\varphi_z(t)$  (в); а також цільової функції  $I(t)$  (г)

На рис. 3 представлені перехідні процеси замкненої системи наведення і стабілізації гармати при отриманих значеннях варійованих параметрів регулятора

$k_\varphi^*$  і  $k_\omega^*$  для випадку з урахуванням  $W_{H_1}(A_{H_1})$ . Як видно, перехідні процеси носять плавний характер без значних коливань. Величина перерегулювання  $\varphi_2(t)$  склала 0.1%.

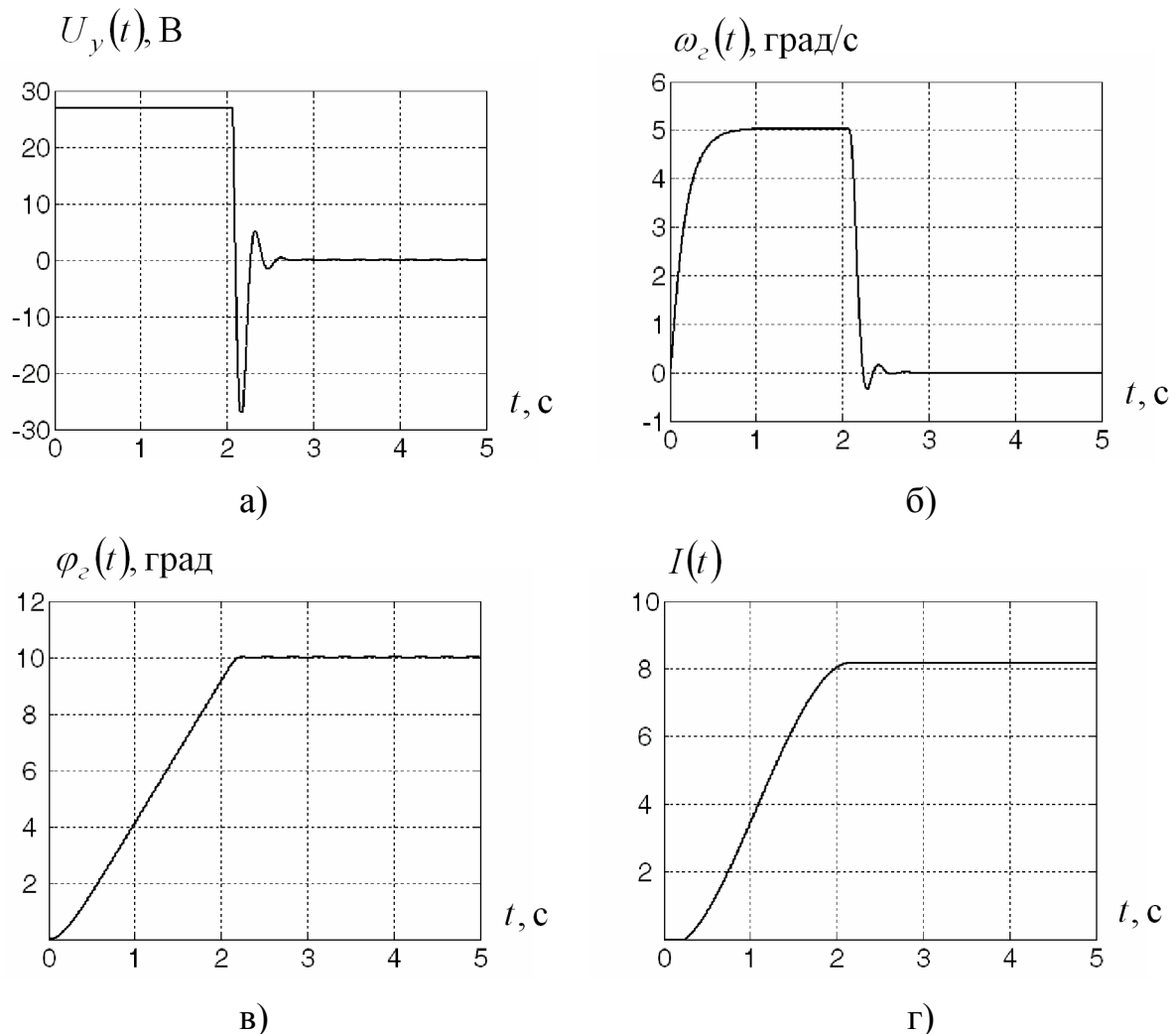


Рис. 3. Перехідні процеси замкненої системи наведення і стабілізації гармати при  $k_\varphi^* = 323.2$ ,  $k_\omega^* = 21.0$ : з напруги управління  $U_y(t)$  (а), кутової швидкості гармати  $\omega_z(t)$  (б) та куту повороту гармати  $\varphi_z(t)$  (в), а також цільової функції  $I(t)$  (г)

На рис. 4 і 5 приведено границі області стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати в площині варійованих параметрів регулятора  $k_\varphi$  і  $k_\omega$  з урахуванням нелінійної ланки зі змінним коефіцієнтом підсилення, де  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – точки мінімуму цільової функції (1) без і з урахуванням  $W_{H_1}(A_{H_1})$ ,  $W_{H_2}(A_{H_2})$  відповідно [11]. Для випадку з урахуванням  $W_{H_1}(A_{H_1})$  і  $W_{H_2}(A_{H_2})$  на основі методу факторного експерименту отримаємо:  $I = 8.190428$ ,  $k_\varphi^* = 607.1$ ,  $k_\omega^* = 49.9$ . Параметри для (1):  $t_1 = 0.25$ с,  $T = 5$ с.

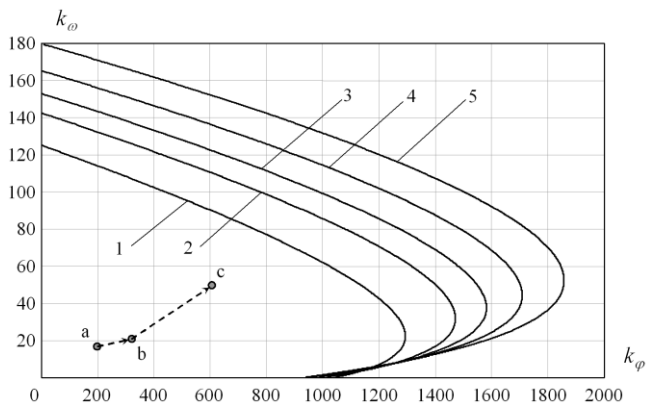


Рис. 4. Область стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати з урахуванням нелінійної ланки зі змінним коефіцієнтом підсилення при  $A_{H_2}/b_{H_2} = 2: 1 - k_{H_2} = k_{H_3}$ ; 2 -  $k_{H_2} = 0.8 k_{H_3}$ ; 3 -  $k_{H_2} = 0.7 k_{H_3}$ ; 4 -  $k_{H_2} = 0.6 k_{H_3}$ ; 5 -  $k_{H_2} = 0.5 k_{H_3}$

Як видно з рис. 4, введення в систему нелінійної ланки зі змінним коефіцієнтом підсилення розширює область стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати (при  $k_{H_2} = k_{H_3}$  (крива 1) область стійкості повністю збігається з областю стійкості лінійної системи).

Оптимальна точка  $c$  в цьому випадку переміщується в область підвищених коефіцієнтів  $k_\phi$  і  $k_\omega$ . Вищезазначене дозволяє підвищити надійність і точність замкненої системи наведення і стабілізації.

Як видно з рис. 5 при  $A_{H_2}/b_{H_2} = 100$  вираз  $W_{H_2}(A_{H_2}) \rightarrow k_{H_3}$ , а область стійкості наближається до лінійної.

На рис. 6 представлені перехідні процеси замкненої системи наведення і

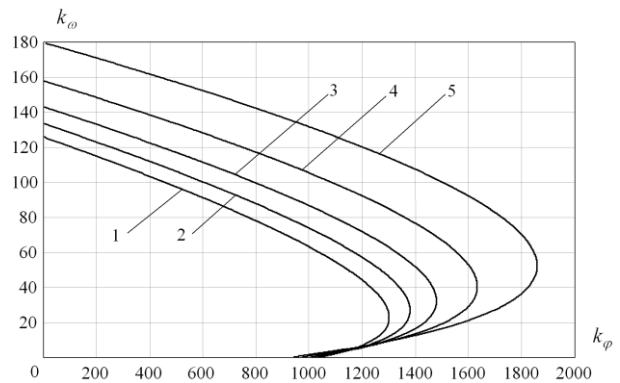


Рис. 5. Область стійкості замкненої системи наведення і стабілізації гармати з урахуванням нелінійної ланки зі змінним коефіцієнтом підсилення при  $k_{H_2} = 0.5 k_{H_3}$ : 1 -  $A_{H_2}/b_{H_2} = 100$ ; 2 -  $A_{H_2}/b_{H_2} = 10$ ; 3 -  $A_{H_2}/b_{H_2} = 5$ ; 4 -  $A_{H_2}/b_{H_2} = 3$ ; 5 -  $A_{H_2}/b_{H_2} = 2$

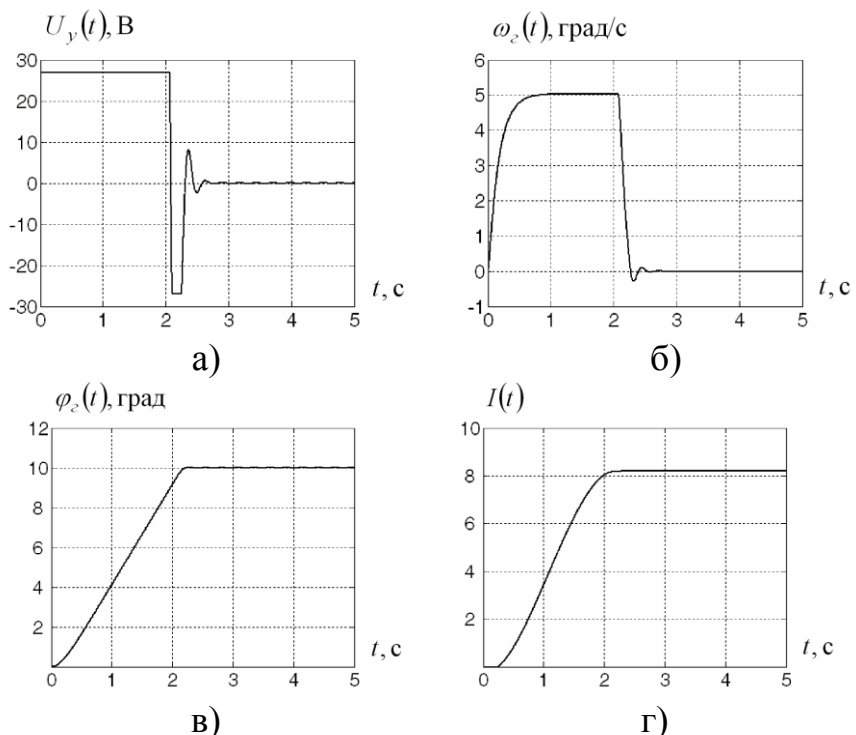


Рис. 6. Перехідні процеси замкненої системи наведення і стабілізації гармати при  $k_\phi^* = 607.1$ ,  $k_\omega^* = 49.9$ : з напруги управління  $U_y(t)$  (а), кутової швидкості гармати  $\omega_z(t)$  (б) та куту повороту гармати  $\phi_z(t)$  (в), а також цільової функції  $I(t)$  (г)

стабілізації гармати при отриманих значеннях варійованих параметрів регулятора  $k_\varphi^*$  і  $k_\omega^*$  для випадку з урахуванням  $W_{H_1}(A_{H_1})$  і  $W_{H_2}(A_{H_2})$ . Величина перерегулювання  $\varphi_2(t)$  склала 0.1%.

Для ще більш позитивного результату при використанні змінної структури необхідно використовувати більш складний закон зміни структури системи, але це може знизити надійність системи в цілому, за рахунок додаткових елементів і зв'язків.

### **Виводи**

В статті здійснено параметричний синтез інформаційно-керуючої підсистеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів високої прохідності, що знаходяться під впливом зовнішніх випадкових збурень, з урахуванням нелінійних характеристик об'єкту керування.

**Список літератури:** 1. *Алексієв В.О.* Управління розвитком транспортних систем / В.О. Алексієв. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 268 с. 2. *Алексієв О.П.* Телематика, мехатроника та синергетика на автомобільному транспорті / О.П. Алексієв, В.О. Алексієв, О.І. Туренко // Автомобильный транспорт. – 2009. – №25. – С. 266-270. 3. *Александров Е.Е.* Параметрическая оптимизация многоканальных систем автоматического управления / Александров Е.Е., Борисюк М.Д., Кузнецов Б.И. – Харьков: Основа, 1995. – 272 с. 4. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. – М.: Наука, 1976. – 280 с. 5. *Александрова И.Е.* Имитационное моделирование / Александрова И.Е. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 93 с. 6. *Рутковская Д.* Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 452 с. 7. *Fogel D.B.* Evolutionary Computation. Towards a New Philosophy of Machine Intelligence / D.B. Fogel – IEEE Press, 1995. – 236 p. 8. *Holland J.H.* Adaptation in natural and artificial systems. An introductory analysis with application to biology, control, and artificial intelligence / J.H. Holland. – London: Bradford book edition, 1994. – 211 p. 9. *Александров Е.Е.* Параметрический синтез систем стабилизации танкового вооружения / Александров Е.Е., Богаенко И.Н., Кузнецов Б.И. – К.: Техника, 1997. – 112 с. 10. *Ніконов О.Я.* Розроблення інформаційно-структурної схеми електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / О.Я. Ніконов, В.Ю. Улько // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2010. – № 57. – С. 214-220. 11. *Ніконов О.Я.* Побудова нелінійної математичної моделі електрогідравлічних слідкуючих приводів багатоцільових транспортних засобів / О.Я. Ніконов, В.Ю. Улько // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ», 2011. – № 9. – С. 108-113.

*Поступила в редколлегию 12.05.2011*

### **УДК 621.73**

**С.Б. КАРГИН**, аспирант, ПГТУ, Мариуполь

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КОВКИ ВАЛОВ**

Розглянуті питання кування валів із застосуванням трьохпроменевих і чотирипроменевих заготовок. Методом кінцевих елементів за допомогою програми Qform встановлений характер розподілу деформацій при обтисканні заготовок. Запропонована оптимальна технологія кування валів комбінованими і вирізними бойками, що дозволяє збільшити продуктивність і якість поковок.