

# ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН

Регистрационный номер 011020

Комитета Российской Федерации по печати  
Научно-образовательный и прикладной журнал

Издается с 1973 г.

Периодичность серии 6 номеров в год

№ 6(164) 2011г.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### СОДЕРЖАНИЕ

### CONTENTS

#### УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

#### CONTROL, COMPUTER ENGINEERING AND INFORMATION

- Клименко И.В.** Нормализация отношений методом задачи о наименьшем покрытии..... 3
- Гавриков М.М., Синецкий Р.М.** Построение и исследование реализационных критериев структурной аппроксимации образов регулярных фазовых процессов..... 6
- Валюкевич Ю.А., Алепо А.В.** Планирование траектории перемещения манипулятора с подвесом схвата на гибких звеньях (Часть 1)..... 12
- Голубев А.А., Игнатьев В.К.** Исследование микротопологии магнитных полей структурных неоднородностей в ферромагнитных материалах ..... 16
- Булгаков А.Г., Бертрам Т., Горчаков В.В., Касаткин А.В.** Разработка мобильного робота для технологических процессов в строительстве..... 20
- Пшихопов В.Х., Али А.С.** Обход локальных минимумов функции ошибки при движении робота в неопределенной среде ..... 26

- Klimenko I.V.** Normalization of Relations by the Problem Method about the Least Covering..... 3
- Gavrikov M.M., Sinetsky R.M.** Construction and Research of Structural Criteria of Patterns Approximation of a Regular Phase Processes..... 6
- Valukevich U.A., Alepko A.V.** Planning the Trajectory of Movement of the Gripper Arm with Suspension on the Flexible Links (Part 1)..... 12
- Golubev A.A., Ignatjev V.K.** Magnetic Fields Microtopology of Structural Inhomogeneities in Ferromagnetic Materials Research..... 16
- Bulgakov A.G., Bertram T., Gorchakov V.V., Kasatkin A.V.** Development of Mobile Robot for Technological Processes on a Building Site ..... 20
- Pshikhopov V.Kh, Ali A.S.** Escape the Local Minima of the Error Function at Robot Motion in Uncertain Environments..... 26

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

#### MATHEMATICAL MODELING

- Гайджуров П.П., Исхакова Э.Р.** Тестирование двумерных квадратичных конечных элементов при моделировании изгиба плоских стержней большой кривизны ..... 32
- Елисеев И.Н., Шрайфель И.С.** Модель оценивания латентных параметров дихотомической модели Раша.... 37
- Сахарова Л.В.** Исследование разрешающей способности изоэлектрического фокусирования методами математического моделирования..... 47

- Guyjourov P.P., Iskhakova E.R.** Testing the Two-Dimensional Quadratic Finite Element Simulation of Bending of Flat Bars of Large Curvature..... 32
- Eliseev I.N., Shreifel I.S.** About the Limiting Law of Distribution of Estimations of Latent Parametres of Dichotomizing Model of Rush ..... 37
- Sakharova L.V.** Analysis the Solvability of Ief by Means of Mathematical Modeling Methods..... 47

#### ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

#### ELECTROMECHANICS AND POWER ENGINEERING

- Ефимов Н.Н., Ощепков А.С., Рыжков А.В., Шафорост Д.А.** Способ повышения активности окислителя в процессах воспламенения и горения твердых топлив..... 53
- Сташинов Ю.П., Сметанников П.К.** Двухфазный широтно-частотный импульсный регулятор мощности в цепях постоянного тока ..... 56
- Колпахчян П.Г., Лавронова Л.И.** Энергоэффективность различных способов регулирования электропривода группы насосных агрегатов..... 59
- Яценко Е.А., Косарев А.С., Смолий В.А., Дзюба Е.Б.** Изучение зависимости химсостава золошлаковых отходов от химсостава исходного твердого топлива и способов его сжигания..... 64
- Гаврилова А.А.** Системный анализ режимов работы вспомогательного оборудования теплоэлектроцентралей, оценка эффективности применения регулируемого привода. 68

- Efimov N.N., Oshepkov A.S., Ryzhkov A.V., Shaforost D.A.** Way to Increase of Oxidizer's Activity in Processes of Solid Fuel's Ignition and Burning..... 53
- Stashinov Yu.P., Smetannikov P.K.** Microcontroller Realization of the Power Two-Phase Pulse-Width-Frequency Control in Dc Circuits With Minimum Pulsations of the Power Source Current ..... 56
- Kolpahchjan P.G., Lavronova L.I.** Energy Efficiency of Different Methods of Regulation of Electric Pumps..... 59
- Jatsenko E.A., Kosarev A.S., Smoly V. A, Dzjuba E.B.** Studying of Dependence of the Chemical Compound of Ashes and Slag of the Waste of Thermal Power Stations from the Chemical Compound of Solid Fuel and Ways of its Burning..... 64
- Gavrilova A.A.** System Analysis of Work Modes of Ancillary Equipment of Heat Stations and Estimate Of Efficiency of Usage of Variable-Frequency Drives..... 68

#### МАШИНОСТРОЕНИЕ

#### MACHINE BUILDING

- Заковоротный В.Л., Фам Динь Тунг.** Свойства стационарных многообразий, формируемых в окрестности точки равновесия динамической системы резания..... 71

- Zakovorotny V.L, Pham Dinh Tung.** Properties of Stationary Manifolds Formed in the Neighborhood of Equilibrium of Dynamic Cutting Systems..... 71

<i>Озерский А.И., Иванов И.А., Бабенков Ю.И.</i> Модель рабочего процесса дизеля на водотопливных эмульсиях.....	79	<i>Ozerskiy A.I., Ivanov I.A., Babenkov Ju.I.</i> Model of a Diesel Engine on Waterfuel Emulsion .....	79
<i>Бородай А.В.</i> О структуре и кинетике трибосистем.....	86	<i>Borodai A.V.</i> The Problem of Tribosystem's Structural and Kinetics Description.....	86
<i>Варавка В.Н., Кудряков О.В., Медников Ал.Ф., Ирха В.А.</i> Закономерности и параметры каплеударной эрозии титановых сплавов.....	92	<i>Varavka V.N., Kudryakov O.V., Mednikov Al.F., Irrkha V.A.</i> Laws and Parameters of Droplet-Shock Erosion of Titanic Alloys.....	92
<i>Щербаков И.Н., Иванов В.В.</i> Возможное влияние медьсодержащих модифицирующих добавок на frictionные свойства композиционных Ni-P покрытий.....	99	<i>Scherbakov I.N., Ivanov V.V.</i> The Possible Influence of Cooper Containing Modified Addings on to Frictional Properties of Compositional Ni-P Covers .....	99
<b>МЕТАЛЛУРГИЯ</b>		<b>METALLURGY</b>	
<i>Медведев Ю.Ю., Мецлер А.А., Симилейский Б.М., Егоров С.Н.</i> Алгоритм выбора технологических режимов получения горячедеформированных порошковых материалов.....	103	<i>Medvedev Yu.Yu., Metsler A.A., Simileisky B.M., Yegorov S.N.</i> The Algorithm of Choice Technological Modes of Getting Hot-Deformed Powder Materials .....	103
<i>Дорофеев Ю.Г., Михайлов В.В., Кривошеков В.О.</i> Магнитно-мягкий композиционный материал на основе железа для работы в переменных полях.....	107	<i>Dorofeev J.G. Mihailov V.V., Krivoshchekov V.O.</i> Magnetic-Soft Composite Material Based of Iron Intended for Work in Alternating Field.....	107
<i>Бессарабов Е.Н.</i> Теоретические предпосылки производства бездефектных двухслойных порошковых заготовок со слоями, имеющими направление, совпадающее с направлением прессования.....	110	<i>Bessarabov E.N.</i> Theoretical Production Background for Defect-Free Two-Layer Powder Blanks with Layers Having a Coinciding Direction with that of Pressing.....	110
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА</b>		<b>CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE</b>	
<i>Соболев В.В.</i> Математическое моделирование и оптимизация объемов земляных работ на строительной площадке.....	113	<i>Sobolev V.V.</i> Mathematical Modelling and Optimization of Volumes of Excavations on a Building Site.....	113
<b>ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ</b>		<b>HYDRAULIC STRUCTURES</b>	
<i>Меркулова Т.Н.</i> Особенности применения сооружений из композитных материалов в водохозяйственном строительстве.....	116	<i>Merkulova T.N.</i> Features of Application of Constructions Made of Composite Materials in the Construction of the Water .....	116
<b>ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ</b>		<b>ENVIRONMENTAL PROBLEMS</b>	
<i>Коршева А.С., Калинин П.В., Суржко О.А.</i> Математическое моделирование процесса обеззараживания сточных вод от яиц гельминтов в вакуум-эжекторе.....	122	<i>Korsheva A.S., Kalinin P.V., Surgko O.A.</i> Mathematical Modeling of the Process of Decontamination Wastewater from the Eggs of Helminthes in the Vacuum Ejector..	122
<i>Денисов В.В., Фесенко Л.Н., Денисова А.В., Паненко Н.Н.</i> Повышение эффективности гипохлоритной водоочистки в рамках диверсификации систем водоснабжения.....	125	<i>Denisov V.V., Fesenko L.N., Denisova A.V., Panenko N.N.</i> Efficiency Increase of Sodium Hypochlorite Water Purification as a Mean of Diversification of Water Supply ....	125
<b>ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ</b>		<b>SEMICONDUCTING MATERIALS</b>	
<i>Лозовский С.В., Лозовский В.Н., Валов Г.В., Яценко А.Н.</i> Островковые структуры, полученные методом микроразмерных ростовых ячеек.....	128	<i>Lozovsky S.V., Lozovsky V.N., Valov G.V., Yatchenko A.N.</i> Island Structures Generated by Technique of Microdimensional Growing Cells .....	128
<b>ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b>		<b>LIGHT INDUSTRY TECHNOLOGIES</b>	
<i>Голунов А.В., Варепо Л.Г., Ихлазов С.З.</i> К вопросу оценки неоднородности поверхности материалов для печати.....	132	<i>Golunov A.V., Varepo L.G., Ihlazov S.Z.</i> To the Question of the Estimation of Heterogeneity of the Surface of Materials for the Press.....	132
<i>Заушицына Е.В., Карабанов П.С., Косых В.П.</i> Исследование адгезионного контакта в клеевых соединениях рифленной поверхности формованных подошв.....	136	<i>Zaushitsyna E.V., Karabanov P.S., Kosyh V.P.</i> Adhesive Contact Analysis of the Seamy Surface Molded Soles During Extrusion Gluing.....	136
<i>Ларина Л.В., Юрченко В.И.</i> Математические модели процесса вакуумно-сорбционного увлажнения кож.....	140	<i>Larina L.V., Yurchenko V.I.</i> Mathematical Models of Leather Vacuum-Sorption Damping Process.....	140
<i>Лылова О.Н.</i> Оптимизация технологических процессов изготовления нити из натуральной кожи для формирования трикотажных полотен.....	145	<i>Lylova O.N.</i> The Optimization of the Technological Processes of Making Threads out of Natural Leather for Manufacture of Knitted Fabrics .....	145
<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ</b>		<b>ENTERPRISE ECONOMICS AND MANAGEMENT</b>	
<i>Напхоненко Н.В., Караева М.Р.</i> Генетический алгоритм – многофакторный метод оптимизации системы городских пассажирских перевозок.....	149	<i>Napkhonenko N.V., Karaeva M.R.</i> Genetic Algorithm - Multifactor Method of Urban Passenger Traffic Optimization .....	149
<b>НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ</b>		<b>SCIENTIFIC REPORTS</b>	
<i>Романенко Г.Н.</i> Математические методы в задачах управления и принятия решений.....	154	<i>Romanenko G.N.</i> Mathematical Methods for Management and Decision Making .....	154
<i>Бырылов И.Ф.</i> Прогнозирование скорости коррозии подземных трубопроводов.....	157	<i>Birilov I.F.</i> The Possibility of Predicting the Corrosion Rate of Buried Pipelines.....	157
<i>Попов В.М., Латынин А.В., Новиков А.П., Швырев А.Н.</i> Создание высокопрочных клеевых соединений металлических конструкций.....	160	<i>Popov V.M., Latynin A.V., Novikov A.P., Shvyrev A.N.</i> Creating a High-Adhesive Joints of Metal Structures.....	160
<i>Указатель материалов, опубликованных в журнале «Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки» в 2011 году.....</i>	163	<i>Directory of the materials, published in magazine «Higher School News. The North-Caucasian Region. Engineering Sciences» in 2011 .....</i>	163

УДК 681.511.4

## ОБХОД ЛОКАЛЬНЫХ МИНИМУМОВ ФУНКЦИИ ОШИБКИ ПРИ ДВИЖЕНИИ РОБОТА В НЕОПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДЕ

© 2011 г. В.Х. Пшихонов, А.С. Али

Технологический институт  
Южного федерального университета,  
г. Таганрог

Institute of Technology  
South Federal University,  
Taganrog

*В рамках позиционно-траекторного управления обсуждаются вопросы организации неустойчивых режимов движения мобильных роботов в неформализованных средах с близко расположенными препятствиями. Рассмотрены варианты расположения препятствий, в которых использование известных алгоритмов затруднено или невозможно. В работе предложена модифицированная процедура, использующая концепцию виртуальной целевой точки – при функционировании робота в зоне препятствий с использованием информации о расстоянии до препятствия, формируется виртуальная целевая точка. Эффективность предложенного подхода подтверждается моделированием и экспериментальными результатами.*

**Ключевые слова:** мобильный робот; система управления; обход препятствий; локальный минимум; неформализованные среды; планирование траекторий движения.

*In this work, the position-trajectory control is presented, discusses the organization of the unstable modes of motion of mobile robots in dynamic environments with convex obstacles. Considering the obstacles non stationary. The modified control algorithms, using the concept of a virtual target point when the robot was in the zone with obstacles; a virtual target point is created using the information on the distance to obstacles to avoiding contact of the mobile robot MR to the point of local minima. The effectiveness of the proposed approach is confirmed by simulation and experimental results.*

**Keywords:** mobile robot; control system; obstacle avoidance; local minima; unknown environments; path planning.

### Введение

В настоящее время мобильные роботы (МР) привлекают все большее внимание исследователей в связи с их широким применением. Мобильные роботы должны иметь возможность автономного функционирования в неструктурированных, динамичных, частично наблюдаемых и неопределенных средах. Некоторые современные подходы к конструированию систем управления автономных роботов, функционирующих в неформализованных средах, рассмотрены в работах [1 – 4].

Проблема локальных минимумов возникает, когда робот движется среди препятствий к желаемой цели без априорного знания окружающей среды, попадая в цикл. Это происходит в среде с вогнутыми препятствиями, лабиринтами и т.д.

В работе [5] представлены искусственные потенциальные поля (ИПП) для методов локального планирования перемещений. Хотя ИПП является одним из наиболее широко используемых методов, в то же время он имеет некоторые недостатки из-за локальных минимумов, а также колебаний в области препятствий [6].

В работах [1, 7, 8] представлен подход к управлению подвижными объектами и в динамических средах на базе позиционно-траекторного управления и использования неустойчивых по расстоянию до препятствия режимов. Предложенное решение позволяет снизить требования к подсистеме планирования, но

существуют ситуации, в которых робот не может выйти из режима неустойчивого движения.

В последние годы было предложено множество решений проблемы локальных минимумов, были получены значительные результаты [9 – 11]. Но многие решения применимы только в простых и частных ситуациях, либо не подходят для динамических сред.

В представляемой работе используется концепция виртуальной целевой точки – при функционировании робота в зоне препятствий создается виртуальная целевая точка, координаты которой определяются расстоянием до препятствия.

### Математическая модель робота и позиционно-траекторное управление

Пусть модель динамики робота и его кинематические свойства описываются системой следующих дифференциальных уравнений [8]:

$$\dot{X} = M^{-1}(F_u - F_d - F_v); \quad (1)$$

$$\dot{Y} = \Sigma(\Theta, X) = \begin{pmatrix} \Sigma_P(\Theta, X) \\ \Sigma_\Theta(\Theta, X) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где  $X$  –  $m$ -вектор внутренних координат;  $M$  –  $(m \times m)$  – матрица массоинерционных параметров, элементами которой являются масса, моменты инерции, присоединенные массы МР;  $F_u(X, Y, \delta, l)$  –  $m$ -вектор управляющих сил и моментов, здесь  $l$  – вектор конструктивных параметров;  $F_d(X, Y, l)$  –  $m$ -вектор нелиней-

ных элементов динамики МР;  $F_v$  –  $m$ -вектор измеряемых и неизменяемых внешних возмущений;  $Y = (P, \Theta)^T$  –  $n$ -вектор положения  $P$  и ориентации  $\Theta$  связанной системы координат относительно базовой,  $n \leq 6$ ;  $\Sigma(\Theta, X)$  –  $n$ -вектор кинематических связей;  $\Sigma_p(\Theta, X)$  –  $v$ -вектор линейных скоростей связанной системы координат относительно базовой;  $\Sigma_\omega(\Theta, X)$  –  $(n-v)$ -вектор угловых скоростей связанной системы координат относительно базовой.

Как показано в работе [7], все множество требований к установившемуся режиму движения мобильного робота в пространстве  $R^{n \times n}$  базовых координат  $Y$  и скоростей  $\dot{Y}$  в общем случае может быть представлено в виде вектор-функции  $\Psi$  базовых координат и углов ориентации, а также их производных вида

$$\Psi = \Psi_{tr} + \bar{A}\Psi_{ck} = 0, \quad (1)$$

где

$$\Psi_{tr} = \begin{bmatrix} P^T A_{11}(t)P + A_{12}(t)P + A_{13}(t) \\ 0 \end{bmatrix};$$

$$\Psi_{ck} = J_s \dot{Y} + I_t + \bar{V} = 0;$$

$$\dim \Psi_{tr} = \dim \Psi_{ck} = v + \mu = m, \quad \bar{V} = \begin{bmatrix} 0 & V^2 - V^{*2} \end{bmatrix}^T;$$

$$J_s = \begin{bmatrix} -k(t) & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad J_t = \begin{bmatrix} -k(t)x & +y & -\dot{b}(t) \\ & 0 & \end{bmatrix}.$$

Здесь  $\bar{A}$  – блочная диагональная матрица коэффициентов,  $\dim A = (m \times m)$ ;  $A_{ij}$  – матрицы коэффициентов соответствующей размерности, формируемые планировщиком перемещений на основе данных сенсорных систем и определяющие вид нестационарной траектории;  $V$ ,  $V^*$  – скорость МР и ее желаемое значение.

В работах [7, 8] были синтезированы законы формирования управляющих воздействий, стабилизирующие многообразия (1), вида:

$$F_u = -M(\bar{T}\bar{A}K_0)^{-1} (K_1 \dot{Y} + K_2(t) + \bar{A}\bar{V} + \Psi_{tr}) + F_d + \hat{F}_v, \quad (2)$$

где  $\bar{T}$ ,  $\bar{A}$ ,  $K_0$ ,  $K_1$  – матричные функциональные коэффициенты, полученные из условий устойчивости траекторий (1).

Основная идея предложенного подхода к структурно-алгоритмической реализации системы управления мобильным роботом заключается в использовании управляющих воздействий (2), стабилизирующих траектории (1) в зонах, свободных от препятствий, и в применении третьей теоремы Ляпунова (теорема о неустойчивости) при нахождении робота в зоне стационарных или нестационарных препятствий на расстоянии меньше допустимого. Согласно [1], бифуркационный параметр определяется следующим образом:

$$\beta = \sum_i |R_c - R| - \sum_j (R_c - R), \quad (3)$$

где  $j$  – количество ближайших точек, находящихся в зоне действия сенсорной системы робота и принадле-

жащих одному или нескольким препятствиям. В соответствии с [8], элементы диагональных матриц  $\bar{T}$ ,  $\bar{A}$ , в (2) зададим в виде следующей функции:

$$s_i = \begin{cases} s_0 = \text{const} > 0, & \text{при } \beta = 0; \\ -\frac{1}{\beta}, & \text{при } \beta \neq 0, \end{cases}$$

здесь  $s_0$  задает характер движения в свободной от препятствий зоне.

Предложенная процедура организации движений МР в неформализованных средах позволяет снизить требования к подсистеме планирования и сенсорной поддержке.

Однако возможны ситуации такого расположения препятствий, представленных на рис. 1, где МР не в состоянии достичь целевой точки.

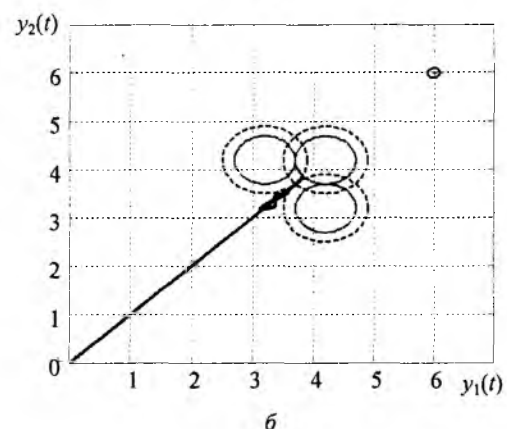
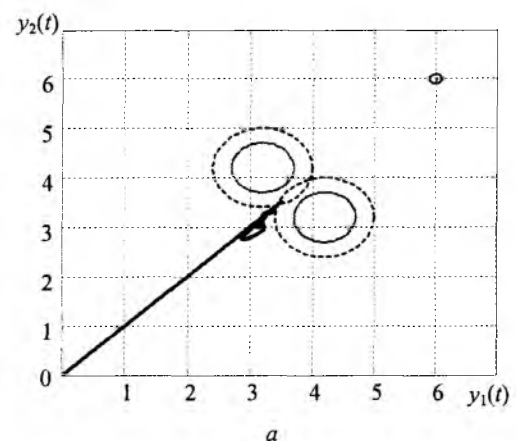


Рис. 1. Движение робота в точку  $A_f$  в случае близко расположенных препятствий (варианты а, б)

### Организация движений МР в случае близко расположенных препятствий

Рассмотрим задачу организации МР из произвольной точки  $A_0(x_0, y_0)$  в заданную целевую точку  $A_f(x_f, y_f)$  в неформализованной среде с близко расположенными препятствиями с выполнением условий:  $R_c \geq R$ ,  $c = 1, k$ , где  $k$  – количество ближайших точек, принадлежащих одному или нескольким препятствиям,  $R$  – константа, задающая допустимое кратчайшее

расстояние от характерной точки МР до любого из препятствий  $\Pi_j$ .

На основе предыдущих работ авторов [1, 8] в работе предложена модифицированная процедура управления МР, использующая концепцию виртуальной целевой точки.

Основная идея предлагаемого подхода к структурно-алгоритмической реализации системы управления мобильного робота (МР) заключается в использовании управляющих воздействий (2), стабилизирующих заданные траектории (1) в зонах, свободных от препятствий, и в зоне виртуальной целевой точки. При неравенстве нулю бифуркационного параметра заданные траектории становятся неустойчивыми (2).

Вводится функция ошибки вида

$$F = (x_f - x)^2 + (y_f - y)^2,$$

где  $x, y$  – координаты положения МР;  $x_f, y_f$  – координаты положения целевой точки.

Виртуальная целевая точка формируется из координат исходной целевой точки посредством поворота вектора  $[x_f, y_f]$  на угол  $\gamma$ . Величина угла  $\gamma$  является функцией от бифуркационного параметра  $\beta$ , зависящего от расстояния между роботом и препятствием, вида:  $\gamma = \beta$ , причем преобразование задается следующим выражением:

$$\begin{bmatrix} x_{f\_v} \\ y_{f\_v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & -\sin(\gamma) \\ \sin(\gamma) & \cos(\gamma) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_f \\ y_f \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где  $x_{f\_v}, y_{f\_v}$  – координаты виртуальной целевой точки.

Выбор типа регулятора и управление параметрами его настройки в соответствии с целью движения и сенсорной информацией осуществляется планировщиком, алгоритм работы которого поясняется на рис. 2.

После инициализации системы управления блок  $R$  определяет расстояния  $R_c$  и вычисляет, в соответствии с выражением (3), значение бифуркационного параметра  $\beta$ , которое передается в планировщик для формирования элементов матриц  $T$  и  $A$ .

Планировщик формирует также следующие параметры движения: координаты целевой точки  $A_f$ , элементы матриц  $A$ , определяющих требования к установившимся движениям МР, желаемую скорость перемещения объекта  $V^*$ . Регулятор управляющих воздействий, полученных в соответствии с выражением (2) от планировщика, формирует управляющие воздействия  $F_u$ , которые подаются на исполнительные механизмы МР и обеспечивают его движение вдоль прямой, соединяющей начальное положение МР с точкой  $A_f$ . В случае нарушения условия  $|\beta| > 0,01$ , МР переходит в режим виртуальной целевой точки. На рис. 3 представлены преобразования целевой точки в виртуальную с использованием выражения (4).



Рис. 2. Алгоритм работы планировщика

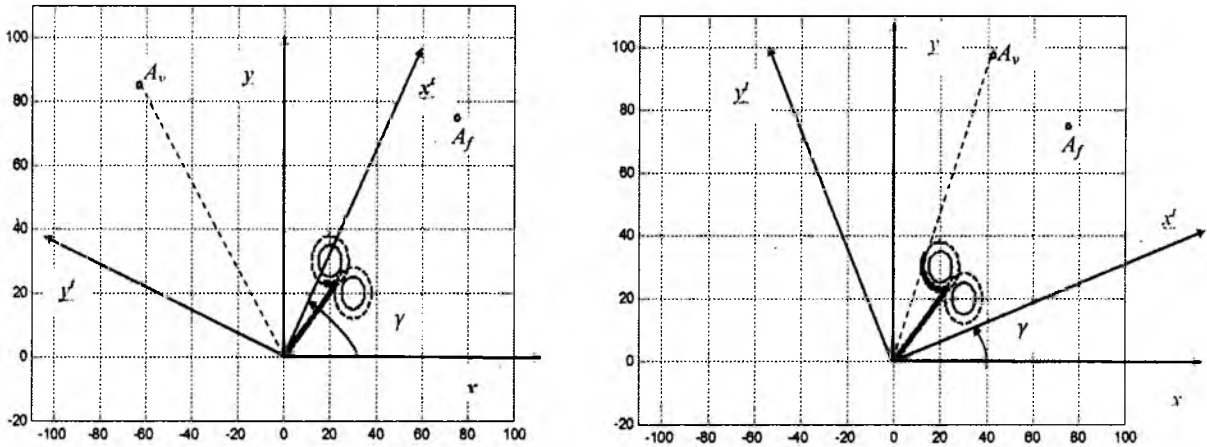


Рис. 3. Графическое представление преобразования целевой точки в виртуальную

**Моделирование результатов**

Пусть кинематическая схема МР «Скиф-3», имеет два независимо управляемых задних колеса и свободное переднее колесо.

С учетом динамики сервоприводов [8], математическая модель робота «Скиф-3» имеет вид

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0,5r & 0,5r \\ -\frac{ar}{2b} & \frac{ar}{2b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_L \\ \omega_R \end{bmatrix};$$

$$\dot{\alpha} = \frac{r}{2b}(\omega_R - \omega_L);$$

$$\dot{W} = T_H(W - K_H U),$$

где  $x, y$  – координаты робота,  $\alpha$  – угол ориентации робота,  $\omega_L, \omega_R$  – угловые скорости вращения колес робота,  $r$  – радиус колес,  $a$  и  $b$  – кинематические параметры шасси,  $T_H, K_H$ , – диагональные  $(2 \times 2)$  – матрицы, соответственно, постоянных времени и коэффициентов передачи инерционных звеньев,  $W$  – вектор управлений,  $W = [\omega_L \ \omega_R]^T$ .

На рис. 4 представлены результаты моделирования движения мобильного робота в неформализован-

ной среде с близко расположенными препятствиями, с использованием изложенных процедур.

**Результаты экспериментов с использованием мобильного робота «Скиф-3»**

Эксперимент был проведен с помощью мобильного робота «Скиф-3», в режиме реального времени, с использованием операционной системы QNX Neutrino 6.3.

Робот имеет так называемую роляную кинематическую схему, т.е. два независимо управляемых задних колеса и свободное поворотное переднее колесо. Низкоуровневый контроллер на базе МК Amel осуществляет управление электрическими двигателями, получая данные от фотоимпульсных датчиков оборотов колес. Алгоритмы управления реализуются на бортовом одноплатном промышленном компьютере на базе процессора Celeron 1,6 GHz. Сенсорная подсистема состоит из ультразвуковых датчиков SRF05 [12]. Структура аппаратной части робота представлена на рис. 5.

Ультразвуковой датчик посылает на бортовой компьютер сигнал, величина которого пропорциональна расстоянию до препятствия.

На рис. 6 представлены результаты экспериментов при управлении движением робота в среде с препятствиями.

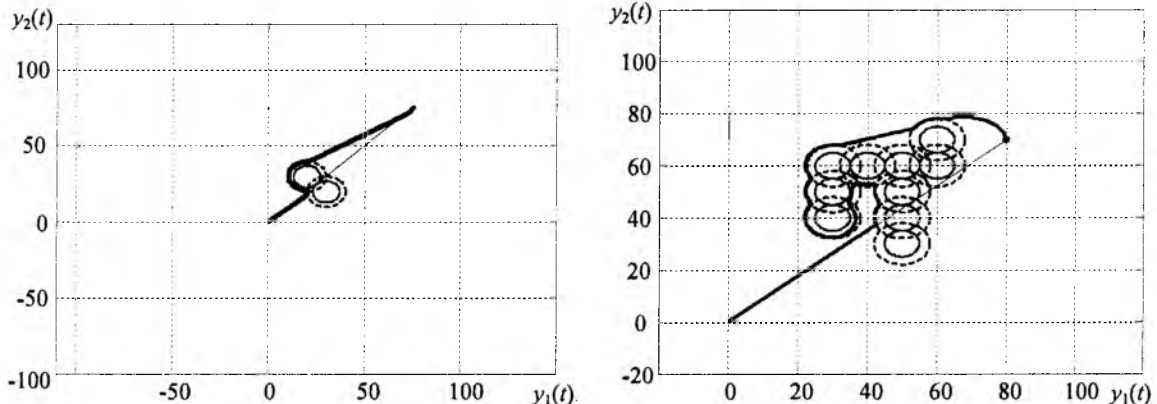


Рис. 4. Моделирование траектории движения мобильного робота

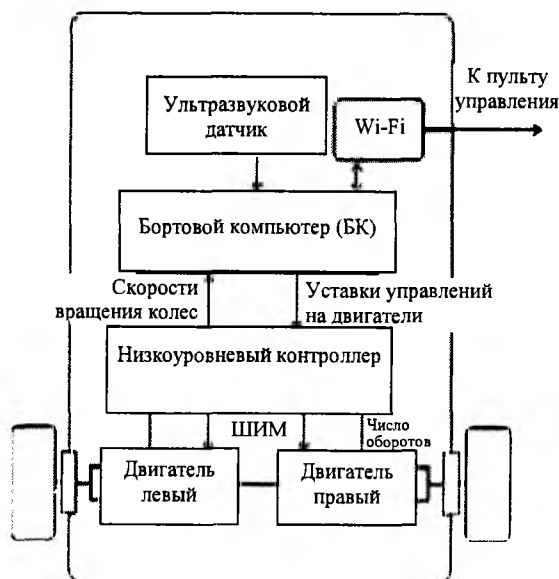
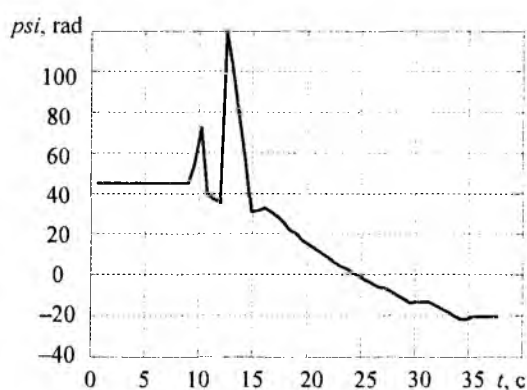
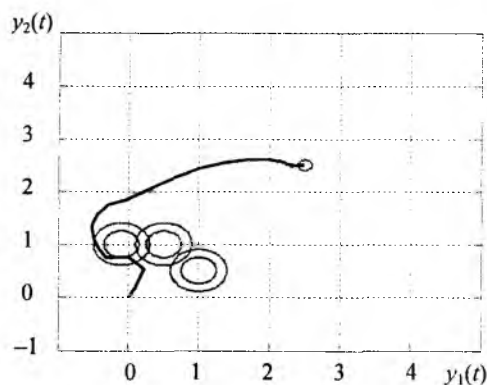
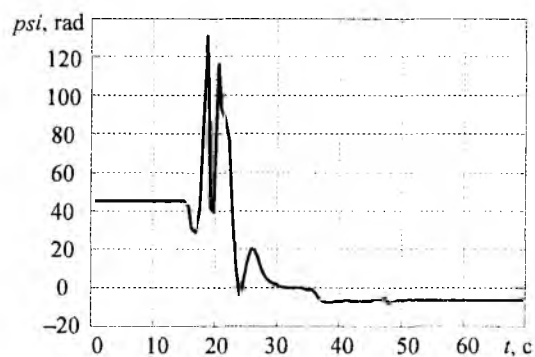
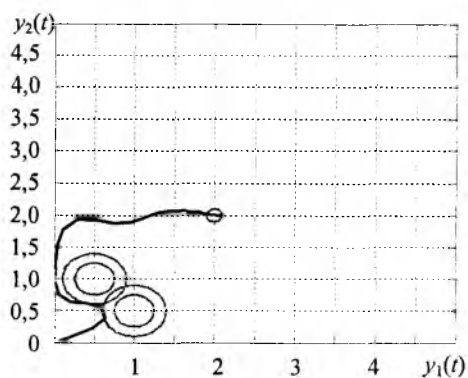


Рис. 5. Структура аппаратной части и внешний вид мобильного робота «Скиф-3»



*a*

*б*

Рис. 6. Движение робота в среде с близко расположенными препятствиями:  
*a* – траектория движения; *б* – графики изменения угла рысканья

### Вывод

Предлагаемая в работе процедура формирования виртуальной целевой точки на основе бифуркационного параметра позволяет организовать движение МР в неформализованной среде с обходом локальных минимумов функции ошибки. Применяемый алгоритм

не требователен к вычислительным ресурсам, может быть реализован в реальном времени с использованием простых сенсоров.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 10-08-00219а.*

## Литература

1. *Пшихопов В.Х.* Управление подвижными объектами в априори неформализованных средах // Изв. ЮФУ. Техн. науки. Таганрог, 2008. № 12. С. 6 – 19.
2. *Jiang L., Deng M.* Obstacle avoidance and motion control of a two Wheeled mobile robot using SVR technique // Int. J. of Innovative Computing, Information and Control. 2009. Vol. 5, № 2. P. 253 – 262.
3. *Mester G.* Motion Control of Wheeled Mobile Robots // Proceedings of 4th Serbian-Hungarian Joint Symposium on Intelligent Systems. 2006. P. 119 – 130.
4. *Soumare S., Ohya A., Yuta S.* Real-Time Obstacle Avoidance by an Autonomous Mobile Robot using an Active Vision Sensor and a Vertically Emitted Laser Slit // Intelligent Autonomous Systems-7. 2002. P. 301 – 308.
5. *Khatib O.* Real-time Obstacle Avoidance for Manipulators and Mobile Robot // Int. J. Robotics Research. 1986. Vol. 5. № 1. P. 90 – 98.
6. *Koren Y., Borenstein J.* Potential Field Methods and Their Inherent Limitations for Mobile Robot Navigation // Proc. of the IEEE Conference on Robotics and Automation, Sacramento, April. 1991. P. 1398 – 1404.
7. *Пшихопов В.Х.* Аттракторы и репеллеры в конструировании систем управления подвижными объектами // Изв. ТРТУ. Перспективные системы и задачи управления: темат. вып. Таганрог, 2006. № 3 (58). С. 117 – 123.
8. *Пшихопов В.Х.* Организация репеллеров при движении мобильных роботов в среде с препятствиями // Мехатроника, автоматизация, управление. 2008. № 2. С. 34 – 41.
9. *Hsuan Chang.* A New Technique To Handle Local Minimum For Imperfect Potential Field Based Motion Planning// Proc of the 1996 IEEE Intern. Conf. on Robotics and Automation Minneapolis, Minnesota, April 1996.
10. *Motlagh O., Hong T.S., Ismail N.* Development of a new minimum avoidance system for a behavior-based mobile robot // Fuzzy Sets and Systems. 2008.
11. *Caselli S., Reggiani M., Rocchi R.* Heuristic methods for randomized path planning in potential fields // Proceedings of 2001 IEEE Intern. Symp. on Computational intelligence in Robotics and Automation. July 29 – August. Banff, Alberta, Canada. 2001. 1.
12. <http://www.robot-electronics.co.uk/htm/srf05tech.htm>

Поступила в редакцию

19 сентября 2011 г.

**Пшихопов Вячеслав Хасанович** – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Электротехника и мехатроника», Технологический институт Южного федерального университета. Тел. 37-16-94. E-mail: pshichop@rambler.ru

**Али Ахмед Саад** – аспирант, кафедра «Электротехника и мехатроника», Технологический институт Южного федерального университета. Тел. 37-16-94. E-mail: ahmadsaad01@yahoo.com

**Pshichopov Vjacheslav Hasanovich** – Doctor of Technical Sciences, professor, head of department «Electrical Technology and Mechatronics», Institute of Technology South Federal University. Ph. 37-16-94. E-mail: pshichop@rambler.ru

**Ali Ahmed Caad** – post-graduate student, department «Electrical Technology and Mechatronics», Institute of Technology South Federal University. Ph. 37-16-94. E-mail: ahmadsaad01@yahoo.com



## УКАЗАТЕЛЬ МАТЕРИАЛОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ» В 2011 ГОДУ

### УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

<i>Булатников А.А., Булатникова И.И.</i> Цифровые интерполяторы криволинейных траекторий .....	2
<i>Булгаков А., Бертрам Т., Горчаков В., Касаткин А.</i> Разработка мобильного робота для технологических процессов в строительстве.....	6
<i>Валюкевич Ю.А., Аленко А.В.</i> Планирование траектории перемещения манипулятора с подвесом схвата на гибких звеньях (Часть 1).....	6
<i>Воронов А.Ю., Лагутин Р.П., Кузнецова А.В.</i> Программный комплекс для защиты программного обеспечения от вредоносных действий пользователя.....	5
<i>Гавриков М.М., Синецкий Р.М.</i> Построение и исследование реализационных критериев структурной аппроксимации образов регулярных фазовых процессов .....	6
<i>Гайджуров П.П., Исхакова Э.Р.</i> Билинейный четырехузловой конечный элемент для решения двумерных задач теории упругости.....	4
<i>Голубев А.А., Игнатьев В.К.</i> Исследование микротопологии магнитных полей структурных неоднородностей в ферромагнитных материалах .....	6
<i>Гуда А.Н., Калинин Т.С., Чернов А.В.</i> Реализация надежного программного обеспечения задач технической диагностики информационно-управляющих систем.....	4
<i>Гузик В.Ф., Чумаченко А.В.</i> Статистический метод оптимизации локальных алгоритмов установления пиксельных соответствий на стереопарах.....	4
<i>Елисеев И.Н., Елисеев И.И.</i> Теоретическое обоснование алгоритма расчёта латентных переменных программным комплексом RILP-2 на основе модели рейтинговой шкалы .....	4
<i>Елисеев И.Н.</i> Теоретические основы алгоритма расчёта латентных переменных программным комплексом RILP-2.....	3
<i>Иванченко Ю.С., Деменко А.В.</i> Пьезоакустический датчик на ПАВ.....	5
<i>Клименко И.В.</i> Метод выбора инструментального средства для разработки программного обеспечения .....	4
<i>Клименко И.В.</i> Нормализация отношений методом задачи о наименьшем покрытии .....	6
<i>Клименко И.В.</i> Разработка методики обработки запросов в двухпроцессорной технике .....	5
<i>Кобак В.Г., Титов Д.В., Калюка В.И., Золотых О.А.</i> Исследование эффективности генетических алгоритмов распределения для однородных систем при кратности заданий количеству устройств .....	3
<i>Макаров Ю.Н., Строев А.А.</i> Методика построения моделей функционирования систем космических средств.....	2
<i>Маликов А.В., Целиковский А.С.</i> Алгоритм обнаружения фактов дублирования информации в документированных результатах самостоятельной учебной деятельности студентов, устойчивый к незначительным изменениям текста.....	4
<i>Панюшкин Н.Н.</i> Микроуровневая модель ионизационного тока $p$ - $n$ перехода .....	4
<i>Перминов А.Н., Макаров Ю.Н.</i> К определению методологии системных исследований сложных организационно-технических систем, функционирующих при ограниченных ресурсах .....	3
<i>Пицхопов В.Х., Али А.С.</i> Обход локальных минимумов функции ошибки при движении робота в неопределенной среде.....	6

<i>Уманский В.И.</i> Решение задачи интеграции спутниковых и инерциальных навигационных систем на основе теории нелинейной фильтрации .....	4
<i>Хорошко М.Б.</i> Модификация алгоритма булевого поиска.....	3
<i>Шербань И.В., Кривошеев Г.В., Григорян М.А.</i> Строительство модернизированной первичной сети связи военного округа на основе использования атмосферных оптических систем .....	3
<i>Яцун С.Ф., Лупехина И.В., Рукавицын А.Н.</i> Исследование управляемого движения прыгающего миниробота .....	2

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<i>Гайджуров П.П., Исхакова Э.Р.</i> Расчет изгибаемой подкрепленной пластины методом конечных элементов .....	3
<i>Гайджуров П.П., Исхакова Э.Р.</i> Тестирование двумерных квадратичных конечных элементов при моделировании изгиба плоских стержней большой кривизны .....	6
<i>Елисеев И.Н., Шрайфель И.С.</i> Модель оценивания латентных параметров дихотомической модели Раша.....	6
<i>Замятин А.В.</i> Формообразование поверхностей на основе аппарата качения сферы по поверхностям общего вида .....	1
<i>Лопатин М.Л., Балабаев С.Л.</i> Комплекс реконструкции трехмерных моделей объектов .....	1
<i>Макаров Ю.Н.</i> Теоретико-игровые принципы оптимизации управления процессами функционирования системы космических средств социально-экономического и научного назначения.....	1
<i>Панюшкин Н.Н.</i> Моделирование параметров полупроводника при воздействии кратковременных ионизационных эффектов.....	3
<i>Пепеляев А.А.</i> Моделирование взрыва бытового газа в кирпичном здании .....	1
<i>Плотников Д.А.</i> Усовершенствованный метод вычисления логических функций.....	1
<i>Сахарова Л.В.</i> Исследование разрешающей способности изоэлектрического фокусирования методами математического моделирования.....	6
<i>Свердлик Г.И., Рево А.А., Каменецкий Е.С., Орлова Н.С.</i> Сравнение результатов экспериментов и математического моделирования виброоживленного слоя .....	1
<i>Соболев В.В.</i> Математическое моделирование и оптимизация последовательности возведения объектов по критерию времени .....	3
<i>Соколов С.В., Кучеренко П.А.</i> Нелинейные вероятностные критерии в задаче оптимального оценивания параметров дискретных стохастических систем .....	1

## РОБОТОТЕХНИКА И МЕХАТРОНИКА

<i>Адамов Б.И.</i> Нелинейная стабилизация движения одноколесного робота.....	1
<i>Бертрам Т., Газаров К.Н., Кучерова А.В., Ланкин М.В., Рудерман М.</i> Установка для испытаний современных магнитострикционных материалов и устройств с их использованием .....	4
<i>Булгаков А.Г., Пруглов А.В.</i> Принципы построения гибких мобильных производственных линий.....	1
<i>Крапивин Д.М., Токмаков Г.Е.</i> SCM-логистика и мехатронные системы.....	1
<i>Михайлов Д.В., Панкратьева Г.В.</i> К задаче динамики шарового робота .....	1
<i>Смелягин А.И., Бабенко Е.В.</i> Моделирование структуры роботов и манипуляторов .....	1

## ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

<i>Амерханов Р.А., Бутузов В.В.</i> Анализ эффективности конструктивных элементов солнечных коллекторов .....	1
---	---

<i>Амерханов Р.А., Бутузов В.А., Брянцева Е.В.</i> Опыт и условия эксплуатации и оптимизации гелио-энергетических установок в Краснодарском крае.....	3
<i>Амерханов Р.А., Гарькавый К.А.</i> К вопросу эргономики в теплоэнергетике .....	2
<i>Амерханов Р.А., Гарькавый К.А.</i> Моделирование нестационарных процессов в гелиосистеме .....	4
<i>Васильев А.М., Денисов В.В., Манжина С.А., Головня Е.В.</i> Диверсификация газовой электростанции – основа развития агропромышленного комплекса .....	1
<i>Гаврилова А.А.</i> Системный анализ режимов работы вспомогательного оборудования теплоэлектро-центральной, оценка эффективности применения регулируемого привода .....	6
<i>Гаджиев Г.М.</i> Гидроэнергетические ресурсы бассейна реки Терек.....	1
<i>Гринченков В.П., Большенко А.В.</i> Технологический источник тока для процесса микроплазменного оксидирования.....	4
<i>Ефимов Н.Н., Ощепков А.С., Рыжков А.В., Шафорост Д.А.</i> Способ повышения активности окислителя в процессах воспламенения и горения твердых топлив .....	6
<i>Журбин Т.Е., Соколик Н.В., Черненко А. С.</i> Минимизация расхода энергетического ресурса при обнаружении и сопровождении воздушных целей.....	2
<i>Кариб КВ., Селезнев Д.В., Милованов О.Ю., Исъямин Р.Л., Кузьмин С.Н.</i> Экономия затрат на топливо и экологическая оценка сжигания отходов углеобогащения в топках отопительных котлов с кипящим слоем.....	2
<i>Климов Е.А., Лобов Б.Н., Медведев В.В., Пузин В.С., Хорошев А.С.</i> Особенности проектирования индукционного датчика углового положения ротора для синхронного микродвигателя.....	5
<i>Колпахчян П.Г., Лавронова Л.И.</i> Энергоэффективность различных способов регулирования электропривода группы насосных агрегатов .....	6
<i>Кравченко Г.М.</i> Определение расхода теплоносителя в зависимых схемах теплоснабжения .....	5
<i>Нагай И.В.</i> Обеспечение функций дальнего резервирования релейной защиты трансформаторов в условиях продольно-поперечной несимметрии .....	5
<i>Павленко А.В., Большенко А.В., Пузин В.С., Васюков И.В.</i> Источник питания для устройств микро-дугового оксидирования.....	1
<i>Павленко А.В., Гильмияров К.Р.</i> Управление резонансным электромагнитным приводом клапана газораспределительного механизма двигателя внутреннего сгорания с использованием методов нечеткой логики.....	4
<i>Павленко А.В., Пузин В.С., Гуммель А.А., Батищев Д.В., Щучкин Д.А., Медведев В.В., Воронов А.Ю.</i> Программное обеспечение подсистемы контроля состояния стальных канатов полярного крана атомной электростанции.....	4
<i>Петрова В.Ю.</i> Формализация методики расчета переходного режима электроэнергетического объекта .....	3
<i>Петушков М.Ю.</i> Тепловая модель асинхронного двигателя .....	4
<i>Посашков М.В., Немченко В.И.</i> Оценка энергоэффективности многоквартирного дома на стадии проектирования .....	3
<i>Сташинов Ю.П., Сметанников П.К.</i> Микроконтроллерная реализация двухфазного широтно-частотного импульсного регулирования мощности в цепях постоянного тока с минимальными пульсациями тока источника питания .....	6
<i>Украинцев А.В., Нагай В.И.</i> Способ выявления поврежденного элемента при замыканиях на землю в радиальных распределительных сетях напряжением 6 – 35 кВ.....	5
<i>Яценко Е.А., Косарев А.С., Смолий В.А., Дзюба Е.Б.</i> Изучение зависимости химсостава золошлаковых отходов от химсостава исходного твердого топлива и способов его сжигания.....	6
<i>Rosenbaum S., Goj B., Hampf S., Ditttrich L., Str iihla T., Hoffmann M.</i> BatchMag - Konzepte fur Ventile der Zukunft. <i>Розенбаум З., Той Б., Хампл Ш., Диттрих Л., Штрела Т., Хоффман М.</i> BatchMag - концепция электромагнитных вентилях будущего .....	1

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Адигамов К.А., Черненко Г.В., Фетисов В.М.</i> Способ повышения производительности вертикального шнекового конвейера .....	4
<i>Бородай А.В.</i> О структуре и кинетике трибосистем .....	6
<i>Быкадор В. С.</i> Влияние динамики на характеристики сверления глубоких отверстий .....	2
<i>Варавка В.Н., Кудряков О.В., Медников Ал.Ф., Ирха В.А.</i> Закономерности и параметры каплеударной эрозии титановых сплавов .....	6
<i>Егоров И.Н., Егоров Н.Я., Лянгузов Н.В.</i> Тонкое измельчение ферромагнитных материалов в бильной мельнице.....	1
<i>Ершов Ю.В., Ковалев В.Н., Падалко А.П.</i> Построение графа планетарной передачи К-Н-V с промежуточными телами качения .....	1
<i>Гончарова О.Н.</i> Влияние содержания никеля на твердость и пористость инфильтрованных бронзой порошковых материалов железо – никель .....	5
<i>Жердицкий Н.Т., Передерий В.Г., Жердицкая Н.Н., Лопаткин Д.В.</i> Порошковое уплотнение сопряжения ведущий вал – лабиринтная втулка гидромеханической передачи .....	3
<i>Заковоротный В.Л., Фом Динь Тунг, Нгуен Суан Тьем.</i> Математическое моделирование и параметрическая идентификация динамических свойств подсистем инструмента и заготовки при точении .....	2
<i>Заковоротный В.Л., Фам Динь Тунг.</i> Особенности преобразования траекторий исполнительных элементов токарного станка в траектории формообразующих движений инструмента относительно заготовки .....	4
<i>Заковоротный В.Л., Фам Динь Тунг.</i> Свойства стационарных многообразий, формируемых в окрестности точки равновесия динамической системы резания .....	6
<i>Заковоротный В.Л., Фам Динь Тунг.</i> Частотные свойства преобразования траекторий исполнительных элементов токарного станка в траектории формообразующих движений инструмента относительно заготовки .....	5
<i>Иванов В.В., Щербаков И.Н.</i> Моделирование антифрикционных свойств композиционных покрытий с учетом вероятных конфигураций межфазных границ.....	3
<i>Иванов В.В., Щербаков И.Н., Таланов В.М.</i> Структурные коды неорганических смазочных материалов как возможных компонентов композиционных покрытий с антифрикционными свойствами .....	2
<i>Каргин Р.В.</i> Классификация машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов .....	2
<i>Короткин В.И., Газзаев Д.А., Сухов Д.Ю.</i> Контактная напряжённость прямых зубьев эвольвентных зубчатых передач в условиях перекосов в зацеплении .....	4
<i>Короткин В.И., Колосова Е.М., Онишков Н.П.</i> Влияние силы трения в контакте на напряжённое состояние в галтели прямых зубьев эвольвентных зубчатых передач.....	3
<i>Кукоз В.Ф., Асцатуров Ю.Г., Ременцов А.В., Хулла М.В.</i> Разработка эффективных устройств для трибомониторинга узлов машин и механизмов.....	5
<i>Лутова Е.В.</i> Методы автоматизированного выбора технологических баз и схем закрепления для корпусных деталей при 2,5 координатной обработке на фрезерных станках с ЧПУ .....	5
<i>Овсенко Е.С.</i> Технологическая наследственность, остаточные напряжения и деформации мало жестких деталей типа дисков .....	1
<i>Овсенко Е.С.</i> Поверхностный слой мало жестких деталей, упрочненных методами поверхностного пластического деформирования.....	2
<i>Озерский А.И., Иванов И.А., Бабенков Ю.И.</i> Модель рабочего процесса дизеля на водотопливных эмульсиях .....	6
<i>Озерский А.И.</i> Модель гидромфуты с асинхронным электрическим двигателем .....	5

<i>Павлов Е.И.</i> Обоснование выбора параметров рифления внутренней поверхности корпуса вертикального винтового конвейера .....	5
<i>Первухин М.В., Физуровский Д.К., Сергеев Н.В., Головенко Е.А., Хацаюк М.Ю.</i> Быстрая кристаллизация высоколегированных алюминиевых сплавов в электромагнитном поле .....	2
<i>Рудь А.В., Олигов Ю.Б.</i> Метод выбора рационального угла наклона шнековой лопасти винтового конвейера .....	5
<i>Рылов Ю.Б., Ульянова М.А., Дворецкий СИ, Родаев В.В.</i> Исследования морфологии ферратов (VI) щелочных металлов, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.....	2
<i>Селевцова И.В.</i> Влияние технологии изготовления заготовок деталей на качество изделий в машиностроении.....	2
<i>Сорокина Е.В.</i> Влияние сопротивления перемещению несущего каната относительно башмаков линейных опор канатной дороги на его прочность.....	3
<i>Фан Ван Туан.</i> Математическая модель пружинного маятника с сухим трением .....	4
<i>Хальфин М.Н., Подуст С.С., Шагеев Р.К., Иванов Б.Ф.</i> Влияние неравномерности распределения нагрузок на деформацию канатного рабочего органа винтового конвейера .....	3
<i>Щербаков И.Н., Иванов В.В.</i> Анализ возможных модификаторов для получения композиционных Ni-P покрытий с антифрикционными свойствами .....	5
<i>Щербаков И.Н., Иванов В.В.</i> Возможное влияние медьсодержащих модифицирующих добавок на фрикционные свойства композиционных Ni-P покрытий.....	6

## ТРАНСПОРТ

<i>Каргин Р.В.</i> Повышение эффективности системы эксплуатации кузовных мусоровозов .....	5
<i>Коропец П.А.</i> Границы устойчивости тягового привода локомотива в режиме буксования.....	5
<i>Короткий А.А., Маслов В.Б., Маслов Д.В., Панфилов А.В.</i> Метод проектирования и анализа трассы канатного метро .....	3
<i>Мотузка Д.А., Белокуров С.В., Мотузка В.А.</i> Модели прогнозирования оптимальной стратегии эксплуатации и замены маршрутного пассажирского автотранспорта .....	5
<i>Озябкин А.Л.</i> Оптимизация упруго-диссипативных связей и тяговых характеристик фрикционных мобильных систем.....	5
<i>Передерий В.Г., Шкрет Л.Я., Брагинец В.А., Лобков А.Н., Кириченко А.Е.</i> Определение количества газового топлива в баллонах автомобилей .....	5
<i>Тамадаев В.Г., Негинский Л.М., Харченко Е.В.</i> Использование природного газа – решение экологических проблем отечественного автотранспорта .....	5

## МЕТАЛЛУРГИЯ

<i>Бессарабов Е.Н.</i> Теоретические предпосылки производства бездефектных двухслойных порошковых заготовок со слоями, имеющими направление, совпадающее с направлением прессования .....	6
<i>Дорофеев Ю.Г., Михайлов В.В., Кривошеков В.О.</i> Магнитномягкий композиционный материал на основе железа для работы в переменных полях .....	6
<i>Медведев Ю.Ю., Мецлер А.А., Симилейский Б.М., Егоров С.Н.</i> Алгоритм выбора технологических режимов получения горячедеформированных порошковых материалов .....	6

## СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

<i>Галенко А.А., Верченко А.В.</i> Совершенствование технологии производства керамических строительных материалов однократного обжига.....	4
<i>Довженко И.Г.</i> Оценка влияния технологических параметров на свойства керамического кирпича с использованием сталеплавильного шлака .....	2

<i>Замятин А.В.</i> Алгоритм построения линии пересечения поверхностей общего вида.....	2
<i>Кашеварова Г.Г., Зобачева А.Ю., Фатов И.Н.</i> Совершенствование методики расчета соединительных узлов деревянных арочных конструкций на стальных цилиндрических нагелях .....	1
<i>Кашеварова Г.Г., Зобачева А.Ю., Фатов И.Н.</i> Экспериментально-теоретические исследования устойчивости и верификация расчетных моделей большепролетных деревянных арок.....	2
<i>Крахмальная М.П.</i> Система мониторинга состояния трещин зданий.....	4
<i>Рождов И.Н., Шеметов П.Н., Фесенко Л.Н.</i> Реконструкция водного хозяйства производства силикатного кирпича.....	4
<i>Соболев В.В.</i> Математическое моделирование и методы оптимизации в проектировании организации строительства.....	1
<i>Соболев В.В.</i> Математическое моделирование и оптимизация выбора стреловых кранов .....	2
<i>Соболев В.В.</i> Математическое моделирование и оптимизация объемов земляных работ на строительной площадке.....	6
<i>Соболев В.В., Чернышкова И.А.</i> Оптимальные методы в развитии организационно-технологического проектирования строительных процессов.....	5
<i>Субботин А.И.</i> Экспериментальные исследования напряжений и деформаций в основании фундаментов больших площадей .....	2
<i>Субботин А.И.</i> Экспериментальные исследования развития деформаций формоизменения в грунтовом основании фундаментов больших площадей.....	1
<i>Таржيمانов Э.А., Таржيمانов М.А., Хо Чантха.</i> Использование в Камбодже опыта мониторинга строительных конструкций РФ .....	2
<i>Форопонов К. С.</i> Цветной лицевой кирпич на базе мягкого мела Лысогорского месторождения.....	1
<i>Чернышкова И.А., Соболев В.В.</i> Энергосберегающие мероприятия при реконструкции комплекса зданий Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института).....	4
<i>Штанкевич А.В., Садэтов Т.С. Шурховец И.А.</i> Особенности конструирования деревянного сомкнутого кружально-сетчатого свода на квадратном плане .....	3

## ГИДРОТЕХНИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

<i>Волосухин В.А., Титоренко А.И.</i> Проблемы селевой активности на горных реках Черноморского побережья.....	4
<i>Дуванская Е.В.</i> Обобщенный метод аналитического решения задач плановой гидравлики спокойных потоков.....	3
<i>Косиченко Ю.М.</i> Закономерности изменения гидравлических сопротивлений земляных русел каналов при эксплуатации.....	4
<i>Косиченко Ю.М., Косиченко М.Ю., Иовчу Ю.И.</i> Вероятностно-статистическая модель эксплуатационной надежности распределительных каналов оросительных систем .....	3
<i>Меркулова Т.Н.</i> Особенности применения сооружений из композитных материалов в водохозяйственном строительстве .....	6
<i>Пяткова Ю.П.</i> Метод расчета параметров бурного потока при свободном растекании из круглой водопропускной трубы.....	3
<i>Ткачев А.А.</i> Анализ результатов расчета переходных гидравлических процессов для способа активного управления водораспределением на примере магистрального канала пригородной оросительной системы г. Краснодара .....	4
<i>Ткачев А.А.</i> Расчет переходных процессов в бьефах магистрального канала при различных схемах регулирования для способа активного управления водораспределением .....	3

## ГИДРОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА

<i>Дуванская К.В.</i> Математическая модель расчета гидравлических параметров свободно растекающегося потока на выходе из водопропускных сооружений прямоугольного сечения .....	2
<i>Дуванская Е.В., Куханенко В.Н., Мицик М.Ф.</i> Расчет параметров потока вблизи выходных участков малых водопропускных сооружений.....	1
<i>Кашарин Д.В.</i> Расчетное обоснование выбора конструкции и параметров понура мобильных сооружений инженерной защиты из композитных материалов .....	2
<i>Кишкин А.А., Зувев А.А., Черненко ЕВ., Смирнов П.Н.</i> Вращение жидкости над неподвижным основанием по закону твердого тела.....	1
<i>Федоров В.М.</i> Железобетонные лотки с веревочным очертанием для каналов водохозяйственных систем .....	1
<i>Чернов М.А.</i> Обоснование противоточной эффективности облицовок каналов с применением полимерных материалов.....	2
<i>Чернов М.А.</i> Оценка эксплуатационной надежности конструкций бетоноплочных облицовок каналов.....	1

## ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОЛОГИЯ

<i>Богущ И.А., Рябов Г.В.</i> Благородные металлы в россыпях бассейна рек Уруп – Большая Лаба (Северный Кавказ).....	3
<i>Гайрабеков И.Г.</i> Оценка точности вычисления геодезической высоты по результатам спутниковых измерений .....	1
<i>Гайрабеков И.Г., Пимшин Ю.И.</i> Геодезическое обследование технического состояния здания .....	2
<i>Коломиец А.М.</i> Исследование закономерностей, влияющих на кольматирующие свойства полимерных промывочных жидкостей.....	3
<i>Курбанов М.М., Богущ И.А., Бурцев А.А.</i> Геохимические особенности золотонесущего сульфидного оруденения семейства черносланцевых формаций в горном Дагестане .....	5
<i>Ляшенко Ю.М., Ляшенко А.Ю.</i> Статистические исследования оборудования для производства карьерных работ при добыче нерудных материалов в условиях Ростовского региона.....	4
<i>Третьяк А.Я., Бурда М.Л., Шайхутдинов Д.В., Онофриенко С.А.</i> Выбор оптимального магнитного поля с целью регенерации фильтров гидрогеологических скважин.....	4
<i>Цыганков А.В.</i> Опыт применения пространственно-статистического анализа при поиске рудных полезных ископаемых.....	2

## ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

<i>Бузаева М.В., Булыжнев Е.М., Гусева И.Т., Климов Е.С.</i> Очистка сточных вод от нефтепродуктов на модифицированном диатомите и регенерация сорбента.....	4
<i>Бузаева М.В., Завальцева О.А., Булыжнев Е.М., Гусева И.Т., Климов Е.С.</i> Селективное извлечение тяжелых металлов из гальванических шламов комплексонами.....	3
<i>Денисов В.В., Фесенко Л.Н., Денисова А.В., Паненко Н.Н.</i> Повышение эффективности гипохлоритной водоочистки в рамках диверсификации систем водоснабжения .....	6
<i>Денисов В.В., Фесенко Л.Н., Денисова А.В., Паненко Н.Н.</i> Усиление бактерицидного действия УФ-лучей в установках полевого водоснабжения.....	5
<i>Колесникова Т.А., Куликова М.А., Суржко О.А.</i> Инженерно-экологические решения утилизации высококонцентрированных сточных вод животноводческих хозяйств .....	2
<i>Коршева А.С., Калинин П.В., Суржко О.А.</i> Математическое моделирование процесса обеззараживания сточных вод от яиц гельминтов в вакуум-эжекторе.....	6

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

<i>Бырылов И.Ф.</i> Определение скорости коррозии трубных сталей в суспензиях грунтов различного состава .....	3
<i>Бырылов И.Ф.</i> Скорость коррозии трубопроводов в грунтах с различными удельными электрическими сопротивлениями .....	4
<i>Дворядкин В.В.</i> Возможности диагностики активного материала оксидно-никелевого электрода никель-кадмиевого аккумулятора потенциостатическим методом .....	5
<i>Лыткин Н.А.</i> Влияния отрицательного электрода на снижение ёмкости никель-кадмиевого аккумулятора .....	5
<i>Морозова А.П.</i> Применение оксидноникелевого электрода с углеволоконной основой в процессах окисления спиртов .....	3
<i>Чёрная Е.В., Бобрикова И.Г.</i> Закономерности электроосаждения сплава цинк – никель в аммиачных электролитах .....	5

**ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ**

<i>Благин А.В., Сысоев И.А., Лунина М.Л., Гусев Д.А., Шошиашвили И.С.</i> Физико-технологические особенности ионно-лучевого осаждения наноразмерных структур на основе твердых растворов $A_3B_5$ .....	5
<i>Князев С.Ю., Кобзева И.А., Малибашев А.В., Шошиашвили И.С.</i> Некоторые аспекты физики и техники градиентной эпитаксии: морфология жидкого включения .....	3
<i>Лозовский С.В., Лозовский В.Н., Валов Г.В., Яценко А.Н.</i> Островковые структуры, полученные методом микроразмерных ростовых ячеек .....	6
<i>Лозовский В.Н., Чеботарев С.Н., Ирха В.А.</i> Скорость электронно-стимулированного осаждения углеродных квазиодномерных наноструктур .....	4

**ТЕХНОЛОГИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

<i>Высоцкая А.В., Тернавская Т.В.</i> Формализация технологического процесса сборки обуви ниточных методов крепления с целью автоматизации его проектирования .....	5
<i>Голунов А.В., Варено Л.Г., Ихлазов С.З.</i> К вопросу оценки неоднородности поверхности материалов для печати .....	6
<i>Заушицына Е.В., Карабанов П.С., Косых В.П.</i> Исследование адгезионного контакта в клеевых соединениях рифленной поверхности формованных подошв .....	6
<i>Лалетин В.И., Алехин С.Н., Калашиников А.А.</i> Влияние конструктивных и режимных параметров бытовых машин и приборов на энергетические характеристики в процессе их эксплуатации .....	2
<i>Ларина Л.В., Юрченко В.И.</i> Математические модели процесса вакуумно-сорбционного увлажнения кож .....	6
<i>Лылова О.Н.</i> Оптимизация технологических процессов изготовления нити из натуральной кожи для формирования трикотажных полотен .....	6
<i>Сорока В.А., Ларина Л.В., Присяжнюк Ю.В.</i> Особенности циклодинамического формования заготовок верха обуви .....	4
<i>Яковлева С.В.</i> Методика группирования сборочных единиц изделия .....	1

**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

<i>Мотузка Д.А., Белокуров В.П., Мотузка В.А.</i> Управление распределением финансовых средств между пассажирским автомобильным транспортом различного типа .....	4
<i>Напхоненко Н.В., Караева М.Р.</i> Генетический алгоритм – многофакторный метод оптимизации системы городских пассажирских перевозок .....	6
<i>Трубицын В.А.</i> Оптимизация процесса обучения ремонтных рабочих автотранспортных предприятий .....	1



<i>Ханова А.А., Пономарева А.С.</i> Управление затратами грузового порта на основе функционально-стоимостного анализа .....	3
<i>Ханова А.А., Шубина О.В.</i> Алгоритм формирования и оценки реализации сбалансированной системы показателей предприятия.....	2

## СООБЩЕНИЯ

<i>Амерханов Р.А., Гарькавый К.А.</i> Анализ эволюционных процессов на основе иерархических и синергетических концепций .....	5
<i>Бырылов И.Ф.</i> Прогнозирование скорости коррозии подземных трубопроводов .....	6
<i>Ковалев М.И.</i> Система снижения дефектности изделий машиностроительного производства, основанная на статистических методах управления качеством .....	5
<i>Котенко Н.П., Савостьянов А.П., Хомутова Ю.Н.</i> Модификация алкидных лаков для защиты сварочных электродов.....	5
<i>Кузнецов С.А., Лысенко Я.А.</i> Торсионная гипотеза поперечных колебаний.....	4
<i>Романенко Г.Н.</i> Математические методы в задачах управления и принятия решений .....	6

## ХРОНИКА

<b>Александр Николаевич Кабельков</b> .....	4
<b>Валентин Иванович Блохин</b> .....	3
Владимир Иванович Колесников – выдающийся ученый и педагог (к 70-летию ученого) .....	5
<b>Леонид Филиппович Коломейцев</b> .....	3
Тищенко Александр Иванович (к 70-летию со дня рождения) .....	3