

УДК 621.01(833)

Х. С. САМИДОВ, А. Б. АХАДОВ

### ОПТИМИЗАЦИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИВодОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН ПО ВРЕМЕНИ ЗАТУХАНИЯ

Робота присвячена оптимізації коливальних процесів електромеханічних приводів технологічних машин під час затухання. Базируючись на методах оптимізації коливальних процесів машин, розроблена і реалізована методика оптимізації динамічних процесів технологічних машин, в тому числі металорізальних верстатів. Методика дозволяє на стадії проектування технологічних машин встановити зв'язок між конструктивними і динамічними характеристиками електромеханічних систем, побудувати машину з найшвидшими затуханнями коливаний.

**Ключові слова:** привод, оптимізація, машина технологіческая, затухання.

Работа посвящена оптимизации колебательных процессов электромеханических приводов технологических машин во время затухания. Базируясь на методах оптимизации колебательных процессов машин, разработана и реализована методика оптимизации динамических процессов технологических машин, в том числе металлорежущих станков. Методика позволяет на стадии проектирования технологических машин установить связь между конструктивными и динамическими характеристиками электромеханических систем, построить машину с быстрыми затуханиями колебаний.

**Ключевые слова:** привод, оптимизация, машина технологическая, затухания.

The work is dedicated to the optimization of oscillatory processes of electromechanical drives of technological cars on the decay time. Based on methods for optimizing the oscillatory processes of machines, a technique for optimizing the dynamic processes of technological machines, including machine tools, has been developed and implemented. The technique allows at the design stage of technological machines to establish a link between the design and dynamic characteristics of electromechanical systems, to build a machine with the fastest damping of oscillations.

**Keywords:** drive, optimization, machine, technological machine, damping.

**Актуальность проблемы.** Среди требований, поставленных перед современным машиностроением, весьма важными являются повышение производительности, экономичности, точности, надежности, долговечности, ветроустойчивости машин и аппаратов.

Эффективность решения этих задач в значительной степени зависит от уровня развития машиностроения, в частности станкостроения являющегося основой развития других отраслей машиностроения.

На основе вышеизложенного можно заключить, что разработка, реализация комплексных методов динамического анализа и оптимизации конструктивных параметров машин являются актуальной проблемой и отвечает дальнейшего прогресса машиностроения.

**Цель работы.** Данная работа ставит своей целью определение таких оптимальных параметров электро-механической системы технологической машины, в частности, токарного станка модели 1К625, при которых упругие колебания в переходном режиме работы затихают за минимальное время.

**Материалы исследований.** По предложенной нами блок-схеме алгоритма упрощения многомассовых динамических систем (рис. 1), кинематическая схема

привода станка модели 1К625 (рис. 2) упрощена и приведена к трехмассовой динамической модели (рис. 3, 4).

Дифференциальные уравнения, описывающие движение электро-механической системы, представленной на рис. 3, запишем в следующем виде [1]

$$M_1 \frac{1}{2\omega_k M_k} + M_1 \frac{S_k}{2M_k} = S;$$

$$J_1 \varphi_1 + C_{12} (\varphi_1 - \varphi_2) + (\varphi_1 - \varphi_2) = M_1;$$

$$J_2 \varphi_2 - C_{12} (\varphi_1 - \varphi_2) - \beta_{12} (\varphi_1 - \varphi_2) + C_{23} (\varphi_2 - \varphi_3) + \beta_{23} (\varphi_2 - \varphi_3) = -M_2;$$

$$J_3 \varphi_3 - C_{23} (\varphi_2 - \varphi_3) - \beta_{23} (\varphi_2 - \varphi_3) = M_3, \quad (1)$$

где  $M_k, S_k$  – критические момент и скольжение двигателя по статической механической характеристике:

$$M_k = \lambda_m M_H;$$

$$S_k = S_H \{[\lambda_m + 5(\lambda_m - 1) S_H] \times \sqrt{[\lambda_m + 5(\lambda_m + 5(\lambda_m - 1) S_H)]^2 - 1}; \quad (2)$$

$S_H$  – скольжение при номинальном моменте  $M_H$ ;

$\lambda_m$  – кратность максимального момента;

$S_H, \lambda_m$  – определяются из каталога двигателей;

$S = (\omega_0 - \omega_1) \omega_0$ , где  $\omega_0 = \frac{\omega_2}{p}$  – скорость идеального

холостого хода ротора электродвигателя ( $p$  – число пар полюсов;  $\omega_s = 2\pi_s / t_s$  – частота энергосети);  $J_1, J_2, J_3$  – приведенные значения моментов инерции масс;

$C_{12}, C_{23}$  – приведённые жесткости валопроводов, соединяющих массы;

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  – угловые перемещения масс;

$\beta_{12}, \beta_{23}$  – коэффициенты демпфирования колебаний;

$M_2, M_3$  – моменты, внешних сил, приложенных к соответствующим дискретным массам.

Дифференцируя функцию  $S = (\omega_0 - \omega_1) / \omega_0$  по времени  $t$ , и подставляя полученные выражения во второе уравнение (1), получим,

$$\frac{1}{J_1 \omega_0} [C_{12}(\varphi_1 - \varphi_2) + \beta_{12}(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}_2) - M_1] = S. \quad (3)$$

Исключая  $S$  из уравнения "динамической характеристики", то есть из первого уравнения (1) и уравнения (3), систему уравнений (1) можно написать в виде [1]:

$$\begin{aligned} & B_{TN} M_1 + B_N M + M_1 - M_{12} - \beta_{12} M_{12} / C_{12} = 0; \\ & M_{12} + b_{12}^2 M_{12} - \frac{C_{12}}{J_1} M_1 - \frac{C_{12}}{J_2} M_{23} + \frac{\beta_{12}(J_1 + J_2)}{J_1 J_2} M_{12} - \\ & - \frac{C_{12} \beta_{23}}{C_{23} J_2} M_{12} - \frac{C_{12} \beta_{23}}{C_{23} J_2} M_{23} = \frac{C_{12}}{J_2} M_2(t); \\ & M_{23} + b_{23}^2 M_{23} - \frac{C_{23}}{J_2} M_{12} + \frac{\beta_{23}(J_2 + J_3)}{J_2 J_3} M_{23} - \frac{C_{23} \beta_{12}}{C_{12} J_2} M_{12} = \\ & = -\frac{C_{23}}{J_3} M_3(t) - \frac{C_{23}}{J_2} M_2(t), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $b_{i,i+1}^2 = C_{i+1} (J_i + J_{i+1}) / J_i J_{i+1}$ ,  $i = 1, 2$  – цикловые частоты собственных колебаний парциальных систем.

Если технологические сопротивления ведут постоянными ( $M_2 = M_3 = \text{const}$ ), то они не окажут влияния на процесс затухания колебаний, а смещают положение статического равновесия масс.

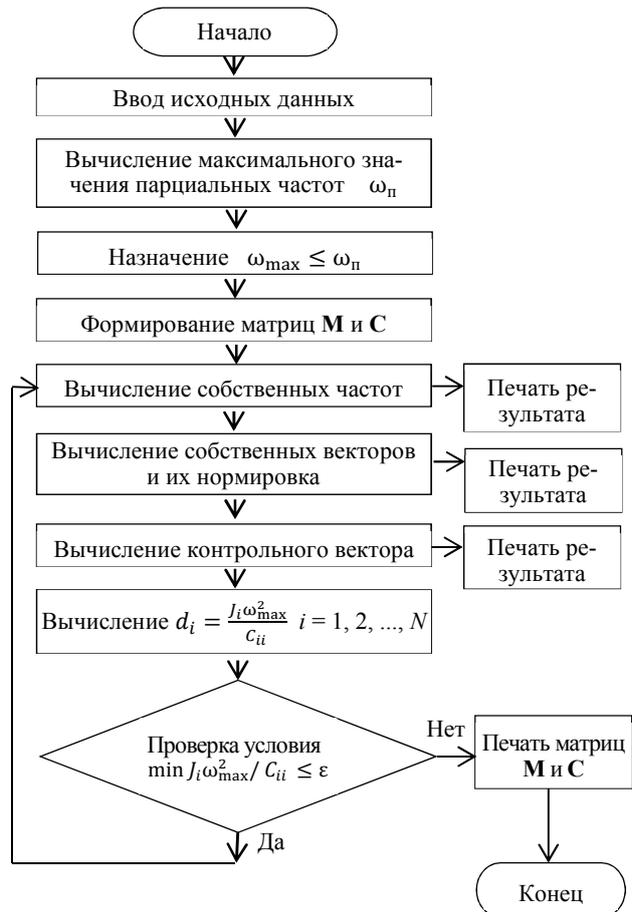


Рис. 1 – Блок-схема алгоритма упрощения динамических моделей машин

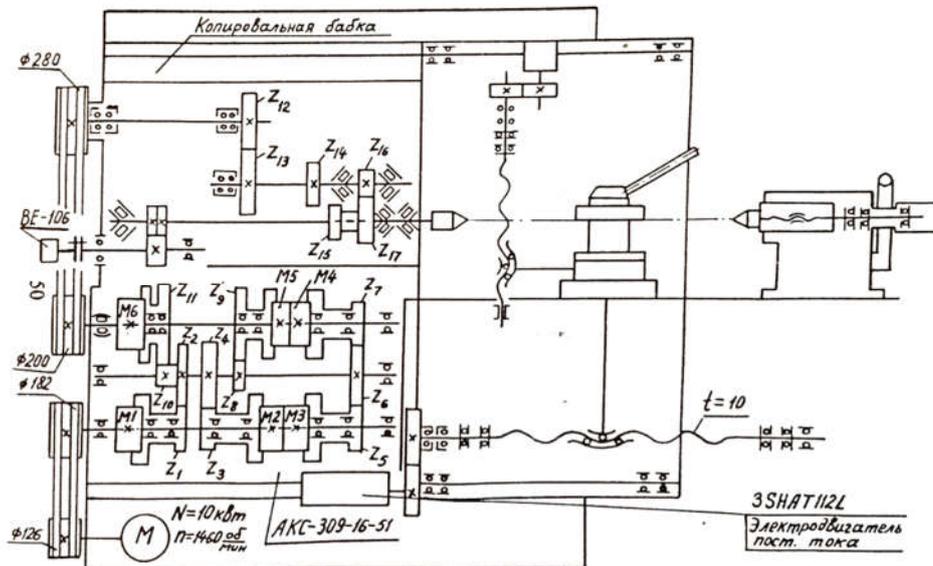


Рис. 2 – Кинематическая схема привода станка 1K625

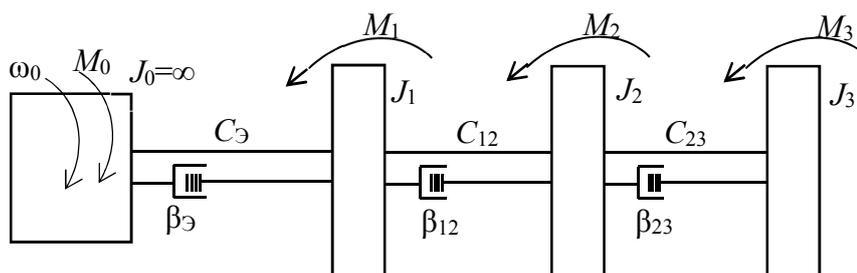


Рис. 3 – Приведенная динамическая модель электромеханической системы технологической машины – станка модели 1K625

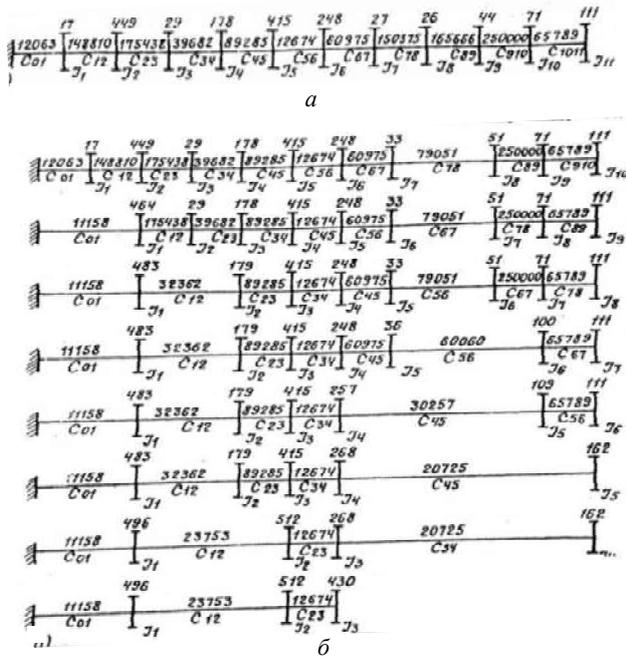


Рис. 4 – динамическая модель привода станка 1К625:  
а – до упрощения; б – после упрощения.  $J_i - 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$ ,  
 $C_{ij} - \text{Н} \cdot \text{м} / \text{рад}$ ,  $n_{\text{шт}} - 250 \text{ об} / \text{мин}$

Приведем систему уравнений (4) к одному дифференциальному уравнению высокого порядка. Для этого введем оператор дифференцирования  $d/dt = p$  и составим определитель левой части системы уравнений (4),

$$(p) = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}, \quad (5)$$

где:

$$\begin{aligned} a_{13} = a_{31} = 0; \quad a_{11} &= \text{BTNP}^2 + \text{BNP} + 1; \quad a_{12} = \frac{\beta_{12}}{C_{12}} P - 1; \\ a_{21} &= -\frac{C_{12}}{1}; \quad a_{22} = P^2 + \left(\frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2}\right) \beta_{12} P + b_{12}^2; \\ a_{23} &= -\frac{C_{12}\beta_{23}}{C_{23} J_1} P - \frac{C_{12}}{J_1}; \quad a_{32} = -\frac{C_{23}\beta_{12}}{C_{12} J_2} P - \frac{C_{23}}{J_2}; \\ a_{33} &= P^2 + \left(\frac{1}{J_2} + \frac{1}{J_3}\right) \beta_{23} P + b_{23}^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Отличие от нуля решения системы уравнения (4) без правой части получим в случае, если  $(p) = 0$ . Для этого, раскрыв определитель (5) и подставив вместо оператора  $P^k$  соответствующие производные  $M^k$  переменных  $M_{12}, M_{23}$ , получим следующий полином,

$$(P) = M^{VI} + a_0 M^V + a_1 M^{IV} + a_2 M^{III} + a_3 M^{II} + a_4 M^I + a_5 M, \quad (7)$$

где:

$$a_0 = \frac{(J_2 + J_3)\beta_{23}}{J_1 J_2} + \frac{(J_1 + J_2)\beta_{12}}{J_1 J_2} + \frac{1}{T}, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} a_1 &= b_{12}^2 + b_{23}^2 + \frac{(J_1 + J_2)(J_2 + J_3)\beta_{12}\beta_{23}}{J_1 J_2^2 J_3} - \\ &- \frac{\beta_{12}\beta_{23}}{J_2^2} + \frac{(J_2 + J_3)\beta_{23}}{T J_2 J_3} + \frac{(J_1 + J_2)\beta_{12}}{T J_1 J_2} + \frac{1}{\text{BTN}}; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{(J_1 + J_2)}{J_1 J_2} \beta_{12} b_{23}^2 + \frac{J_2 + J_3}{J_2 J_3} \beta_{23} b_{12}^2 - \frac{C_{12} + \beta_{23}}{J_2^2} - \frac{C_{23} + \beta_{12}}{J_2^2} + \\ &+ \frac{b_{12}^2}{T} + \frac{b_{23}^2}{T} + \frac{(J_1 + J_2)(J_2 + J_3)}{T J_1 J_2^2 J_3} \beta_{12} \beta_{23} - \frac{\beta_{12} \beta_{23}}{T J_2^2} + \\ &+ \frac{(J_2 + J_3)\beta_{23}}{\text{BTN} J_2 J_3} + \frac{(J_2 + J_3)\beta_{12}}{\text{BTN} J_1 J_2} - \frac{\beta_{12}}{\text{BTN}}; \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} a_3 &= b_{12}^2 b_{23}^2 - \frac{C_{12} C_{23}}{J_2^2} + \frac{J_1 + J_2}{T J_1 J_2} \beta_{12} b_{23}^2 + \frac{J_2 + J_3}{T J_2 J_3} \beta_{23} b_{12}^2 - \\ &- \frac{C_{12} \beta_{23}}{T J_2^2} - \frac{C_{23} \beta_{12}}{T J_2^2} + \frac{b_{12}^2 + b_{23}^2}{\text{BTN}} + \frac{(J_1 + J_2)(J_2 + J_3)\beta_{12}\beta_{23}}{\text{BTN} J_1 J_2^2 J_3} - \\ &- \frac{\beta_{12} \beta_{23}}{\text{BTN} J_2^2} - \frac{C_{12}}{\text{BTN} J_1} - \frac{\beta_{12} \beta_{23} (J_2 + J_3)}{\text{BTN} J_1 J_2 J_3}; \end{aligned} \quad (11)$$

$$a_4 = \frac{b_{12}^2 b_{23}^2}{T} - \frac{C_{12} C_{23}}{T J_2^2} + \frac{J_1 + J_2}{\text{BTN} J_1 J_2} \beta_{12} b_{23}^2 + \frac{J_2 + J_3}{\text{BTN} J_2 J_3} \beta_{23} b_{12}^2 - \beta_{23} b_{12}^2 - \frac{C_{12} \beta_{23}}{\text{BTN} J_2^2} - \frac{C_{23} \beta_{12}}{\text{BTN} J_2^2} - \frac{\beta_{12} b_{23}^2}{\text{BTN} J_1} - \frac{J_1 + J_2}{\text{BTN} J_1 J_2 J_3} C_{12} \beta_{23}; \quad (12)$$

$$a_5 = -\frac{b_{12}^2 b_{23}^2}{\text{BTN} J_2^2} - \frac{C_{12} C_{23}}{\text{BTN} J_2^2} - \frac{C_{12} b_{23}^2}{\text{BTN} J_1}. \quad (13)$$

Выражение (7) для упругого момента,  $M_{23}$  с учетом  $(p) = 0$  представим в виде.

$$M^{VI}_{23} + a_0 M^V_{23} + a_1 M^{IV}_{23} + a_2 M^{III}_{23} + a_3 M^{II}_{23} + a_4 M^I_{23} + a_5 M_{23} = 0. \quad (14)$$

Под оптимальным затуханием динамического процесса понимается такое минимальное время  $t$  за которое решение уравнения (14) войдет в трубку радиуса  $E$  (может быть сколько угодно малым числом) и для времени  $T > T_1$  не будет выходить из нее [6].

Для решения данной задачи в уравнении (14) произведем замену

$$M_{23}(t) = y(t) e^{-\frac{a_0}{6} t} = [y_1(t) + y_2(t)] e^{-\frac{a_0}{6} t}. \quad (15)$$

Тогда дифференциальные уравнения (14) примет вид

$$y^{VI} + b_2 y^{IV} + b_3 y^{III} + b_4 y^{II} + b_5 y^I + b_6 y = 0. \quad (16)$$

где:

$$\begin{aligned} b_1 &= 0; \quad b_2 = a_1 - \frac{5}{12} a_0^2; \quad b_3 = a_2 - \frac{2}{3} a_0 a_1 + \frac{5}{27} a_0^3; \\ b_4 &= a_3 - \frac{1}{2} a_0 a_2 + \frac{1}{6} a_0^2 a_1 - \frac{5}{144} a_0^4; \\ b_5 &= a_4 - \frac{1}{3} a_0 a_3 + \frac{1}{12} a_0^2 a_2 - \frac{a_0^3 a_1}{54} + \frac{a_0^5}{324}; \\ b_6 &= a_5 - \frac{a_0 a_0^4}{6} + \frac{a_0^2 a_3}{6^2} - \frac{a_0^3 a_2}{6^3} + \frac{a_0^4 a_1}{6^4} - \frac{5a_0^6}{6^6}. \end{aligned} \quad (17)$$

Упругий момент  $M_{23}(T)$  будет затухать в наименьшее время при максимальном значении коэффициента  $a_0$ , ограничению по модулю колебательной составляющей  $y_1(t)$  и полным подавлении возрастающей составляющей  $y_2(t)$ .

Приведем конкретный пример.

Динамическая модель главного привода токарного станка с ЧПУ 1К625, приведенная к валу двигателя, характеризуется следующими параметрами (рис. 3) [1]:

$$\begin{aligned} J_1 &= 0,27 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2; \quad C_{12} = 5250,3 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{рад}; \quad T = 0,0089 \text{ с}; \\ J_2 &= 0,50 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2; \quad C_{23} = 985,2 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{рад}; \quad T = 0,0063 \text{ с}; \\ J_3 &= 0,28 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2; \quad \beta_{\Sigma} = 15,0 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{рад}; \quad T = 0,0238 \text{ с}. \end{aligned} \quad (18)$$

Подставив эти значения в уравнения (8–13), получим:

$$\begin{aligned} a_0 &= 110 + 0,06\beta_{12} + 0,054\beta_{23}; \\ a_1 &= 43925 + 6,6\beta_{12} + 5,83\beta_{23} + 0,00282\beta_{12} \beta_{23}; \\ a_2 &= 4045392 + 416,836\beta_{12} + 1850,26\beta_{23} + 0,3097\beta_{12} \beta_{23}; \\ a_3 &= 26714915,12 + 30121,86\beta_{12} + 16184,74\beta_{23} + 5,002\beta_{12} \beta_{23}; \\ a_4 &= 15872265213 + 476496\beta_{12} + 2557106\beta_{23}; \\ a_5 &= 248383234813. \end{aligned} \quad (19)$$

Из совместного решения третьего и пятого равенства (19) с учетом значения  $a_5$  найдем оптимальные значения коэффициентов  $\beta_{12\text{опт}} = 800 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} / \text{рад}$ ;  $\beta_{23\text{опт}} = 600 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} / \text{рад}$ , проводящие к быстрому затуханию колебательного процесса рассматриваемой системы.

Найденные оптимальные значения коэффициентов вязкого трения  $\beta_{12\text{опт}}$  и  $\beta_{23\text{опт}}$  подставим в уравнение (19) и, вычислив значения  $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4$ , а затем подставив в выражения (19), получим.

$$M^{VI}_{23} + 190M^V_{23} + 54058M^{IV}_{23} + 5637663M^{III}_{23} + 380319007M^{II}_{23} + 17787725885M^I_{23} + 248383234813M_{23} = 0. \quad (20)$$

Решение дифференциального уравнения (20) на компьютере при принятых начальных условиях дает характер изменения момента упругих сил  $M_{23}(t)$  в главном приводе станка с ЧПУ 16K20T1. Решение осуществилось при следующих начальных условиях реакции системы на единичный импульс при  $t = 0$ :

$$M_{23}(0) = M^I_{23}(0) = M^{II}_{23}(0) = M^{III}_{23}(0) = M^V_{23}(0) = 0;$$

$$M^V_{23}(0) = 1. \quad (21)$$

#### Выводы:

1. Базируясь на методах оптимизации колебательных процессов машин, разработана и реализована методика оптимизации динамических процессов технологических машин, в том числе металлорежущих станков.

2. Разработанная методика позволяет на стадии проектирования технологических машин установить связь между конструктивными и динамическими характеристиками электромеханических систем, и построить машину с быстрейшими затуханиями колебаний.

3. Практическая наполненность данной работы открывает определенные возможности для внедрения ее результатов конструкторскими и научно-исследовательскими организациями, занимающимися вопросами исследования динамики и оптимального проектирования машин и аппаратов.

#### Список литературы

1. Самидов Х. С., Самидов Э. Х. Динамика и оптимальное конструирование машин. – Баку: "Нурлан", 2003. – 622 с.
2. Самидов Х. С., Агаев Ф. Ф. Оптимизация электромеханических систем приводов машин по коэффициенту динамичности // Вестник НТУ "ХПИ": Сб. научн. трудов. Тем. вып. "Проблемы механического привода". – Х.: НТУ "ХПИ", 2008. – № 28. – С. 70–83.
3. Соболев И. М., Статников Р. Б. Выбор оптимальных параметров в задачах с многими критериями. – М.: Наука, 1981. – 107 с.
4. Бондаренко О. В., Устименко О. В. Оптимизация тривальных коробок передач за критерієм мінімальної міжосьової відстані методом ЛПτ-пошуку // Вестник НТУ "ХПИ": Сб. научн. трудов. Тем. вып. "Проблемы механического привода". – Х.: НТУ "ХПИ", 2010. – № 27. – С. 31–37.
5. Матусевич В. А., Шарабан Ю. В., Шехов О. В., Абрамов В. Т. Оценка несущей способности оптимальной по массе конструкции планетарного механизма типа 2×AI из условия контактной равнопрочности // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ "ХПІ", 2015. – № 34 (1143). – С. 93–102.

6. Самидов Х. С., Гасымов А. Ф. Оптимизация динамических процессов электромеханических приводов машин по коэффициенту динамичности // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ "ХПІ", 2015. – № 35 (1144). – С. 120–124.
7. Самидов Х. С., Алиев Б. Г. Вынужденные колебания электромеханических систем приводов машин // Вестник НТУ "ХПИ": Сб. научн. трудов. Тем. вып. "Проблемы механического привода". – Х.: НТУ "ХПИ", 2007. – № 21. – С. 132–143.

#### References (transliterated)

1. Samidov X. S., Samidov E. X. *Dinamika i optimal'noe konstruirovaniye mashin* [The dynamics and optimal design of machines]. Baku, Nurlan Publ., 2003. 622 p.
2. Samidov X. S., Agaev F. F. Optimizatsiya jelektromehanicheskih sistem privodov mashin po koefitsientu dinamichnosti [Optimization of electromechanical machines drive systems at a rate of dynamism]. *Vestnik NTU "KhPI". Tem. vyp. "Problemy mehanicheskogo privoda"* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problem of mechanical drive]. Kharkov, NTU "KhPI" Publ., 2008, no. 28, pp. 70–83.
3. Sobol' I. M., Statnikov R. B. *Vybor optimal'nykh parametrov v zadachah so mnogimi kriterijami* [The choice of optimal parameters in problems with many criteria]. Moscow, Nauka, 1981, 107 p.
4. Bondarenko O. V., Ustynenko O. V. Optimizatsiya tryval'nykh korobok peredach za kryterijem minimal'noi mizhos'ovoi' vidstani metodom LPT-poshuku [Optimization of three shaft gearboxes by criterion of minimum inter-axial distance by LPT-τ search method]. *Vestnik NTU "KhPI". Tem. vyp. "Problemy mehanicheskogo privoda"* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problem of mechanical drive]. Kharkov, NTU "KhPI" Publ., 2010, no. 27, pp. 31–37.
5. Matusevich V. A., Sharaban U. A., Shehov A. V., Abramov V. T. Ocenka nesushhej sposobnosti optimal'noj po masse konstrukcii planetarnogo mehanizma tipa 2×AI iz uslovija kontaktnoj ravnoпрочности [Evolution of loading ability of optimal on mass construction of planetary mechanism of type 2×AI from conditions of contact balances]. *Visnyk NTU "KhPI". Seriya: Problemy mehanicheskogo privodu* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problem of mechanical drive]. Kharkiv, NTU "KhPI" Publ., 2015, no. 34 (1143), pp. 93–102.
6. Samidov X. S., Gasymov A. F. Optimizatsiya dinamicheskikh processov elektromehanicheskih privodov mashin po koefitsientu dinamichnosti [Optimization of dynamic processes in electromechanical machines drives by dynamicity coefficient]. *Visnyk NTU "KhPI". Seriya: Problemy mehanicheskogo privodu* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problem of mechanical drive]. Kharkiv, NTU "KhPI" Publ., 2015, no. 35 (1144), pp. 120–124.
7. Samidov X. S., Aliev B. G. Vynuzhdennye kolebanija elektromehanicheskih sistem privodov mashin [Forced oscillations of electromechanical systems of machine drives]. *Vestnik NTU "KhPI". Tem. vyp. "Problemy mehanicheskogo privoda"* [Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problem of mechanical drive]. Kharkov, NTU "KhPI" Publ., 2007, no. 21, pp. 132–143.

Поступила (received) 07.03.2017

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Оптимізація коливальних процесів електромеханічних систем приводів технологічних машин за часом затухання / Х. С. Самідов, А. Б. Ахадов // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ "ХПІ", 2017. – № 25 (1247). – С. 127–130. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2079-0791.**

**Оптимизация колебательных процессов электромеханических систем приводов технологических машин по времени затухания / Х. С. Самидов, А. Б. Ахадов // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми механічного приводу. – Х.: НТУ "ХПІ", 2017. – № 25 (1247). – С. 127–130. – Библиогр.: 7 назв. – ISSN 2079-0791.**

**Optimization of oscillatory processes of electromechanical drives systems of technological machines by the time of damping / X. S. Samidov, A. B. Ahadov // Bulletin of NTU "KhPI". Series: Problem of mechanical drive. – Kharkiv : NTU "KhPI", 2017. – No. 25 (1247). – P. 127–130. – Bibliogr.: 7. – ISSN 2079-0791.**

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Самідов Халіл Самід оглу** – доктор технічних наук, професор, Азербайджанський Інженерний Архітектурний Університет, м. Баку; тел.: +994 12 561-22-02; e-mail: xalilamidov@mail.ru.

**Самидов Халил Самид оглу** – доктор технических наук, профессор, Азербайджанский Инженерный Архитектурный Университет, г. Баку; тел.: +994 12 561-22-02; e-mail: xalilamidov@mail.ru.

**Samidov Khalil Samid** – Doctor of technical sciences, Full Professor, Azerbaijan Architecture and Engineering University c. Baku; tel.: +994 12 561-22-02; e-mail: xalilamidov@mail.ru.

**Ахадов Анар Бейбала оглу** – інженер, докторант, технік вимірювальних приладів "BP Caspian sea exploration", м. Баку; тел.: +994 55 606-06-17; e-mail: ehedov.anar@gmail.com.

**Ахадов Анар Бейбала оглу** – инженер, докторант, техник измерительных приборов "BP Caspian sea exploration", г. Баку; тел.: +994 55 606-06-17; e-mail: ehedov.anar@gmail.com.

**Ahadov Anar Beybala** – engineer, PhD student, instrumentation technician at "BP Caspian Sea Exploration", Baku; tel.: +994 55 606-06-17; e-mail: ehedov.anar@gmail.com.