

## **Учредитель**

Новосибирский государственный технический университет

### **Главный редактор**

**А.Г. Вострецов**, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ, НГТУ, г. Новосибирск

### **Заместитель главного редактора**

**В.И. Денисов**, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ, НГТУ, г. Новосибирск

### **Ответственный секретарь**

**А.А. Воевода**, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

### **Редакционная коллегия:**

**Ю.Е. Воскобойников**, д-р физ.-мат. наук, проф., СибСТРИН, г. Новосибирск

**Ю.Д. Григорьев**, д-р техн. наук, проф., СПбГЭТУ (ЛЭТИ), г. С.-Петербург

**А.М. Малышенко**, д-р техн. наук, проф., ТПУ, г. Томск

**Ю.Ф. Мухомад**, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ, ИрГУПС, г. Иркутск

**А.И. Рубан**, д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки РФ,

СФУ, Ин-т косм. и информ. технологий, г. Красноярск

**В.И. Хабаров**, д-р техн. наук, проф., СГУПС, г. Новосибирск

### **Журнал зарегистрирован**

**в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания**

**и средств массовых коммуникаций в 2002 г.**

**(свидетельство ПИ № 77-11739 от 08 февраля 2002 г.)**

Адрес редакции: 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20. E-mail: [ucit@ucit.ru](mailto:ucit@ucit.ru)

Web site: <http://journals.nstu.ru/sbornik/>

Editorial adress: 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

© Коллектив авторов, 2017

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2017

---

**СБОРНИК  
НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
НОВОСИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

ISSN 2307-6879

№ 2 (88)

2017

**СОДЕРЖАНИЕ**

*АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ*

- Рогова Н.С., Юркевич В.Д.** Разработка алгоритмов управления для перемещения груза порталным краном ..... 7

*СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ*

- Кононов Ю.М.** Графическое моделирование в задачах анализа многофакторных систем..... 19
- Костенкова А.С.** Методы повышения качества тепловизионных изображений ..... 27
- Миков Е.П., Бондарь В.А.** Алгоритм поиска пути из пункта А в пункт Б 33

*МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И УСТРОЙСТВ*

- Аникеева А.Ю.** Генератор виброакустического шума с автоматической настройкой под уровень речевого сигнала ..... 41
- Пичугин М.Б.** Создание лабораторного стенда «рука-манипулятор»..... 46
- Чехонадских А.В., Нестеренко Г.Б.** Моделирование переходных процессов синхронного генератора с АРВ сильного действия на границе устойчивости ..... 58
- Шорников Ю.В., Попов Е.А., Данилов А.С.** Структурно-текстовая модель процесса транспортировки кимберлитовой руды ..... 70

## СООБЩЕНИЯ

<b>Кононов Ю.М.</b> Управление персоналом. Методика постановки эффективных вопросов.....	82
<b>Орлова О.Н., Лебедев Е.В., Баевкин С.Г., Дагиров Ш.Ш.</b> Организационно-управленческий аспект реализации риск-ориентированного подхода в области ГПН как результат оценки ресурсного потенциала управления по Новосибирской области.....	100
<b>Орлова О.Н., Лебедев Е.В., Баевкин С.Г.</b> Управление организацией первоочередного жизнеобеспечения населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях .....	113
Правила для авторов.....	120

Выпускающий редактор *И.П. Брованова*  
Корректор *Л.Н. Кинит*  
Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

---

Лицензия № ИД 04303 от 20.03.01. Подписано в печать 31.08.2017  
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Тираж 300 экз. Уч.-изд. л. 6,97  
Печ. л. 7,5. Изд. № 233. Заказ № 1225. Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

**Editorial board**

Novosibirsk State Technical University

***Chief Editor***

***Vostretsov A.G.***, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, RF

***Deputy Chief Editor***

***Denisov V.I.***, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, RF

***Executive Secretary***

***Voevoda A.A.***, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University,  
Novosibirsk, RF

***The members of the editorial Board***

***Voskoboinikov Yu.E.***, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State University of Architecture  
and Civil Engineering, Novosibirsk, RF

***Grigor'ev Iu.D.***, D. Sc. (Eng.), Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI",  
Saint-Petersburg, RF

***Malysenko A.M.***, D. Sc. (Eng.), National Research Tomsk Polytechnic University,  
Tomsk, RF

***Mukhopad Iu.F.***, D. Sc. (Eng.), Irkutsk State University of Railway Engineering,  
Irkutsk, RF

***Ruban A.I.***, D. Sc. (Eng.), Siberian Federal University, Krasnoyarsk, RF

***Khabarov V.I.***, D. Sc. (Eng.), Siberian Transport University, Novosibirsk, RF

*The journal is registered  
in the RF Ministry for press, broadcasting  
and masscommunications in 2002  
(certificate PI № 77-11739 from February 08, 2002)*

Editorial address: 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation.

E-mail: [ucit@ucit.ru](mailto:ucit@ucit.ru)

Web Site: <http://journals.nstu.ru/sbornik/>

© Authors, 2017

© Novosibirsk State

Technical University, 2017

**CONTENTS**

*AUTOMATIC CONTROL AND IDENTIFICATION*

<b>Rogova N.S., Yurkevich V.D.</b> Design of control for load movement by overhead crane.....	7
---	---

*MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES*

<b>Kononov Y.M.</b> Graphic modeling in the tasks of analysis of multifactor systems .....	19
<b>Kostenkova A.S.</b> Methods for improving the quality of the infrared images .	27
<b>Mikov E.P., Bondar V.A.</b> The algorithm for finding the path from point A to point B .....	33

*MODELLING OF PROCESSES AND DIVICES*

<b>Anikeeva A.Y.</b> Generator of vibroacoustic noise with automatic setting under the level of speech signal.....	41
<b>Pichugin M.B.</b> The creation of the laboratory stand "ARM" .....	46
<b>Chekhonadskikh A.V., Nesterenko G.B.</b> Transient simulation of a synchronous generator with a multiparameter excitation controller at the stability boundary .....	58
<b>Shornikov Yu.V., Popov Y.A., Danilov A.S.</b> Block-textual modeling transportation of kimberlite .....	70

*SHORT PAPERS*

<b>Kononov Y.M.</b> Management of personnel – coaching as a method of effective questions for menthor and manager.....	82
<b>Orlova O.N., Lebedev E.V., Baevkin S.G., Dagiroy S.S.</b> The organizational and managerial aspects of implementing a risk-based approach in the field of GPN as a result of the evaluation of the resource potential management in the Novosibirsk region .....	100
<b>Orlova O.N., Lebedev E.V., Baevkin S.G.</b> The management of the organization primary life support of population in emergency situations.....	113
Rules for authors.....	120

Editor *L.N. Kinsht*  
Publishing Editor *I.P. Brovanova*  
Computer imposition *S.I. Tkacheva*

---

License № ID 04303 from 20.03.01. Signed in print 31.08.2017. Format 60 × 84/16  
Offset Paper. Circulation is 300 copies. Educational-ed. liter. 6,97. printed pages 7,5.  
Publishing number 233. Order number 1225.

---

It is printed in printing house of Novosibirsk State Technical University  
630073, Novosibirsk, 20 K. Marx prospekt

*АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
И ИДЕНТИФИКАЦИЯ*

УДК 681.515.8:621.313.33:519.876.5

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ  
ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗА ПОРТАЛЬНЫМ КРАНОМ\***

Н.С. РОГОВА<sup>1</sup>, В.Д. ЮРКЕВИЧ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, магистрант кафедры автоматике. E-mail: sosnovaya\_4@mail.ru

<sup>2</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры автоматике. E-mail: yurkev@ac.cs.nstu.ru

Рассматривается задача управления перемещением груза, прикрепленного на подвесе к горизонтально перемещаемой тележке. Данная задача встречается во многих технических приложениях, в частности, при управлении работой портального крана и управлении положением маятника, закрепленного на подвижной платформе. В статье рассмотрена математическая модель, описывающая поведение груза с тележкой, сформулирована задача синтеза и предложена методика расчета системы управления движением подвешенного груза и устранения его колебаний при перемещении в заданное положение. Выполнен синтез двухкаскадной системы регулирования, где в каждом каскаде используется модифицированная структура ПИД-регулятора, реализуемого без операции идеального дифференцирования. Особенность предлагаемой методики синтеза состоит в том, что параметры регуляторов выбираются таким образом, чтобы в замкнутой системе сформировать быстрые и медленные процессы, где медленные процессы соответствуют желаемым требованиям к динамике процесса перемещения груза. Анализ свойств замкнутой системы осуществляется на основе метода разделения движения. Проведено численное моделирование переходных процессов при перемещении груза с тележкой на основе предложенных алгоритмов управления. Численное моделирование выполнено в среде MatLab/Simulink. Результаты численного моделирования при различных значениях параметров груза и длины подвеса показали, что применение данной методики позволяет обеспечить формирование желаемых показателей качества переходных процессов в широком диапазоне изменений массы перемещаемого груза и длины подвеса. Предлагаемые в работе результаты могут представлять интерес и для решения задач управления другими механическими подвижными системами с ограниченными возможностями управляющего воздействия.

---

\* Статья получена 06 июня 2017 г.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-08-01004-а).

**Ключевые слова:** нелинейная система, управление, ПИД-регулятор, маятник с тележкой, порталный кран, каскадная система управления, подавление колебаний груза, синтез регулятора, метод разделения движений

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-7-18

## ВВЕДЕНИЕ

Портальные краны широко используются при выполнении погрузочно-разгрузочных работ в производственных процессах, в железнодорожных и портовых терминалах, в судоремонте на берегу и в плавучих доках [1]. При перемещении грузовой тележки порталного крана подвешенный груз начинает раскачиваться и совершает колебания, что затрудняет его точное позиционирование в заданное место и увеличивает время выполнения погрузочно-разгрузочного цикла [2–4]. В данной статье рассматривается задача перемещения груза порталным краном из одного положения в другое. Предлагается методика синтеза алгоритмов управления, которые обеспечивают затухание колебаний груза и одновременно его перемещение в заданную позицию. Необходимо отметить, что обсуждаемая задача управления относится к классу проблем управления механическими подвижными системами с ограниченными возможностями управляющего воздействия, когда механическую систему необходимо переместить из одного состояния равновесия в другое равновесное состояние, но в силу особенностей управляющего воздействия невозможно реализовать произвольную траекторию движения механической системы в пространстве [5–7]. Можно привести множество примеров исследований, посвященных задачам управления для подобного класса систем: стабилизация положения перевернутого маятника [8], планирование и управление движением летательных аппаратов [9], стабилизация траектории движения подвижных роботов [10]. Поэтому предлагаемые в работе результаты могут представлять интерес и для решения задач управления другими механическими подвижными системами с ограниченными возможностями управляющего воздействия. Особенностью используемого подхода к решению задачи синтеза в данной статье также является применение идей каскадного принципа построения систем управления [11] и метода разделения движений для анализа свойств замкнутой системы [12, 13].

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ

Процесс перемещения груза порталным краном в данной работе рассматривается на основе упрощенной системы вида «маятник–тележка», которая показана на рис. 1. Данная система состоит из подвеса, который удержи-



вает груз, и тележки, способной перемещаться в плоскости оси закрепления под действием силы, прикладываемой управляющим двигателем. Здесь  $M$  – масса тележки;  $m$  – масса маятника;  $F$  – коэффициент трения при движении тележки;  $L$  – расстояние между точкой крепления маятника и центром его масс;  $J$  – момент инерции относительно центра масс для подвеса длиной  $L$ , который удерживает груз;  $u(t)$  – сила, прикладываемая к тележке (управление);  $x(t)$  – координата тележки;  $\varphi(t)$  – угловое отклонение маятника от вертикали;  $g$  – ускорение свободного падения.

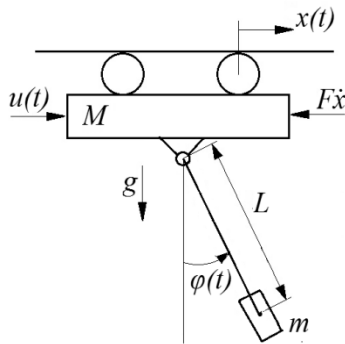


Рис. 1. Система «маятник–тележка»

Математическая модель, описывающая поведение системы «маятник–тележка», имеет следующий вид [14]:

$$\begin{aligned} (m + M)\ddot{x} + mL\ddot{\varphi} \cos \varphi - mL\dot{\varphi}^2 \sin \varphi + F\dot{x} &= u(t), \\ (J + mL^2)\ddot{\varphi} + mL\ddot{x} \cos \varphi + mgL \sin \varphi &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Целью данной работы является синтез системы управления, обеспечивающей выполнение следующих требований:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \varphi(t) = 0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = x^d,$$

где  $x^d$  – желаемое положение груза после его перемещения.

Кроме того, необходимо обеспечить технически приемлемые значения для колебательности и времени переходных процессов по  $\varphi(t)$  и  $x(t)$ .

## 2. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

В данной работе рассматривается двухконтурная система управления, где в первом контуре обеспечивается задача управления величиной угла  $\varphi(t)$  отклонения груза от вертикали, а во втором контуре решается задача перемещения груза в заданное положение  $x^d$  (рис. 2).

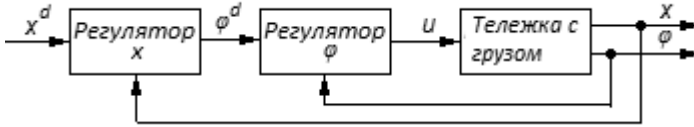


Рис. 2. Структурная схема двухконтурной системы управления

Модель перемещения груза (1) может быть представлена в виде следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\dot{x}_1 = x_3,$$

$$\dot{x}_2 = x_4,$$

$$\dot{x}_3 = f_\varphi(x_2, x_3, x_4) + b_\varphi(x_2)u,$$

$$\dot{x}_4 = f_x(x_2, x_3, x_4) + b_x(x_2)u,$$

где  $[x_1, x_2, x_3, x_4] = [x, \varphi, \dot{x}, \dot{\varphi}]$ ,

$$f_\varphi(x_2, x_3, x_4) = r^{-1} \left[ (J + mL^2)mLx_4^2 \sin x_2 + m^2 L^2 g \sin x_2 \cos x_2 - (J + mL^2)Fx_3 \right],$$

$$f_x(x_2, x_3, x_4) = r^{-1} \left[ mL Fx_3 \cos x_2 - m^2 L^2 x_4^2 \sin x_2 \cos x_2 - (M + m)mgL \sin x_2 \right],$$

$$b_\varphi(x_2) = (J + mL^2)r^{-1}, \quad b_x(x_2) = -mLr^{-1} \cos x_2,$$

$$r = (M + m)(J + mL^2) - m^2 L^2 \cos^2 x_2.$$

При синтезе регулятора для внутреннего контура регулирования величины угла отклонения груза  $\varphi$  рассматриваются уравнения для отклонения маятника от вертикальной оси в предположении, что процесс перемещения тележки протекает существенно медленнее, чем процесс  $\varphi(t)$ . Поэтому при

расчете внутреннего контура не рассматриваются процессы по перемещению  $x$ . Алгоритм управления для внутреннего контура имеет вид

$$\mu_{\varphi}^2 \ddot{u} + d_{\varphi} \mu_{\varphi} \dot{u} = k_{\varphi} \left[ \frac{1}{T_{\varphi}} \left[ \varphi^d - x_2 \right] - \frac{1}{T_{\varphi}} a_{\varphi}^d x_4 - \ddot{x}_2 \right],$$

который соответствует ПИД-регулятору, реализуемому без операции идеального дифференцирования [15, 16]. В результате уравнения замкнутой системы для внутреннего контура можно записать в следующем виде:

$$\begin{aligned} \ddot{x}_2 &= f_{\varphi}(x_2, x_3, x_4) + b_{\varphi}(x_2)u, \\ \mu_{\varphi}^2 \ddot{u} + d_{\varphi} \mu_{\varphi} \dot{u} &= k_{\varphi} \left[ F_{\varphi}(x_2, x_4, \varphi^d) - \ddot{x}_2 \right], \end{aligned}$$

где  $F_{\varphi}(x_2, x_4, \varphi^d) = T_{\varphi}^{-2} [\varphi^d - x_2] - T_{\varphi}^{-1} a_{\varphi}^d x_4$ .

Полагая, что  $\mu_{\varphi}$  – малый параметр, и привлекая метод анализа свойств систем с разнотемповыми процессами [15, 16], можно получить из данной системы подсистему быстрых движений (ПБД)

$$\mu_{\varphi}^2 \ddot{u} + d_{\varphi} \mu_{\varphi} \dot{u} + k_{\varphi} b_{\varphi}(x_2)u = k_{\varphi} \left[ F_{\varphi}(x_2, x_4, \varphi^d) - f_{\varphi}(x_2, x_3, x_4) \right],$$

где  $x_2, x_3, x_4, \varphi^d$  рассматриваются как постоянные величины на интервале времени переходных процессов ПБД, характеристический полином которой имеет вид  $\mu_{\varphi}^2 s^2 + d_{\varphi} \mu_{\varphi} s + 1$ . Коэффициент  $k_{\varphi}$  выбирается равным величине  $b_{\varphi}^{-1}(x_2)$ . Уравнения подсистемы медленных движений (ПМД) внутреннего контура имеют вид

$$\begin{aligned} \dot{x}_2 &= x_4, \\ \dot{x}_4 &= F_{\varphi}(x_2, x_4, \varphi^d). \end{aligned}$$

Подсистема имеет характеристический полином вида  $T_{\varphi}^2 s^2 + a_{\varphi}^d T_{\varphi} s + 1$ . Показатели качества формируемых переходных процессов по  $\varphi(t)$  обеспечиваются выбором параметров  $T_{\varphi}$ ,  $a_{\varphi}^d$  алгоритма управления.

При расчете второго контура управления перемещением тележки полагаем, что имеет место установившийся режим во внутреннем контуре регулирования, т. е.  $\varphi = \varphi^d$ , тогда для процесса перемещения тележки получаем упрощенную модель следующего вида:

$$\ddot{x}_1 = -g\varphi^d.$$

Во втором контуре регулирования используется алгоритм управления

$$\mu_x^2 \ddot{\varphi}^d + d_x \mu_x \dot{\varphi}^d = k_x \left\{ \frac{1}{T_x^2} [x^d - x_1] - \frac{1}{T_x} a_x^d x_3 - \ddot{x}_1 \right\},$$

который имеет такую же структуру, как и алгоритм управления внутреннего контура регулирования. Рассматривая  $\mu_x$  как малый параметр и применяя аналогичную процедуру разделения движений, получаем подсистемы быстрых и медленных движений для второго контура:

$$\text{ПБД: } \mu_x^2 \ddot{\varphi}^d + d_x \mu_x \dot{\varphi}^d - k_x b_x(x_2) \varphi^d = k_x [F_x(x_1, x_3, x^d)],$$

$$\text{ПМД: } \dot{x}_1 = x_3, \quad \dot{x}_3 = F_x(x_2, x_4, \varphi^d),$$

где  $F_x(x_1, x_3, \varphi^d) = T_x^{-2} [\varphi^d - x_1] - T_x^{-1} a_x^d x_3$ , характеристические полиномы ПБД и ПМД внешнего контура имеют вид  $\mu_x^2 s^2 + d_x \mu_x s + 1$  и  $T_x^2 s^2 + a_x^d T_x s + 1$  соответственно. Коэффициент  $k_x$  выбирается равным величине  $b_x^{-1}(x_2)$ . Показатели качества формируемых переходных процессов по  $x(t)$  обеспечиваются выбором параметров  $T_x, a_x^d$  в алгоритме управления внешнего контура.

### 3. ПРИМЕР ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В табл. 1 и 2 представлены параметры для моделирования системы «маятник–тележка» и параметры регуляторов, которые были выбраны в соответствии с представленной методикой синтеза.

Таблица 1

Параметры модели «маятник–тележка»

$m$ , кг	$M$ , кг	$L$ , м	$g$ , м/с <sup>2</sup>	$F_{mp}$	$J$ , кг·м <sup>2</sup>
20 000	2000	20	9,8	0,15	0

При моделировании пренебрегаем массой подвеса, так как она намного меньше массы груза  $m$ , т. е. полагаем, что момент инерции  $J = 0$ .

С целью обеспечить условия разделения темпов переходных процессов во внутреннем и внешнем контурах управления параметрами регуляторов выбираются в соответствии с условием  $\mu_\varphi \ll T_\varphi \ll \mu_x \ll T_x$ .

Таблица 2

Параметры регуляторов

$T_\varphi$	$\mu_\varphi$	$a_\varphi$	$d_\varphi$	$k_\varphi$	$T_x$	$\mu_x$	$a_x$	$d_x$	$k_x$
0.1	0.05	2	2	-40 000	8	1	2	2	-0.1

На рис. 3. приведены результаты численного моделирования системы с регулятором по углу отклонения маятника от вертикальной оси и регулятором перемещения тележки в заданное положение  $x^d$ .

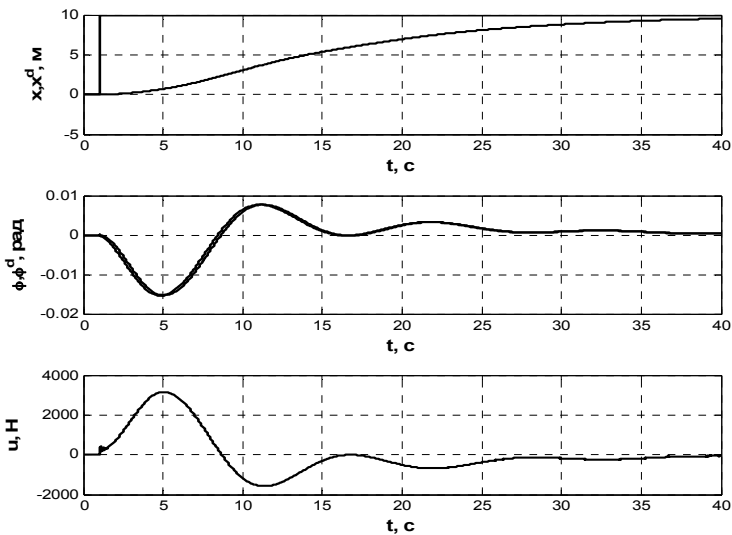


Рис. 3. Результаты численного моделирования системы управления

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрена задача синтеза алгоритмов управления для системы перемещения груза порталным краном на основе системы «маятник–тележка». Выполнен синтез двухкаскадной системы регулирования, где в каждом каскаде используется модифицированная структура ПИД-регулятора, реализуемого без операции идеального дифференцирования. Параметры регуляторов выбираются на основе метода разделения движения. Результаты численного моделирования при различных значениях параметров груза и длины подвеса показали, что применение данной методики позволяет обеспечить формирование желаемых показателей качества переходных процессов в широком диапазоне изменений массы перемещаемого груза и длины подвеса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимьяк Р.П., Лецев В.А. Анализ и синтез крановых электромеханических систем. – Одесса: СМИЛ, 2008. – 191 с.
2. Брусин В.А. Активное гашение колебаний и матричные уравнения // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 9. – С. 115–120.
3. Управление перемещением груза мостовым краном по методу обратных задач динамики / С.А. Кабанов, Е.Н. Никулин, Б.Э. Якушев, Д.Б. Якушева // Известия вузов. Приборостроение. – 2011. – Т. 54, № 12. – С. 30–33.
4. Саблина Г.В. Об одном подходе к синтезу модельной системы «подвешенный груз» // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП-2014) : труды 12 международной конференции, Новосибирск, 2–4 октября 2014 г. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. – Т. 7. – С. 68–71.
5. Fantoni I., Lozano R. Non-linear control for underactuated mechanical systems. – London; New York: Springer Science & Business Media, 2001. – 295 p.
6. Neusser Z., Valasek M. Control of the underactuated mechanical systems using natural motion // Kybernetika. – 2012. – Vol. 48, iss. 2. – P. 223–241.
7. Xu R., Ozguner U. Sliding mode control of a class of underactuated systems // Automatica. – 2008. – Vol. 44, iss. 1. – P. 233–241.
8. Колесников А.А. Метод синергетического синтеза системы управления колебаниями "перевернутого маятника на подвижной тележке" // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 6 (119). – С. 110–117.
9. Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости // Наука и образование. – 2012. – № 3. – С. 1–15.

10. *Kochetkov S.A., Utkin V.A.* A trajectory stabilization algorithm for mobile robot // Proceedings of the 11th International Workshop on Variable Structure systems (VSS'2010), Mexico, 26–28 June 2010. – Piscataway, NJ: IEEE, 2010. – P. 121–127.
11. *Краснова С.А.* Каскадный синтез системы управления манипулятором с учетом динамики электроприводов // Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 11. – С. 51–72.
12. *Геращенко Е.И., Геращенко С.М.* Метод разделения движений и оптимизация нелинейных систем. – М.: Наука, 1975. – 296 с.
13. *Уткин В.А., Уткин В.И.* Синтез инвариантных систем методом разделения движений // Автоматика и телемеханика. – 1983. – № 12. – С. 39–48.
14. *Квакернаак Х., Сиван Р.* Линейные оптимальные системы управления: пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – 650 с.
15. *Юркевич В.Д.* Синтез нелинейных нестационарных систем управления с разнотемповыми процессами. – Санкт-Петербург: Наука, 2000. – 287 с.
16. *Юркевич В.Д.* Расчет и настройка регуляторов для нелинейных систем с разнотемповыми процессами // Автометрия. – 2012. – Т. 48, № 5. – С. 24–31.

***Рогова Наталья Сергеевна***, магистрант кафедры автоматике Новосибирского государственного технического университета по направлению «Управление в технических системах». Основные направления научных исследований: системы автоматического управления, робототехника, управление в механических системах, метод разделения движений в задачах управления. Имеет одну публикацию. E-mail: sosnovaya\_4@mail.ru

***Юркевич Валерий Дмитриевич***, доктор технических наук, профессор кафедры автоматике Новосибирского государственного технического университета. Основные направления научных исследований: системы автоматического управления, робототехника, метод разделения движений в задачах управления. Имеет более 200 публикаций. E-mail: yurkev@ac.cs.nstu.ru

## Design of control for load movement by overhead crane\*

N.S. Rogova<sup>1</sup>, V.D. Yurkevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk State Technical University, 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, master student. E-mail: sosnovaya\_4@mail.ru

<sup>2</sup> Novosibirsk State Technical University, 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, D. Sc. (Eng.), professor of the automation department. E-mail: yurkev@ac.cs.nstu.ru

Problem of a load movement is discussed where the load is attached like a pendulum to cart and an external force can push the cart along horizontal direction. Such problem is related with the huge set of mechanical systems, for example, overhead crane control operation, suppression of pendulum oscillations by the horizontal movement of the cart, etc. The following problems are discussed in the paper such as mathematical model of pendulum on the cart, control problem statement, and controller design methodology for providing movement of the load in the desired position and suppressing load oscillations simultaneously. Cascaded control system structure is proposed where modified proportional-integral-derivative controllers without ideal differentiation are used. Controller parameters are selected such that two-time-scale motions are artificially induced in the closed-loop system where the damping of fast transients yields the desired slow-motion behavior in accordance with prescribed performance specifications. Analysis of the closed-loop system properties is provided via method of time-scale separation. Numerical simulation is provided based on MatLab/Simulink Tools. Set of simulations are provided under wide range variations of lading weight and length of pendulum. From simulation results follow that the desired behavior of transients in the closed-loop system is provided in spite of lading weight and length of pendulum variations. The proposed controller design methodology can be applied of other examples of underactuated mechanical systems as well.

**Keywords:** nonlinear system, control system, PID control, pendulum, cart, control of portal crane, cascaded control system, suppression of load oscillations, time-scale separation method

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-7-18

## REFERENCES

1. Gerasimyak R.P., Leshchev V.A. *Analiz i sintez kranovykh elektromekhanicheskikh sistem* [Analysis and design of crane electromechanical systems]. Odessa, SMIL Publ., 2008. 191 p.
2. Brusin V.A. Aktivnoe gashenie kolebaniy i matrichnye uravneniya [Active damping of oscillations and matrix equations]. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal – Soros Education Journal*, 2001, vol. 7, no. 9, pp. 115–120. (In Russian).

---

\* Received 06 June 2017.



3. Kabanov S.A., Nikulin E.N., Yakushev B.E., Yakusheva D.B. Upravlenie peremeshcheniem gruzha mostovym kranom po metodu obratnykh zadach dinamiki [Control over load movement by bridge crane using the method of inverse problem of dynamics]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Priborostroenie – Journal of Instrument Engineering*, 2011, vol. 54, no. 12, pp. 30–33.
4. Sablina G.V. [An approach to design of “pendulum-load” system]. Aktual'nye problemy elektronnoy priborostroeniya (APEP-2014) : trudy 12 mezhdunarodnoy konferentsii [12th International Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering, APEIE-2014: Proceedings: in 7 vol.], Novosibirsk, Russia, 2–4 October 2014, vol. 7, pp. 68–71. (In Russian).
5. Fantoni I., Lozano R. *Non-linear control for underactuated mechanical systems*. London, New York, Springer Science & Business Media, 2001. 295 p.
6. Neusser Z., Valasek M. Control of the underactuated mechanical systems using natural motion. *Kybernetika*, 2012, vol. 48, iss. 2, pp. 223–241.
7. Xu R., Ozguner U. Sliding mode control of a class of underactuated systems. *Automatica*, 2008, vol. 44, iss. 1, pp. 233–241.
8. Kolesnikov A.A. Metod sinergeticheskogo sinteza sistema upravleniya kolebaniyami "perevernutogo mayatnika na podvizhnoi telezhke" [Method of sinergetics synthesis of inverted pendulum on mobile cart oscillation control system]. *Izvestiya Yuzhnogo federal'nogo universiteta. Tekhnicheskie nauki – Izvestiya Southern Federal University. Engineering sciences*, 2011, no. 6 (119), pp. 110–117.
9. Kanatnikov A.N., Krishchenko A.P., Tkachev S.B. Dopustimyye prostranstvennyye traektorii bespilotnogo letatel'nogo apparata v vertikal'noi ploskosti [Admissible spatial trajectories of the unmanned aerial vehicle in the vertical plane]. *Nauka i obrazovanie – Science and Education*, 2012, no. 3, pp. 1–15.
10. Kochetkov S.A., Utkin V.A. A trajectory stabilization algorithm for mobile robot. *Proceedings of the 11th International Workshop on Variable Structure systems (VSS'2010)*, Mexico, 26–28 June 2010, pp. 121–127.
11. Krasnova S.A. Kaskadnyi sintez sistema upravleniya manipulyatorom s uchedom dinamiki elektroprivodov [Cascade design of a manipulator control system with consideration for dynamics of electric drives]. *Avtomatika i telemekhanika – Automation and Remote Control*, 2001, no. 11, pp. 51–72. (In Russian).
12. Gerashchenko E.I., Gerashchenko S.M. *Metod razdeleniya dvizhenii i optimizatsiya nelineynykh sistem* [Method of time-scale separation and optimization of nonlinear systems]. Moscow, Nauka Publ., 1975. 296 p.
13. Utkin V.A., Utkin V.I. Sintez invariantnykh sistem metodom razdeleniya dvizhenii [Design of invariant systems by the method of separation of motions]. *Avtomatika i telemekhanika – Automation and Remote Control*, 1983, no. 12, pp. 39–48.

14. Kwakernaak H., Sivan R. *Linear optimal control systems*. New York, Wiley Interscience, 1972 (Russ. ed.: Kvakernaak Kh., Sivan R. *Lineinye optimal'nye sistemy upravleniya*. Translated from English. Moscow, Mir Publ., 1977. 650 p.).

15. Yurkevich V.D. *Sintez nelineinykh nestatsionarnykh sistem upravleniya s raznotempovymi protsessami* [Design of two-time-scale nonlinear time-varying control systems]. St. Petersburg, Nauka Publ., 2000. 287 p.

16. Yurkevich V.D. Calculation and tuning of controllers for nonlinear systems with different-rate processes. *Optoelectronics, Instrumentation and Data Processing*, 2012, vol. 48, iss. 5, pp. 447–453. doi: 10.3103/S8756699012050032. Translated from *Avtometriya*, 2012, vol. 48, no. 5, pp. 24–31.

## СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 65.01

### ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА МНОГОФАКТОРНЫХ СИСТЕМ\*

Ю.М. КОНОНОВ

*634012, РФ, г. Томск, ул. Елизаровых, 4, ком. 17, Информационно-консультационный центр «Мастер-Класс Консалт», кандидат технических наук. E-mail: ykton1@gmail.com.*

В статье представлены результаты применения графического моделирования в задачах анализа многофакторных систем. Подход рассматривается на примере выполнения технологического проекта подготовки продукции. Рассмотрена блок-схема управления проектными работами. Предложена модель анализа и организации подсистемы «команда проекта» в форме объемного графа. Модель удобна для описания всех внутренних элементов и связей, возникающих внутри графа. Такая модель дает понять достаточность элементов и связей для качественного выполнения работ.

Важное значение в процессе анализа многофакторной системы играет возможность определить совокупность ее факторов и взаимодействия элементов. Для эффективного анализа и управления такими системами необходимо понимание того, какие изменения повлекут те или иные управляющие воздействия на систему.

В этой связи особую актуальность представляет исследование и совершенствование методов и алгоритмов анализа многофакторных систем.

**Ключевые слова:** графическое моделирование, управление, анализ, методика, алгоритм, обработка информации, коммуникация, показатель, систематизация, производственный процесс, результат, цель, граф, принципы, методы, функции, взаимодействия

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-19-26

## ВВЕДЕНИЕ

Отечественных и зарубежных исследователей в области анализа многофакторных систем привлекают аспекты совершенствования методик и инструментов графического моделирования для исследования систем. Представление взаимосвязанных процессов и элементов как системы способствует результативному и эффективному достижению системой запланированных целей.

---

\* Статья получена 18 июля 2017 г.

Для решения поставленных задач интерес представляет применение и совершенствование методов графического моделирования, в связи с этим актуальным является заключение, приведенное в работе [1]: «В ходе научно-технического прогресса все отчетливее проявляется тенденция к интеграции усилий различных специалистов. Для такого объединения усилий необходимо говорить на едином языке: знать и понимать математические модели соответствующих процессов, применять единые термины и обозначения и т. д. Упорядочение графических моделей и расширение сферы их применения – первый и очень важный шаг к объединению специалистов различного профиля. Графические модели являются наглядными, что облегчает понимание и анализ сложных явлений. С помощью графической модели легко упростить ход рассуждений, убедить оппонента, представить сразу все явление в целом. Поэтому графические модели интенсивно разрабатываются и постепенно становятся непременными составляющими любого инженерного описания производственного процесса. Не будет преувеличением сказать, что графический язык – самый распространенный и наиболее понятный из инженерных языков».

## **1. ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ**

Большинство функционирующих промышленных предприятий – это многофакторные системы. Для применения на практике знаний в области управления необходимо понимать общие принципы функционирования таких систем. В этой связи особую актуальность представляет исследование и совершенствование методов и алгоритмов управления многофакторными системами в современных условиях [2, 3].

Для эффективного управления системой необходимо понимать взаимосвязь, зависимость и отношения между составляющими ее элементами, в этих случаях научные практики прибегают к графическому моделированию системы и ее элементов для ее наглядного представления и дальнейшего изучения.

## **2. ПРОЕКТ КАК МНОГОФАКТОРНАЯ СИСТЕМА. ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Графическая информационная модель – это наглядный способ представления объектов и процессов в виде графических изображений. Не секрет, что человек легче и эффективнее воспринимает информацию, которая представлена в зрительном, графическом и объемном образе [4]. Чаще всего для отображения состава какой-либо системы используют блок-схемы.

**Рассмотрим частный случай многофакторной системы** – реализуемый проект с его элементами, участниками и вовлеченными сторонами. Другими словами, проект – это система, цель которой получить конкретный результат (продукт) при имеющихся ресурсах [2, 3].

Чтобы наглядно показать взаимодействия, необходимые для функционирования данной системы, можно использовать ее представление в виде схемы, изображенной на рис. 1.

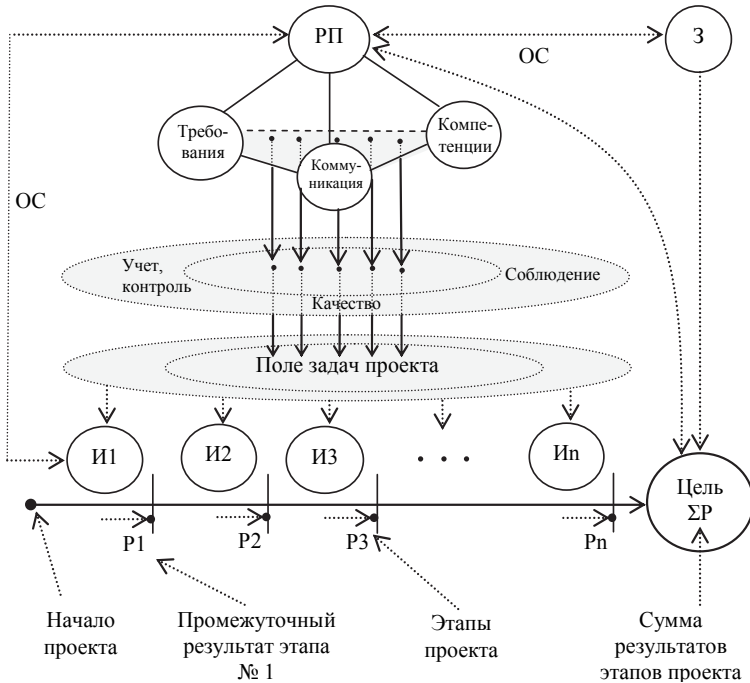


Рис. 1. Схематическое представление организации работ по управлению проектом:

РП – руководитель проекта; 3 – заказчик; ОС – обратная связь; И1, И2 – исполнитель № 1, № 2; P1, P2 – результаты промежуточных этапов проекта; ΣР – суммарный результат проекта (соответствует сумме промежуточных результатов проекта)

Разнообразие графических моделей достаточно велико. Рассмотрим граф как один из видов графической модели. Графы являются наглядным средством отображения состава и структуры системы [5]. Составными частями графа являются вершины и ребра. На рис. 1 вершины отображены кружками –

это элементы системы, а ребра изображены линиями – это связи (отношения) между элементами.

Если показывать все взаимосвязи при выполнении проектных работ и вовлеченных в нее элементов, то схема получается громоздкая и сложно читаемая. Тогда рассмотрим *один из неотъемлемых элементов выполнения работ (подсистему) – команду проекта и необходимые элементы для ее функционирования.*

Имеет смысл изобразить подсистему «команда проекта» в виде объемного графа для лучшей наглядности. Подходящей объемной моделью для такой системы является двойная треугольная пирамида, напоминающая своей формой *кристалл* (рис. 2).

Рассмотрим объемный граф формирования команды, изображенный на рис. 2. Исходя из графа представленного следует несколько выводов, которые описывают процесс взаимодействия элементов команды. Вершинами (составляющими) графа в данном случае служат как материальные, так и нематериальные элементы.

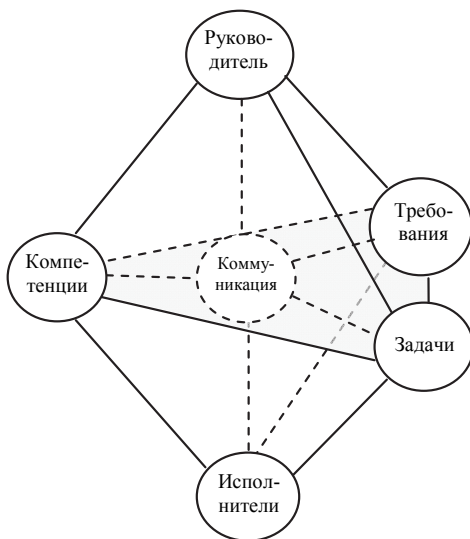


Рис. 2. Модель построения системы «команда» элементов, необходимых для ее функционирования, представленная в виде объемного графа «двойная треугольная пирамида»

Полезность такой модели в том, что все элементы связей (отношений), возникающих внутри графа, можно описать терминами, находящимися в вершинах графа. Например, выбирая одну вершину за точку отсчета, можно сказать, что ее определением будет связь остальных терминов, находящихся в вершинах графа. Приведем примеры.

**Задачи** выдаются руководителем для сотрудников с учетом требований к выполнению работ и компетенций каждого из сотрудников путем коммуникации.

**Коммуникация** соединяет руководителя и команду (исполнителей), через нее передаются задачи с учетом требований к работе и компетенций исполнителей.

**Руководитель** осуществляет связь всех элементов процесса выполнения проекта. Ставит задачи исполнителям в соответствии с их компетенциями, руководствуясь требованиями, предъявляемыми к работам.

Такая модель дает понять, что при пренебрежении либо отсутствии одной из вершин графа (одного из элементов системы «команда») качество работы падает, либо работа может быть не выполнена вовсе. Например, работа не будет соответствовать требованиям либо будет делаться некомпетентным специалистом, а при разрыве (отсутствии) процесса коммуникации граф (команда) распадается. Здесь «коммуникация» – звено, которое связывает и учитывает все аспекты системы.

Таким образом, для устойчивого функционирования такой системы необходимо взаимодействие в форме структуры, изображенной на рис. 2, которую можно назвать «кристалл команды».

Ребра, связывающие вершины графа, подразумевают определенные отношения между вершинами и принципы, по которым вершины взаимодействуют. Например, рассматривая элементы «задачи» – «компетенции» и связь между ними, можно отметить, что их отношение будет ставиться с учетом «компетенций» сотрудников (задачи учитывают компетенции), рис. 3.

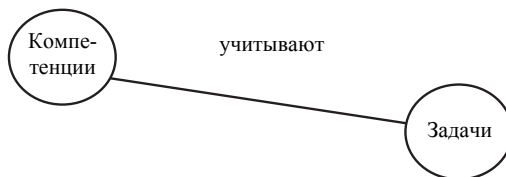


Рис. 3. Элемент графа «задачи» – «компетенции»

## ВЫВОДЫ

Рассмотрены схема организации работ по управлению проектом подготовки продукции и вариант применения графического моделирования с помощью объемного графа для элемента подсистемы «команда проекта».

Предложена модель подсистемы «команда проекта» в виде объемного графа для лучшей наглядности изображения. Модель удобна для использования и изучения.

Такая модель удобна тем, что все элементы связей (отношений), возникающих внутри графа, можно описать терминами, находящимися в вершинах графа. Например, выбирая одну вершину за точку отсчета, можно отметить, что ее определением будет связь остальных терминов, находящихся в вершинах графа.

Такая модель дает понять достаточность элементов и связей для качественного выполнения работ.

Как продолжение исследований в данном направлении, можно определить дальнейшее описание в форме графов остальных подсистем системы управления проектом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Р 50.1.016–98. Качество служебной информации. Графические модели в задачах выявления и анализа факторов, влияющих на технологические процессы переработки служебной информации. – М.: Госстандарт России, 1999. – 12 с. – (Рекомендации по стандартизации).

2. Кононов Ю.М. Обзор методик и алгоритмов решения задач управления производственным процессом на основе подходов системного анализа // Сборник научных трудов НГТУ. – 2017.–№ 1 (87). – С. 72–84.

3. Кононов Ю.М. Принципы и подходы к совершенствованию системы управления бизнес-процессами промышленного предприятия // Сборник научных трудов НГТУ. – 2017. – № 1 (87). – С. 85–97.

4. Информатика: графические информационные модели [Электронный ресурс]. – URL: <http://edufuture.biz> (дата обращения: 11.09.2017).

5. Проблемы предметной области. Информатика. Графические модели [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.orenipk.ru/kp/distant\\_vk/docs/2\\_1\\_1/inf/inf\\_graf.html](http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/inf/inf_graf.html) (дата обращения: 11.09.2017).



**Кононов Юрий Михайлович**, кандидат технических наук. Основные направления исследований: системный анализ, управление и обработка информации. Имеет более 20 публикаций. E-mail: ykтом1@gmail.com

## Graphic modeling in the tasks of analysis of multifactor systems\*

**Y.M. Kononov**

634012, Russian Federation, Tomsk, Elizavinskaya 4-17, Information and Consulting Center "Master-Class Consult", candidate of technical science. E-mail: ykтом1@gmail.com

The article presents the results of applying graphic modeling in the tasks of analyzing multifactor systems. The approach is considered on the example of the implementation of the technological project for the preparation of products. The block diagram of project management is considered. A model of analysis and organization of the subsystem "project team" in the form of a three-dimensional graph is proposed. The considered model provides stability of performance of works. The model is convenient for the description of all internal elements and connections arising within the graph. For example, by selecting one vertex for the reference point (the term to be determined), its definition will be the connection of the remaining terms located at the vertices of the graph. Such a model makes it possible to understand the sufficiency of elements and connections for the qualitative performance of work.

Important in the process of analyzing a multifactor system is the ability to determine the totality of its factors and the interaction of elements. For effective analysis and management of such systems, it is necessary to understand what changes will entail certain control actions on the system.

In this regard, particular importance is the study and improvement of methods and algorithms for the analysis of multifactor systems.

**Keywords:** graphical modeling, control, analysis, methodology, algorithm, information processing, communication, indicator, systematization, production process, result, goal, graph, principles, methods, functions, interactions

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-19-26

## REFERENCES

1. R 50.1.016–98. *Kachestvo sluzhebnoi informatsii. Graficheskie modeli v zadachakh vyyavleniya i analiza faktorov, vliyayushchikh na tekhnologicheskie protsessy pererabotki sluzhebnoi informatsii* [Recommendations for the standardization 50.1.016–98. Quality of service information. Graphic models in the problems of identifying and analyzing factors that affect the processing of processing of official information]. Moscow, Gosstandart Rossii, 1999. 12 p.

---

\* Received 18 July 2017.

2. Kononov Yu.M. Obzor metodik i algoritmov resheniya zadach upravleniya proizvodstvennym protsessom na osnove podkhodov sistemnogo analiza [Review of methods and algorithms for solving the problems of production process management based on the approaches of system analysis]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2017, no. 1 (87), pp. 72–84.

3. Kononov Yu.M. Printsipy i podkhody k sovershenstvovaniyu sistemy upravleniya biznes-protsessami promyshlennogo predpriyatiya [Principles and approaches to improvement the bussines process management system of an industrial enterprise]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2017, no. 1 (87), pp. 85–97.

4. *Informatika: graficheskie informatsionnye modeli* [Informatics: graphic information models]. Available at: <http://edufuture.biz> (accessed 11.09.2017).

5. *Problemy predmetnoi oblasti. Informatika. Graficheskie modeli* [Problems of the domain. Computer science. Graphic models]. Available at: [http://www.orenipk.ru/kp/distant\\_vk/docs/2\\_1\\_1/inf/inf\\_graf.html](http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/inf/inf_graf.html) (accessed 11.09.2017).

УДК 621.391

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ\*

А.С. КОСТЕНКОВА

*630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, аспирант кафедры теоретических основ радиотехники.  
E-mail: askostenkova@ya.ru*

В настоящее время тепловизионные системы получили широкое распространение во многих областях, например, в военном деле и медицине. Принцип действия тепловизионных систем основан на различии теплового излучения объекта и фона. Эти системы воспринимают тепловое излучение от объектов через среды, непрозрачные для видимого или ближнего инфракрасного излучения (листва, маскировочные сети, небольшой слой земли). Основным преимуществом тепловизионных систем является обеспечение большой дальности видения независимо от уровня естественной освещенности. Эта особенность позволяет им работать круглосуточно, а также в условиях световых помех и при пониженной прозрачности атмосферы. Однако при пространственной и временной дискретизации сигналов в тепловизионных системах возникают помехи, которые существенно ухудшают качество изображений. Эти и многие другие факторы приводят к снижению дальности действия и ухудшению характеристик обнаружения и различения объектов. Поэтому при создании современной тепловизионной системы необходимо провести комплекс работ по разработке тракта обработки сигналов.

**Ключевые слова:** тепловизионные изображения, программное улучшение, повышение контрастности

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-27-32

## ВВЕДЕНИЕ

Для получения тепловизионного изображения применяются различные одноэлементные приемники с охлаждением, имеющие оптико-механическую развертку [1], ПЗС матрицы инфракрасного диапазона [2], пироэлектрические видеоконны [3].

Обработка тепловизионных изображений является важной задачей при создании тепловизионного прибора. Задача трактов формирования изображе-

---

\* Статья получена 24 мая 2017 г.

ния и обработки изображения заключается в создании контрастного изображения без шумов и геометрических искажений. Однако каждая реальная система обладает импульсной характеристикой с ограниченной длительностью, что приводит к снижению разрешающей способности. Также качество тепловизионного изображения зависит от передаточных характеристик приемника и всех звеньев тепловизионной системы. Исследования [4–6] показали, что тепловизионное изображение содержит большое количество информационных параметров. Информация, заложенная в изображениях, носит статистический характер.

В настоящее время выделяются следующие перспективные направления исследований:

- создание новых методов низкочастотной и нелинейной фильтрации;
- фильтрация шумов и сегментирование с использованием математического аппарата;
- разработка высокоэффективных (по скорости и качеству) методов обработки и сегментации изображений;
- разработка методов выделения, распознавания объектов на изображении.

В последние годы системы передачи и обработки тепловизионных изображений быстро развиваются. Одним из важных вопросов является разработка методов выделения объектов, в первую очередь необходимо повысить различимость объектов на изображении. При разработке алгоритма необходимо минимизировать шумы электронного тракта, учитывать точность фокусировки объектива, разрешающую способность и частотно-контрастные характеристики матрицы.

## **1. МЕТОДЫ АППАРАТНОГО УЛУЧШЕНИЯ РАЗЛИЧИМОСТИ ОБЪЕКТОВ**

Для повышения различимости объектов необходимо оптимизировать параметры оптики тепловизионной системы. К параметрам оптики относятся спектральный и интегральный коэффициенты пропускания, геометрические параметры, функция рассеивания, дисторсии и разрешения объектива. Современные системы с гибридными объективами обладают улучшенными частотно-контрастными характеристиками, сниженными световыми потерями [7].

## 2. МЕТОДЫ ПРОГРАММНОГО УЛУЧШЕНИЯ РАЗЛИЧИМОСТИ ОБЪЕКТОВ

На различимость объектов на тепловизионных изображениях наиболее существенное влияние оказывают тепловой контраст, зависящий от условий приема потоков излучений, и контрастность изображений, вторично обрабатываемых в тракте [8]. Наиболее перспективными методами программного улучшения различимости являются методы повышения контрастности. Под контрастностью изображения понимают разность между максимальной и минимальной яркостью пикселей. Большинство методов основано на преобразовании шкалы яркости. Перед обработкой формируется массив соответствия яркостей согласно заданной функции преобразования. Такой подход значительно сокращает время обработки. Недостатком этого метода является полное слияние фрагментов, находящихся вне выбранного диапазона яркости [9]. Нелинейное преобразование шкалы яркости позволяет увеличить контрастность в локальном диапазоне яркостей за счет снижения контрастности в других диапазонах [10]. Также увеличение различимости фрагментов изображения можно получить путем эквализации гистограммы [11]. Метод эквализации гистограммы основан на предположении, что наибольшая контрастность достигается на изображении, гистограмма которого представляет равномерное распределение пикселей по яркостям на всем возможном диапазоне. Кроме методов повышения контрастности применяется метод сверхразрешения [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье представлен обзор существующих аппаратных и программных методов улучшения различимости объектов на тепловизионных изображениях. Данный обзор составит основу для дальнейших исследований по этой тематике.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Поскачей А.А., Чубаров Е.П.* Оптико-электронные системы измерения температуры. – М.: Энергия, 1988. – 248 с.
2. *Малахов И.К.* Пирозэлектрические видиконы // Техника кино и телевидения. – 1980. – № 10. – С. 60–66.

3. Журавлев А.А., Кормушкин А.В., Куракин Л.А. Один вариант построения тепловизионной системы на пироэлектрическом видиконе // Тепловидение: межвузовский сборник научных трудов / под ред. Н.Д. Куртева. – М.: МИРЭА, 1982. – С. 52–60.
4. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Инфракрасные системы «смотрящего» типа. – М.: Логос, 2004. – 444 с.
5. Прэнтт У. Цифровая обработка изображений: в 2 кн. – М.: Мир, 1982. – 2 кн.
6. Мирошников М.М. Теоретические основы оптикоэлектронных приборов. – Л.: Машиностроение, 1983. – 696 с.
7. Анализ параметрической модели обобщенного триплета и его применение в оптико-информационных системах / Р.В. Анитропов, И.Г. Бронштейн, В.Н. Васильев, В.А. Зверев, И.Л. Лившиц, М.Б. Сергеев, Унчун Чо // Информационно-управляющие системы. – 2010. – № 1. – С. 6–14.
8. Улучшение различимости информативных фрагментов монохромных ИК-изображений / А.А. Востриков, Н.В. Кучин, Е.А. Петренко, А.М. Сергеев, Н.В. Соловьев, Т.Н. Соловьева // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 6 (85). – С. 2–9. – doi: 10.15217/issn1684-8853.2016.6.
9. Колбанев М.Ю., Рогачев В.А. Анализ проблемы обнаружения в инфракрасных системах // Информационно-управляющие системы. – 2010. – № 5. – С. 51–54.
10. Ерош И.Л., Сергеев М.Б., Соловьев Н.В. Обработка и распознавание изображений в системах превентивной безопасности: учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2005. – 154 с.
11. Woods R.E., Gonzalez R.C. Digital image processing. – 2<sup>nd</sup> ed. – Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002. – 813 p.
12. Методы компьютерной обработки изображений / под ред. В.А. Сойфера. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.

**Костенкова Анна Сергеевна**, аспирант кафедры теоретических основ радиотехники Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – цифровая обработка оптических и тепловизионных изображений. E-mail: askostenkova@ya.ru

## Methods for improving the quality of the infrared images<sup>\*</sup>

A.S. Kostenkova

*Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, graduate student Department of Theoretical Foundations of Radio Engineering. E-mail: askostenkova@ya.ru*

Nowadays, the infrared systems have become widely used in many fields, such as military and medicine. The operation principle of the infrared system is based on the difference between infrared radiation of object and background. These systems detect objects' infrared radiation via opaque mediums in visible and near infrared radiations (foliage, masking nets, and small layer of ground). The main advantage of the infrared systems is a long-range of vision regardless of a natural illumination level. It allows them to work round the clock in conditions of light pollutions and at the reduced atmospheric transmittance. However, spatial and time discretization of signals cause noise that significantly degrades the infrared images quality. All these, and many other factors lead to the reducing of action range and degrading of object detection and discrimination. Therefore, it is required to make a set of works on development of the signal processing path.

**Keywords:** Infrared images, program improvement, contrast enhancing

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-27-32

## REFERENCES

1. Poskachei A.A., Chubarov E.P. *Optiko-elektronnyye sistemy izmereniya temperatury* [Optoelectronic systems for measuring temperature.]. Moscow, Energiya Publ., 1988. 248 p.
2. Malakhov I.K. Piroelektricheskie vidikony [Pyroelectric vidicons]. *Tekhnika kino i televiziya – Technique of cinema and television*, 1980, no. 10, pp. 60–66.
3. Zuravlev A.A., Kormushkin A.B., Kurakin L.A. Odin variant postroeniya teplovizionnoi sistemy na piroelektricheskom vidikone [One variant of constructing a thermal imaging system on pyroelectric vidicon]. *Teplovidenie* [Thermovision]. Moscow, 1982, pp. 52–60.
4. Tarasov V.V., YAkushenkov YU.G. *Infrakrasnye sistemy "smotryashchego" tipa* [Infrared systems "looking" type]. Moscow, Logos Publ., 2004. 444 p.
5. Pratt W.K. *Digital image processing*. New York, Wiley, 1978 (Russ. ed.: Prett U. *Tsifrovaya obrabotka izobrazhenii*. V 2 kn. Moscow, Mir Publ., 1982.).
6. Mirosnikov M.M. *Teoreticheskie osnovy optikoelektronnykh priborov* [Theoretical foundations of optoelectronic devices]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1983. 696 p.

---

<sup>\*</sup> Received 24 May 2017.

7. Anitropov R.V., Bronshtein I.G., Vasil'ev V.N., Zverev V.A., Livshits I.L., Sergeev M.B., Unchun Cho. Analiz parametricheskoi modeli obobshchennogo tripleta i ego primenenie v optiko-informatsionnykh sistemakh [Analysis of the parametric model of the generalized triplet and its application in optical-information systems]. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2010, no. 1, pp. 6–14.

8. Vostrikov A.A., Kuchin N.V., Petrenko E.A., Sergeev A.M., Solov'ev N.V., Solov'eva T.N. Uluchshenie razlichimosti informativnykh fragmentov monokhromnykh IK-izobrazhenii [Improving the legibility of informative fragments of monochrome infrared images]. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2016, no. 6 (85), pp. 2–9. doi: 10.15217/issn1684-8853.2016.6.

9. Kolbanev M.Yu., Rogachev V.A. Analiz problemy obnaruzheniya v infrakrasnykh sistemakh [Analysis of the detection problem in infrared systems]. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy – Information and Control Systems*, 2010, no. 5, pp. 51–54.

10. Erosh I.L., Sergeev M.B., Solov'ev N.V. *Obrabotka i raspoznavanie izobrazhenii v sistemakh preventivnoi bezopasnosti* [Image processing and recognition in preventive safety systems]. St. Petersburg, GUAP Publ., 2005. 154 p.

11. Woods R.E., Gonzalez R.C. *Digital image processing*. 2<sup>nd</sup> ed. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 2002. 813 p.

12. Soifer V.A., ed. *Metody komp'yuternoï obrabotki izobrazhenii* [Methods of computer image processing]. Fizmatlit Publ., 2003. 784 p.



УДК 519.6

## АЛГОРИТМ ПОИСКА ПУТИ ИЗ ПУНКТА А В ПУНКТ Б\*

Е.П. МИКОВ<sup>1</sup>, В.А. БОНДАРЬ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, студент кафедры автоматики. E-mail: bondar.vale@mail.ru  
<sup>2</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, студент кафедры автоматики. E-mail: Mikov.e.p@gmail.com

Поиск пути из точки А в точку Б – одна из самых распространенных задач при разработке игр. Для решения этой задачи есть множество алгоритмов, но программа, разработанная нами, является уникальным вариантом реализации метода поиска пути. Многие программисты и разработчики игр не владеют информацией на предмет того, какой алгоритм поиска пути из двух отдаленных точек наиболее эффективен. Чтобы реализовать задуманный проект, возникает необходимость ознакомления с множеством алгоритмов, из которых далеко не каждый удобен в пользовании. В ходе написания нашей программы были испробованы многие методы и в итоге определены самые совершенные и, как оказалось, наиболее популярные алгоритмы поиска, именуемые А\* (A star). Цель работы – создание драйвера-программы для роботов, основанных на схемах Arduino, для нахождения кратчайшего пути из точки А в точку Б. Следует отметить, что у схем Arduino есть такой недостаток, как отсутствие многопоточности. В связи с этим в ходе реализации проекта появилась еще одна цель – это оптимизация алгоритма для одного потока процесса. Следовательно, нашей конечной целью можно назвать способ написания однопоточного алгоритма.

**Ключевые слова:** алгоритмизация, поиск пути, C#, программа, однопоточность, оптимизация, Arduino, разработка игр

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-33-40

## ВВЕДЕНИЕ

Многие программисты и разработчики игр не владеют информацией на предмет того, какой алгоритм поиска пути из двух отдаленных точек наиболее эффективен. Чтобы реализовать задуманный проект, возникает необходимость ознакомления с множеством алгоритмов, из которых далеко не каждый удобен в пользовании. В ходе написания программы мы испробовали многие

---

\* Статья получена 02 мая 2017 г.

методы и в итоге определили самый совершенный и, как оказалось, наиболее популярный способ алгоритмизации поиска, именуемый  $A^*$  ( $A$  star). Ему и посвящена наша работа.

## 1. ЦЕЛЬ ПРОДЕЛАННОЙ РАБОТЫ И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПОИСКА

Цель работы – создание драйвера-программы для роботов, основанных на схемах Arduino, для нахождения кратчайшего пути из точки  $A$  в точку  $B$ . Следует отметить, что у схем Arduino есть такой недостаток, как отсутствие многопоточности. В связи с этим в ходе реализации проекта у нас появилась еще одна цель – это оптимизация алгоритма для одного потока процесса. Следовательно, нашей конечной целью можно назвать разработку способа написания однопоточного алгоритма, который будет выполнять следующее:

- 1) переработку местности в массив;
- 2) сжатие массива до максимально возможного размера жесткости;
- 3) поиск кратчайшего пути из точки  $A$  в точку  $B$ .

Ниже изложены особенности метода  $A^*$  ( $A$  star) и предложенный нами способ реализации.

Как и алгоритм поиска в ширину, алгоритм  $A^*$  является полным в том смысле, что он всегда находит решение, если таковое существует.

Если эвристическая функция  $h$  допустима, т. е. никогда не переоценивает действительную минимальную стоимость достижения цели, то алгоритм  $A^*$  сам является допустимым (или оптимальным) также при условии, что мы не отсекаем пройденные вершины. Если же мы это делаем, то для оптимальности алгоритма требуется, чтобы  $h(x)$  была еще и монотонной или преемственной эвристикой. Свойство монотонности означает, что если существуют пути  $A-B-C$  и  $A-C$  (необязательно через  $B$ ), то оценка стоимости пути от  $A$  до  $C$  должна быть меньше суммы оценок путей  $A-B$  и  $B-C$  либо равна этой сумме. (Монотонность также известна как неравенство треугольника: одна сторона треугольника не может быть длиннее, чем сумма двух других сторон.) Математически для всех путей  $x, y$  (где  $y$  – потомок  $x$ ) выполняется условие

$$g(x) + h(x) \leq g(y) + h(y).$$

Алгоритм  $A^*$  также оптимально эффективен для заданной эвристики  $h$ . Это значит, что любой другой алгоритм исследует не меньше узлов, чем  $A^*$  (за исключением случаев, когда существует несколько частных решений с одинаковой эвристикой, точно соответствующей стоимости оптимального пути).

В то время как алгоритм  $A^*$  оптимален для «случайно» заданных графов, нет гарантии, что он сделает свою работу лучше, чем более простые, но и более информированные относительно проблемной области алгоритмы. Например, в некоем лабиринте может потребоваться сначала идти по направлению от выхода и только потом повернуть назад. В этом случае обследование вначале тех вершин, которые расположены ближе к выходу (по прямой дистанции), будет потерей времени.

### Особые случаи

Поиск в глубину и поиск в ширину являются двумя частными случаями алгоритма  $A^*$ . Для поиска в глубину возьмем глобальную переменную–счетчик  $C$ , инициализировав ее неким большим значением. Всякий раз при раскрытии вершины будем присваивать смежным вершинам значение счетчика, уменьшая его на единицу после каждого присваивания. Таким образом, чем раньше будет открыта вершина, тем большее значение  $h(x)$  она получит, а значит, будет просмотрена в последнюю очередь. Если положить  $h(x) = 0$  для всех вершин, то мы получим еще один специальный случай – алгоритм Дейкстры.

### Тонкости реализации

Существует несколько особенностей реализации и приемов, которые могут значительно повлиять на эффективность алгоритма. Первое, на что следует обратить внимание, – это то, как очередь с приоритетом обрабатывает связи между вершинами. Если вершины добавляются в нее так, что очередь работает по принципу LIFO, то в случае вершин с одинаковой оценкой алгоритм  $A^*$  «пойдет» в глубину. Если же при добавлении вершин реализуется принцип FIFO, то для вершин с одинаковой оценкой алгоритм, напротив, будет реализовывать поиск в ширину. В некоторых случаях это обстоятельство может оказывать существенное влияние на производительность.

В случае, если по окончании работы требуется сохранение, то вместе с каждой вершиной обычно хранят ссылку на родительский узел. Эти ссылки позволяют реконструировать оптимальный маршрут. Если так, тогда важно, чтобы одна и та же вершина не встречалась в очереди дважды (имея при этом свой маршрут и свою оценку стоимости). Обычно для решения этой проблемы при добавлении вершины проверяют, нет ли записи о ней в очереди. Если она есть, то запись обновляют так, чтобы она соответствовала минимальной стоимости. Для поиска вершины в сортирующем дереве многие стандартные алгоритмы требуют времени  $O(n)$ . Если усовершенствовать дерево с помощью хеш-таблицы, то можно уменьшить это время.

### Почему алгоритм A\* допустим и оптимален

Алгоритм A\* и допустим, и обходит при этом минимальное количество вершин, благодаря тому что работает с «оптимистичной» оценкой пути через вершину. Оптимистичной в том смысле, что если он пойдет через эту вершину, то у него «есть шанс», что реальная стоимость результата будет равна этой оценке, но никак не меньше. Поскольку A\* является информированным алгоритмом, такое равенство может быть вполне возможным.

Когда алгоритм A\* завершает поиск, то, согласно определению, он находит путь, истинная стоимость которого меньше, чем оценка стоимости любого пути через любой открытый узел. Но поскольку эти оценки являются оптимистичными, соответствующие узлы можно без сомнений отбросить. Иначе говоря, A\* никогда не упустит возможности минимизировать длину пути и поэтому является допустимым.

Предположим теперь, что некий алгоритм B вернул в качестве результата путь, длина которого больше оценки стоимости пути через некоторую вершину. На основе эвристической информации для алгоритма B нельзя исключить возможность, что этот путь имел и меньшую реальную длину, чем результат. Соответственно, пока алгоритм B просмотрел меньше вершин, чем A\*, он не будет допустимым. Итак, A\* проходит наименьшее количество вершин графа среди допустимых алгоритмов, использующих такую же точную (или менее точную) эвристику.

### Оценка сложности

Временная сложность алгоритма A\* зависит от эвристики. В худшем случае число вершин, исследуемых алгоритмом, растет экспоненциально по сравнению с длиной оптимального пути, но сложность становится полиномиальной, когда эвристика удовлетворяет следующему условию:

$$|h(x) - h^*(x)| \leq O(\log h^*(x)),$$

где  $h^*$  – оптимальная эвристика, т. е. точная оценка расстояния из вершины  $x$  к цели. Другими словами, ошибка  $h(x)$  не должна расти быстрее, чем логарифм от оптимальной эвристики.

Но еще большую проблему, чем временная сложность, представляют собой потребляемые алгоритмом ресурсы памяти. В худшем случае ему приходится помнить экспоненциальное количество узлов. Для борьбы с этим было предложено несколько вариаций алгоритма, таких как алгоритм A\* с итеративным углублением (iterative deepening A\*, IDA\*), A\* с ограничением памяти (memory-bounded A\*, MA\*), упрощенный MA\* (simplified MA\*, SMA\*) и рекурсивный поиск по первому наилучшему совпадению (recursive best-first search, RBFS).

## 2. АЛГОРИТМ

1. Создается два списка вершин – ожидающие рассмотрения и уже рассмотренные. В ожидающие добавляется точка старта, список рассмотренных пока пуст.

2. Для каждой точки рассчитывается  $F = G + H$ , где  $G$  – расстояние от старта до точки,  $H$  – примерное расстояние от точки до цели. Также каждая точка хранит ссылку на точку, из которой в нее пришли.

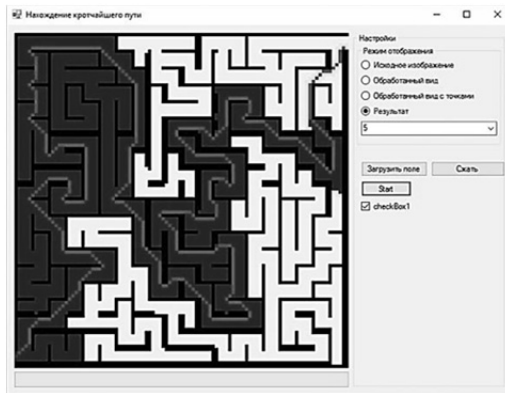
3. Из списка точек на рассмотрение выбирается точка с наименьшим  $F$ . Обозначим ее  $X$ .

4. Если  $X$  – цель, то мы нашли маршрут.

5. Переносим  $X$  из списка ожидающих рассмотрения в список уже рассмотренных.

6. Для каждой из точек, соседних для  $X$  (обозначим эту точку  $Y$ ), делаем следующее:

- если  $Y$  уже находится в рассмотренных – пропускаем ее;
- если  $Y$  еще нет в списке на ожидание – добавляем ее туда, запомнив ссылку на  $X$  и рассчитав  $Y.G$  (это  $X.G$  + расстояние от  $X$  до  $Y$ ) и  $Y.H$ ;
- если же  $Y$  в списке на рассмотрение – проверяем, если  $X.G$  + расстояние от  $X$  до  $Y < Y.G$ , значит мы пришли в точку  $Y$  более коротким путем, заменяем  $Y.G$  на  $X.G$  + расстояние от  $X$  до  $Y$ , а точку, из которой пришли в  $Y$ , на  $X$ ;
- если список точек на рассмотрение пуст, а до цели мы так и не дошли – значит маршрут не существует (рисунок).



Результат работы алгоритма

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье мы постарались наглядно осветить основные принципы функционирования взвешенных графов и методов их создания. Программа позволяет находить кратчайшее расстояние из точки А в точку Б. Дальнейшее усложнение этой программы позволит анализировать более сложные клеточные пространства и графы, а также находить кратчайший маршрут между ними.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают искреннюю благодарность профессору кафедры автоматки А.А. Воеводе за помощь при написании работы, а также за полезное обсуждение полученных результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рихтер Д.* CLR via C#: программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2017. – 896 с.
2. *Дейтел П., Дейтел Х.* Как программировать на Visual C# 2012: включая работу в Windows 7 и Windows 8. – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 585 с.
3. *Мак-Дональд М.* WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.5 с примерами на C# 5.0: для профессионалов. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2012. – 1024 с.
4. *Павловская Т.А.* C#: программирование на языке высокого уровня. – СПб.: Питер, 2009. – 432 с.
5. *Евстигнеев В.А.* Итеративные алгоритмы глобального анализа графов. Пути и покрытия // Применение теории графов в программировании / под ред. А.П. Ершова. – М.: Наука, 1985. – Гл. 3. – С. 138–150.
6. *Таланов В.А.* Нахождения кратчайших путей в графе // Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы. Модели вычислений. Структуры данных. – Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2005. – Гл. 3.4. – С. 236–237. – ISBN 5–85747–810–8.
7. *Галкина В.А.* Построение кратчайших путей в ориентированном графе // Галкина В.А. Дискретная математика. Комбинаторная оптимизация на графах. – М.: Гелиос АРВ, 2003. – Гл. 4. – С. 75–94. – ISBN 5–85438–069–2.
8. *Берж К.* Задача о кратчайшем пути // Берж К. Теория графов и ее применения / под ред. И.А. Вайнштейна. – М.: Издательство иностранной литературы, 1962. – Гл. 7. – С. 75–81.

**Миков Егор Петрович**, студент факультета автоматике и вычислительной техники Новосибирского государственного университета. E-mail: Mikov.e.p@gmail.com

**Бондарь Валерий Александрович**, студент факультета автоматике и вычислительной техники Новосибирского государственного университета. E-mail: bondar.vale@mail.ru

## The algorithm for finding the path from point A to point B\*

E.P. Mikov<sup>1</sup>, V.A. Bondar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, students of the Department of Automation. E-mail: bondar.vale@mail.ru

<sup>2</sup> Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, students of the Department of Automation. E-mail: Mikov.e.p@gmail.com

Finding a path from point A to point B is one of the most common tasks in developing games. To solve this problem, there are many algorithms, but the program developed by us is a unique variant of the implementation of the path-finding method. Many programmers and game developers do not know the information about which algorithm for finding a path from two remote points is most effective. To realize the conceived project, they need to familiarize themselves with a lot of algorithms, of which not every one is comfortable to use. During the writing of the program, we tried many methods, and eventually determined the most perfect one. As it turned out, the most popular way of algorithmizing the search, called A\* (A star). The purpose of our joint work was to create a driver program for robots based on Arduino schemes to find the shortest path from point A to point B. It should be noted that Arduino schemes have such a disadvantage as a lack of multithreading. In this regard, we have another goal in the course of implementing our project: optimization of the algorithm for a single process flow. Therefore, our final goal is the way to write a single-threaded algorithm.

**Keywords:** algorithmization, path search, C#, program, singlethread, optimization, Arduino, game development

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-33-40

## REFERENCE

1. Richter J. *CLR via C#: программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке C#* [CLR via C#. Programming on the Microsoft .NET Framework 4.5 in C#. 4<sup>th</sup> ed. St. Petersburg, Piter Publ., 2017. 896 p. (In Russian).
2. Deitel P., Deitel H. *Kak programirovat' na Visual C# 2012: vklyuchaya rabotu v Windows 7 i Windows 8* [Visual C# 2012. How to program]. 5<sup>th</sup> ed. St. Petersburg, Piter Publ., 2014. 585 p. (In Russian).

---

\* Received 02 May 2017.

3. MacDonald M. *WPF: Windows Presentation Foundation v .NET 4.5 s primerami na C# 5.0: dlya professionalov* [WPF: Windows Presentation Foundation in .NET 4.5 with examples in C# 5.0 for professionals]. 4th ed. Moscow, Vil'yams Publ., 2012. 1024 p. (In Russian).
4. Pavlovskaya T.A. *C#: programmirovaniye na yazyke vysokogo urovnya* [C#: programming in a high-level language]. St. Petersburg, Piter Publ., 2009. 432 p.
5. Evstigneev V.A. Iterativnyye algoritmy global'nogo analiza grafov. Puti i pokrytiya [Interactive algorithms for global analysis of graphs. Ways and coverings]. *Primeneniye teorii grafov v programmirovanii* [Application of graph theory in programming]. Ed. A.P. Ershov. Moscow, Nauka Publ., 1985, ch. 3, pp. 138–150.
6. Talanov V.A. Nakhozhdeniya kratchaishikh putei v grafe [Finding the shortest paths in a graph]. Alekseev V.E., Talanov V.A. *Grafy. Modeli vychislenii. Struktury dannykh* [Graphs. Models of calculations. Datastructures]. Nizhni Novgorod, National Research Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod Publ., 2005, ch. 3.4, pp. 236–237. ISBN 5-85747-810-8.
7. Galkina V.A. Postroeniye kratchaishikh putei v orientirovannom grafe [Construction of shortest paths in an oriented graph]. Galkina V.A. *Diskretnaya matematika. Kombinatornaya optimizatsiya na grafakh* [Discrete mathematics. Combinatorial optimization on graphs]. Moscow, Gelios ARV Publ., 2003, ch. 4, pp. 75–94. ISBN 5-85438-069-2.
8. Berge K. Zadacha o kratchaishem puti [The problem of the shortest path]. Berge K. *Teoriya grafov i ee primeneniya* [Theory of graphs and its applications]. Ed. by I.A. Vainshtein. Moscow, Izdatel'stvo inostrannoi literatury Publ., 1962, ch. 7, pp. 75–81. (In Russian).



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И УСТРОЙСТВ

УДК 004.056

### ГЕНЕРАТОР ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ШУМА С АВТОМАТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКОЙ ПОД УРОВЕНЬ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА\*

А.Ю. АНИКЕЕВА

*630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, магистрант кафедры защиты информации. E-mail: anik93@list.ru*

В статье рассматривается подход создания генератора виброакустического шума с автоматической настройкой под уровень речевого сигнала для маскировки информативных сигналов. Данная проблема достаточно актуальна, так как на сегодняшний день средства активной защиты (САЗ) не учитывают изменение уровня речи в защищаемом помещении в определенной контрольной точке (КТ).

**Ключевые слова:** генератор виброакустического шума, защищенность информации, техническая защита информации, форсирование речи, защищаемое помещение, средства активной защиты

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-41-45

## ВВЕДЕНИЕ

При проектировании и создании надежной системы виброакустической защиты информации нужно оценивать защищенность помещения по техническим (вибрационный, акустический) каналам утечки речевой информации. Как правило, гарантированная защита не может быть обеспечена выполнением только пассивных мер защиты информации, т. е. усилением звукоизоляции и виброизоляции конструкций. В данных ситуациях необходимо использовать активные меры защиты, основанные на создании дополнительных вибрационных и акустических помех в каналах утечки информации. Принцип работы таких САЗ крайне прост, для скрытия акустических сигналов создается помеха, которая снижает уровень разборчивости речи до необходимых значений. При этом злоумышленник не может отделать полу-

---

\* Статья получена 30 мая 2017 г.

ченную им информацию от создаваемой помехи. Однако в защищаемом и смежных помещениях создается побочный акустический шум, который может мешать нормальной работе.

При ведении переговоров в защищаемом помещении уровень речи говорящего человека может значительно увеличиваться (например, когда произносящие речь дикторы начинают спорить друг с другом, тем самым увеличивая тон голоса). Согласно оценке амплитудного состава обычной (спокойной) и форсированной речи были определены достаточные уровни тестовых акустических сигналов, значения которых равны 74 и 85 дБ соответственно [6]. Разница между форсированной речью и спокойной составляет 10 дБ. Исходя из этого при резком увеличении уровня речи возможна утечка информации. Чтобы этого не произошло, необходимо такое СЗИ (средство защиты информации) с автоматической регулировкой уровня шума, которое будет усиливать помеху, если уровень акустического сигнала диктора превышает 75 дБ.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Цель работы – рассмотреть подход создания генератора виброакустического шума с автоматической регулировкой под уровень речевого сигнала.

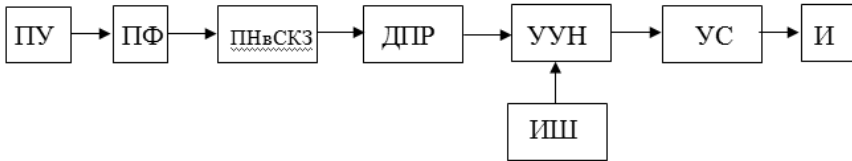
Существуют аналогичные САЗ, реализованные по схеме с центральным генератором виброакустического шума (например, адаптивный генератор виброакустической помехи «Кедр»), которые анализируют акустическую обстановку в помещении и на основе анализа формируют сигнал, который управляет параметрами генератора шума.

Недостатком таких средств защиты является тот факт, что акустическая обстановка в помещении анализируется с помощью одного или двух микрофонов, которые находятся вблизи источников сигнала. Следовательно, возможна как недостоверная оценка уровня речи диктора в контрольной точке, так и избыточное превышение уровня помехи виброизлучателей.

Предлагаемый генератор виброакустического шума с автоматической настройкой под уровень речевого сигнала имеет несколько преимуществ перед рассматриваемыми выше САЗ. Один из плюсов данной системы – это изменение уровня виброакустической помехи именно на тех излучателях, в которых уровень сигнала превышает 75 дБ. Соответственно не будет создаваться излишнее превышение уровня помехи в помещении, обеспечивая тем самым более надежную защиту и более комфортные условия для проведения переговоров.

Для реализации такого САЗ в каждый вибродатчик встраивается микрофон, который анализирует акустическую обстановку в контрольной точке.

Обобщенная структурная схема генератора зашумления приведена на рисунке.



Структурная схема генератора зашумления:

ПУ – предусилитель; ПФ – полосовой фильтр; ПНвСКЗ – преобразователь напряжения в среднеквадратическое значение сигнала; ДПР – детектор порогового значения; УУН – усилитель, управляемый напряжением; УС – усилитель мощности (усиливает ток); ИШ – источник шума; И – излучатель

Если уровень сигнала меньше 75 дБ, то генератор виброакустического шума работает на заданных изначально настройках. При повышении уровня сигнала помеха начинает усиливаться излучателем в соответствии с речевым сигналом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подобного рода системы активной защиты информации позволят наиболее точно оценивать защищенность помещения к каждой контрольной точке с помощью генераторов – виброизлучателей, в которые встроены измерительные микрофоны для анализа акустической обстановки в КТ. Тем самым будет создаваться оптимальное излучение шума в помещении, так как уровень виброакустической помехи будет изменяться только на том вибродатчике, на котором это необходимо.

При дальнейшем развитии данной темы возможна доработка системы зашумления с автоматической настройкой под уровень речевого сигнала таким образом, чтобы генератор виброакустической помехи изменял спектрально-энергетические характеристики маскирующего шума в зависимости от спектра говорящего человека. Для реализации данной схемы необходимо большое количество электронных компонентов, поэтому предлагается ее реализовывать, применяя микроконтроллеры.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Трушин В.А.* Защита речевой информации от утечки по акустическим и виброакустическим каналам: учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 40 с.
2. *Халятин Д.Б.* Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь! – М.: Баярд, 2004. – 432 с.
3. *Хорев А.А.* Технические каналы утечки акустической (речевой) информации // *Специальная техника.* – 2009. – № 5. – С. 12–26.
4. *Хорев А.А., Макаров Ю.К.* Методы защиты речевой информации и оценки их эффективности // *Защита информации. Конфидент.* – 2001. – № 4. – С. 22–33.
5. *Иванов А.В., Трушин В.А.* О модели речевого сигнала при оценке защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам // *Доклады ТУСУР.* – 2014. – № 2 (32), ч. 1. – С. 87–90.
6. *Иванов А.В., Трушин В.А., Хищенко В.Е.* О выборе модели тестового сигнала при оценке защищенности речевой информации от утечки по техническим каналам // *Труды СПИИРАН.* – 2015. – Вып. 3. – С. 122–133.

**Аникеева Александра Юрьевна**, магистрант кафедры защиты информации факультета автоматизации и вычислительной техники Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – защита информации. E-mail: Anik93@list.ru.

### **Generator of vibroacoustic noise with automatic setting under the level of speech signal \***

**A.Y. Anikeeva**

*Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, Master of Information Protection Department. E-mail: Anik93@list.ru.*

In the article devoted to the creation of a generator of vibro-acoustic noise with automatic adjustment to the level of the speech signal for masking informative signals. The present problem is quite urgent, since to date, means of active protection (SC) do not take into account the measurement of the speech level in the protective room at a certain control point (CT).

---

\* Received 30 May 2017.

**Keywords:** generator of vibro-acoustic noise, information security, technical protection of information, voice forcing, protected room, means of active protection

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-41-45

## REFERENCES

1. Trushin V.A. *Zashchita rechevoi informatsii ot utechki po akusticheskim i vibroakusticheskim kanalam* [Protection of speech information from leakage through acoustic and vibroacoustic channels]. Novosibirsk, NSTU Publ., 2006. 40 p.
2. Khalyapin D.B. *Zashchita informatsii. Vas podslushivayut? Zashchishchaites'!* [Data protection. Are you being eavesdropped? Defend yourself!]. Moscow, Bayard Publ., 2004. 432 p.
3. Khorev A.A. Tekhnicheskie kanaly utechki akusticheskoi (rechevoi) informatsii [Technical channels of leakage of acoustic (speech) information]. *Spetsial'naya tekhnika – Special Equipment*, 2009, no. 5, pp. 12–26.
4. Khorev A.A., Makarov Yu.K. Metody zashchity rechevoi informatsii i otsenki ikh effektivnosti [Methods of protection of speech information and evaluation of their effectiveness]. *Zashchita informatsii. Konfident – Information protection. Confidential*, 2001, no. 4, pp. 22–33.
5. Ivanov A.V., Trushin V.A. O modeli rechevogo signala pri otsenke zashchishchennosti rechevoi informatsii ot utechki po tekhnicheskim kanalam [On the model of the speech signal when assessing the protection of voice information from leakage through technical channels]. *Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki – Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics*, 2014, no. 2 (32), pt. 1, pp. 87–90.
6. Ivanov A.V., Trushin V.A., Khitsenko V.E. O vybore modeli testovogo signala pri otsenke zashchishchennosti rechevoi informatsii ot utechki po tekhnicheskim kanalam [On the choice of the test signal model in assessing the protection of speech information from leakage through technical channels]. *Trudy SPIIRAN – SPIIRAS Proceedings*, 2015, iss. 3, pp. 122–133.

УДК 681.513

## СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА «РУКА-МАНИПУЛЯТОР»\*

М.Б. ПИЧУГИН

*630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, студент кафедры автоматки. E-mail: CIL012@gmail.com*

Управление манипулятором реализовано несколькими вариантами: посредством персонального компьютера (интерфейс), на платформе Thingworx (WEB-интерфейс), с помощью проводного / беспроводного устройства (геймпад), реализацией набора заданных действий при помощи подключаемых датчиков позиционирования.

За счет применения технологии 3D-печати пользователь может оперативно менять поврежденные или измененные части манипулятора. Выводными данными являются перемещение манипулятора в пространстве и вывод информации на экран в виде координат состояния двигателей. За основу взята антропоморфная кинематическая схема. Управление звеном «руки-манипулятора» происходит за счет расположенных в конструкции сервоприводов. Для достижения приемлемой эффективности подвижности «руки» и устранения весового дисбаланса основная часть двигателей расположена в опорной части «руки». В клешневую часть вынесено два сервопривода – на вращение и на захват.

**Ключевые слова:** 3Dпечать, манипулятор, степени свободы, лабораторный стенд, сервопривод, ArduinoMega, ArduinoNano

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-46-57

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на универсальность понятия «робот» и ассоциации, вызываемые этим термином у неспециалистов, подавляющее большинство роботов, используемых в промышленности, представляют собой манипуляторы, управляемые посредством микропроцессорных контроллеров. Многозвенная кон-

---

\* Статья получена 01 июня 2017 г.

струкция манипулятора заканчивается схватом или сменным инструментом, с помощью которого можно перемещать объекты в рабочем пространстве либо выполнять несложные технологические операции.

Манипулятор – механизм в виде кинематических цепей из звеньев, образующих кинематические пары с одной (реже с двумя) степенью подвижности с угловым или поступательным относительным движением и системой приводов, обычно отдельных для каждой степени подвижности. Многообразие конструкций промышленных роботов-манипуляторов позволяет применять их для решения широкого круга задач, в частности таких, решение которых при непосредственном участии человека затруднительно и даже невозможно (рис. 1).

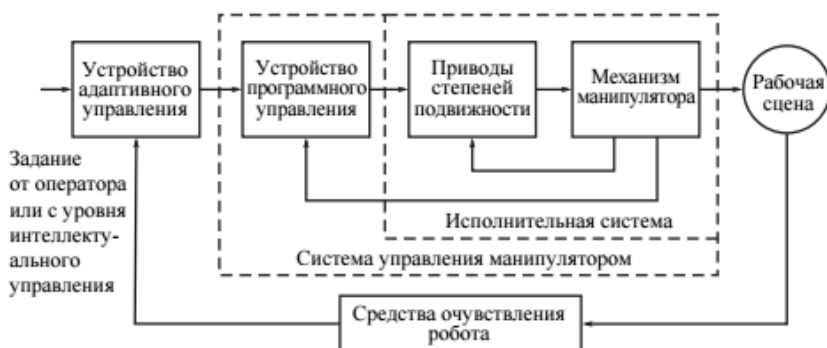


Рис. 1. Функциональная схема системы управления

Столь обширное применение порождает необходимость в специалистах, способных поддерживать весь жизненный цикл манипуляторов. Посредством применения технологии 3D-печати в построении манипулятора можно обеспечить доступный для школ и университетов робототехнический комплекс.

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью было создание такого стенда, который был бы прост в освоении и обслуживании и, что самое главное, мог бы легко редактироваться в зависимости от нужд пользователей. Микроконтроллерная плата, отвечающая за управление манипулятором, позволяет подключать широкое многообразие датчиков позиционирования, двигателей и сервоприводов, а пе-

чать каркаса на 3D-принтере позволяет на месте вносить необходимые изменения в конструкцию. Таким образом, у пользователя будет меньше опасений повредить лабораторный стенд, если он будет знать, что сам сможет его починить, а это ведет к большей заинтересованности в работе с ним. Также была поставлена цель показать различные способы управления манипулятором: демонстрация платформы ArduinoMega и ее возможностей, беспроводное управление посредством ESPмодуля и посредством радиомодуля.

## 2. ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ

Была взята и доработана антропоморфная кинематическая схема (рис. 2) с пятью степенями свободы. Впоследствии она легла в основу модели для печати. Части манипулятора моделировались в среде «Компас 3D» за счет удобства интерфейса и возможности сразу конвертировать модель в формат, пригодный для дальнейшей печати (рис. 3). Движение манипулятора обеспечиваются посредством пяти сервоприводов: трех MG995 в основании и двух SG90 в креплении и на самом хватательном элементе (рис. 4 и 5). За работу сервоприводов и датчиков отвечает микроконтроллерная плата ArduinoMega 2560.

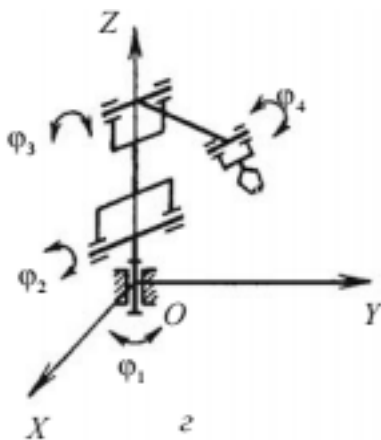


Рис. 2. Общий вид антропоморфной кинематической схемы



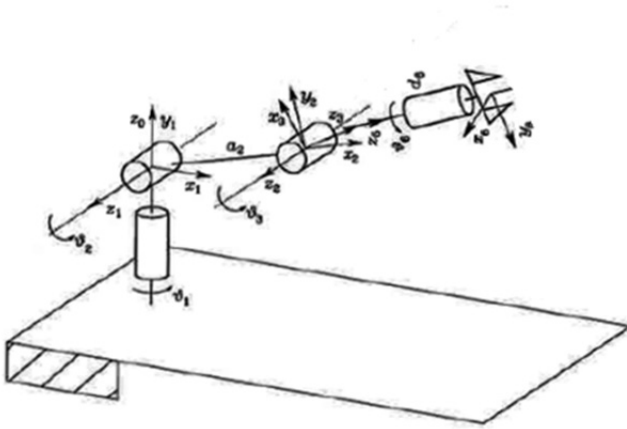


Рис. 3. Доработанная кинематическая схема

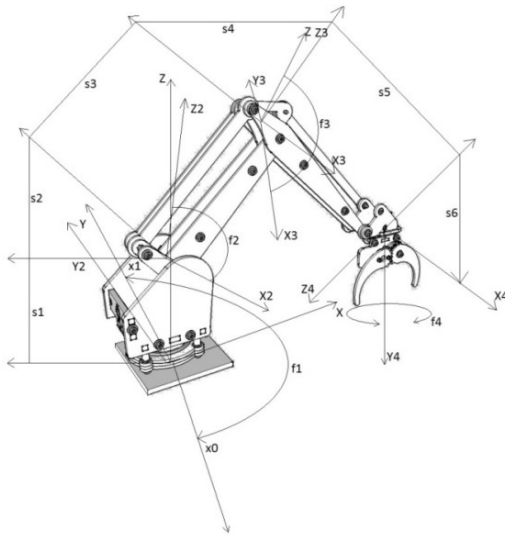


Рис. 4. 3D-модель манипулятора

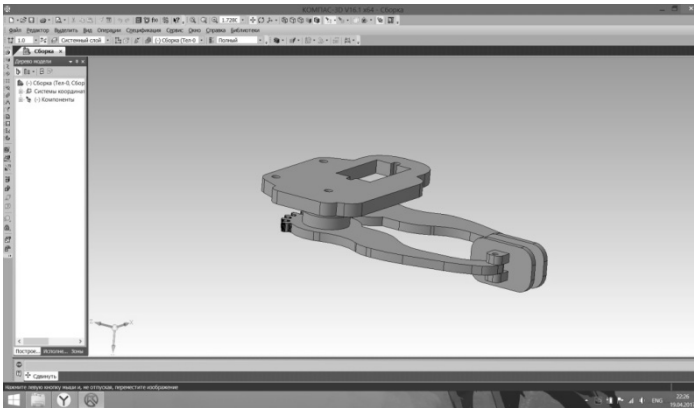


Рис. 5. 3D-модель хватательного элемента

У данной модели есть ряд преимуществ.

1. Сервоприводы, управляющие плечами манипулятора, расположены в основании (рис. 6), благодаря чему обеспечивается повышенная устойчивость.
2. Возможность быстрого снятия или присоединения хватательного элемента, что убирает необходимость в полном разборе конструкции при его смене (рис. 7 и 8).



Рис. 6. Финальный внешний вид



*Рис. 7.* Крепление хватательного элемента



*Рис. 8.* Установленный хватательный элемент

Также были просчитаны рабочие зоны манипулятора (рис. 9) – зоны, в которых манипулятор может свободно перемещаться без опасности повредить сервоприводы. Эти области можно разделить на две части: темно-серую без учета хватательного элемента и светло-серую с учетом хватательного элемента.

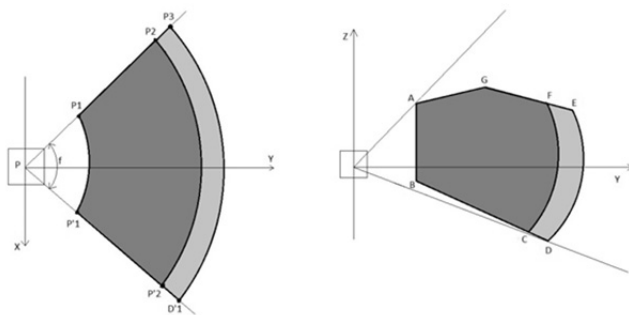


Рис. 9. Рабочие зоны

Далее рассмотрим способы управления манипулятором.

### 3. СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ

На данный момент реализовано несколько способов управления манипулятором.

1. Посредством интерфейса на персональном компьютере (рис. 10). Этот интерфейс выполнен на платформе ProcessingIDE и способен отражать актуальную информацию о положении манипулятора в пространстве. Кнопки отвечают за поворот сервопривода на 1, 5 и 10 градусов соответственно.

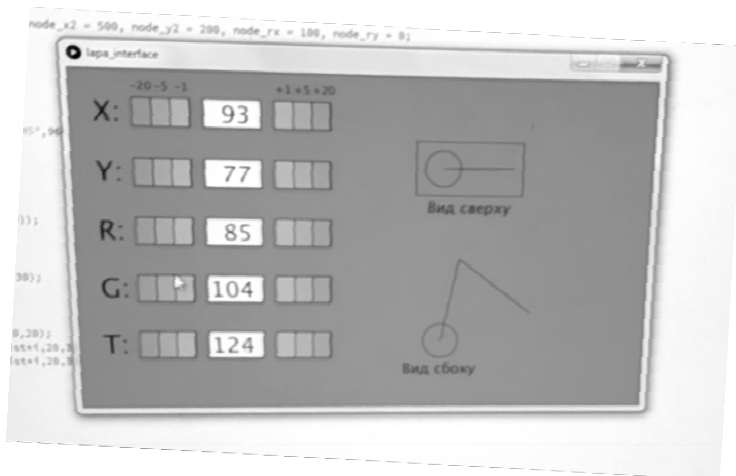


Рис. 10. Интерфейс

2. С помощью проводного / беспроводного устройства (геймпад) (рис. 11). Это устройство представляет собой набор кнопок для переключения режима работы манипулятора, а также два джойстика: левый отвечает за перемещение плеч и поворот конструкции, правый – за поворот хватательного элемента и сжатие-разжатие. В основе лежит микроконтроллерная плата ArduinoNano.

3. На платформе Thingworx (WEB-интерфейс). За счет подключения к плате через ESP-модуль можно управлять манипулятором посредством платформ, таких как Thingworx. Позволяет управлять механизмом даже при условии нахождения далеко от него.

4. Реализация набора заданных действий при помощи подключаемых датчиков позиционирования. В данный момент используется ультразвуковой датчик (рис. 12). Манипулятор сканирует область перед ним в поисках предмета и, как только обнаруживает его, выполняет заданные программой действия.

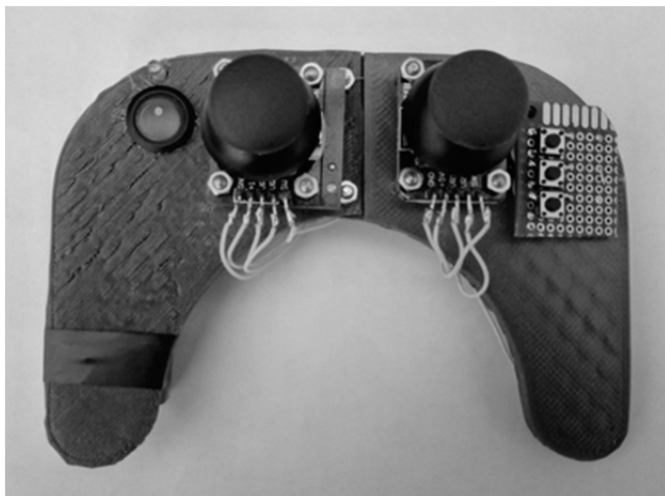


Рис. 11. Беспроводное устройство



*Рис. 12. Ультразвуковой датчик*

Применение различных модулей управления достигнуто за счет технологии 3D-печати, что позволяет быстро изменить параметры «руки-манипулятора» для применения необходимого метода. Выводными данными являются перемещение манипулятора в пространстве и вывод информации на экран в виде координат состояния двигателей.

#### **4. ПРЕИМУЩЕСТВА**

У комплекса есть ряд преимуществ, выгодно выделяющих его на фоне аналогов.

1. Открытая среда разработки. Платформа ArduinoIDE позволяет подключать множество датчиков и настроить манипулятор для необходимой работы.

2. Возможность оперативной смены поврежденных деталей. 3D-печать и конструкция позволяют без особых усилий заменить любой поврежденный элемент каркаса, в большинстве случаев даже не потребуется полной разборки манипулятора.

3. Возможность разработки и печати собственного манипулятора и его быстрая установка. Крепление в основании хватательного элемента позволяет справиться со снятием и установкой нового изделия за короткий промежуток времени.

4. Недорогое производство, доступность деталей. Пластик для печати стоит недорого, как и датчики, платы и крепежные материалы. Для примера:

микрокомпьютер EV3 на момент написания статьи стоил 22 500 рублей, в то время как ArduinoMega стоил ~ около 1500 рублей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был создан простой в освоении и обладающий широкими возможностями лабораторный комплекс. Предложенная модель «руки-манипулятора» является гибкой посредством применения технологий 3D-печати. Возможна модуляция необходимых конструкций за счет изменения несущих параметров, что позволяет адаптировать манипулятор для разного рода задач, с которыми могут столкнуться обучающиеся. В будущем планируется добавить управление посредством нейроинтерфейса (в данный момент есть возможность считывания окулограммы), а как следующий шаг – применение накопленного опыта в создании модульного экзоскелета.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает свою искреннюю благодарность профессору кафедры автоматизации А.А. Воеводе за помощь при выполнении работы, а также полезное обсуждение полученных результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов Е.П., Верещагин А.Ф., Зенкевич С.Л. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
2. Медведев В.С., Лесков А.Г., Юценко А.С. Системы управления манипуляционных роботов. – М.: Наука, 1978. – 416 с.
3. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 624 с.
4. Savasgard E. Arduino: 101 beginners guide: how to get started with your Arduino. – Kindle ed. – Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2008. – 38 p.
5. Boxall J. Arduino workshop. – San Francisco: No starch press, 2013. – 394 p.
6. Иго Т. Arduino, датчики и сети для связи устройств. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 544 с.
7. Brian W. Arduino programming notebook. – San Francisco, CA: Creative Commons, 2007. – 35 p.

**Пичугин Михаил Борисович**, студент факультета автоматике и вычислительной техники Новосибирского государственного университета. E-mail: CIL012@gmail.com

## The creation of the laboratory stand "ARM"

**M.B. Pichugin**

*Novosibirsk State Technical University, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation, students of the Department of Automation. E-mail: CIL012@gmail.com*

The manipulator control is realized by several options: through a personal computer (interface), on the Thingworx platform (WEB-interface), using a wired/wireless device (gamepad), implementation of a set of predefined actions using the plug-in positioning sensors.

Through the use of 3D printing technology, the user can quickly change damaged or altered parts of the manipulator. The output data are the movement of the manipulator in space and display information on the screen in the form of coordinates of a condition of engines. The basis is an anthropomorphic kinematics. Control link arm occurs due to the design of the servos. To achieve acceptable efficiency in the mobility of the hands and eliminate weight imbalance in the main part of the engines are located in the base of the hand. In the claw part made two servo for rotation and grip.

**Keywords:** 3D печать, manipulator, degree of freedom, laboratory bench, servo, ArduinoMega, ArduinoNano

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-46-57

## REFERENCE

1. Popov E.P., Vereshchagin A.F., Zenkevich S.L. *Manipulyatsionnye roboty: dinamika i algoritmy* [Manipulation robots: dynamics and algorithms]. Moscow, Nauka Publ., 1978. 400 p.
2. Medvedev V.S., Leskov A.G., Yushchenko A.S. *Sistemy upravleniya manipulyatsionnykh robotov* [Systems of control of manipulation robots]. Moscow, Nauka Publ., 1978. 416 p.
3. Fu K.S., Gonzalez R.C., Lee C. *Robotics: control, sensing, vision and intelligence*. New York, McGraw-Hill, 1987 (Russ. ed.: Fu K., Gonsales R., Li K. *Robototekhnika*. Translated from English. Moscow, Mir Publ., 1989. 624 p.).

---

\* Received 01 June 2017.



4. Savasgard E. *Arduino: 101 beginners guide: how to get started with your Arduino*. Kindle ed. Sebastopol, CA, O'Reilly Media, 2008. 38 p.
5. Boxall J. *Arduino workshop*. San Francisco, No starch press, 2013. 394 p.
6. Igo T. *Arduino, datchiki i seti dlya svyazi ustroystv* [Arduino, sensors and networks for communication devices]. St. Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2015. 544 p.
7. Brian W. *Arduino programming notebook*. San Francisco, CA, Creative Commons, 2007. 35 p.

УДК 681.513

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С АРВ СИЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ГРАНИЦЕ УСТОЙЧИВОСТИ\***

А.В. ЧЕХОНАДСКИХ<sup>1</sup>, Г.Б. НЕСТЕРЕНКО<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры алгебры и математической логики. E-mail: chekhonadskikh@corp.nstu.ru

<sup>2</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, магистрант кафедры автоматизированных электроэнергетических систем. E-mail: nesterenkogb@yandex.ru

Применение теории и различных методов исследования и синтеза линейных систем регулирования для нелинейных объектов основывается на классической теореме Ляпунова об эквивалентности устойчивости в малом нелинейной и линеаризованной динамических систем. Синтез стабилизирующего регулятора возбуждения синхронного электрогенератора для линеаризованной системы представляет собой нетривиальную задачу многопараметрической оптимизации. В нелинейном случае эта процедура должна учитывать ряд особенностей. Во-первых, типовым возмущением является скачок напряжения на шинах генератора, воздействовать на которое можно через систему возбуждения, однако при этом устойчивость системы определяется углом электропередачи. Во-вторых, в зависимости от величины такого скачка принято различать статическую и динамическую устойчивость, обеспечение которых, как правило, предусматривает привлечение различных ресурсов. Наконец, установившийся режим предполагает стабилизацию трех взаимосвязанных величин: напряжения, мощности и угла электропередачи. Ранее авторы исследовали вопросы построения оптимального регулятора возбуждения для линеаризованной системы; при этом изменение настроек регулятора в достаточно широких пределах мало влияло на вид и значимые характеристики переходных процессов в нелинейной модели системы генератор – регулятор возбуждения, т. е. система робастна в пространстве параметров управления. Однако определение границ устойчивости для стандартного возмущения в пространстве параметров управления было связано с вычислительными трудностями и составило отдельную задачу. В настоящей работе представляются результаты расчетов действующих величин в нелинейной модели, включающей четырехпараметрический ПИ/ДД2-регулятор возбуждения, на границах устойчивости по пропорциональному регулированию. Приводятся типичные виды переходных процессов в замкнутой системе и их особенности в зависимости от величины и знака возмущения (всплеска и просадки напряжения на шинах генератора).

---

\* Статья получена 11 февраля 2017 г.

**Ключевые слова:** синхронный генератор, автоматическое регулирование возбуждения, регулятор сильного действия, нелинейная модель, линеаризованная модель, стабилизация, степень устойчивости, граница устойчивости

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-58-69

## ВВЕДЕНИЕ

Исследование многопараметрического автоматического регулирования возбуждения (АРВ) для синхронного генератора по многим причинам остается актуальной задачей. Прежде всего это условия функционирования небольших локальных энергосистем, для которых отключение или подключение любой из нагрузок оказывается заметным возмущением. Далее, возможности силовой электроники позволяют реализовывать многопараметрические законы управления, для которых нет апробированных методов настройки регуляторов возбуждения. Кроме того, локальные сети допускают сочетание различных типов источников, накопителей и потребителей электроэнергии, так что проектироваться они должны с учетом широкой гаммы возможностей, связанных с изменением режима функционирования сети [1].

Классическое разделение устойчивости больших энергосистем на статическую и динамическую было призвано, чтобы обеспечить достаточный запас средств возвращения к нормальному режиму как при небольших штатных, так и при значительных аварийных возмущениях; обеспечение стабильной работы таких систем в подавляющем большинстве возможных ситуаций производится хорошо изученными и апробированными на практике средствами [2, 3].

Для небольших сетей распределенной генерации электроэнергии рамки, отличающие ситуации статической и динамической стабилизации, априори не установлены; в силу этого задачи настройки регуляторов не сводятся к обеспечению некоторой удовлетворительной степени устойчивости, но ориентируются на достижение максимально возможных показателей устойчивости.

Стоит подчеркнуть, что синтез АРВ с точки зрения теории управления затрудняется тем, что регулятор непосредственно влияет на напряжение, а устойчивость энергосистемы контролируется по углу электропередачи.

Оптимальная настройка АРВ в таком случае означает такой выбор коэффициентов усиления регулятора (параметров управления), который обеспечивал бы возможно быструю стабилизацию напряжения генератора  $U_T$  при сохранении устойчивости по углу электропередачи  $\delta$ ; в качестве измеряемых величин берутся отклонение напряжения и его производные [3]. Для линеаризованной модели оптимальные настройки должны обеспечить максимальную

степень устойчивости или, что то же самое, глобальный минимум гурвицевой функции  $H(K) = \max \operatorname{Re}(z_1, \dots, z_n)$ , где  $K$  – вектор коэффициентов усиления регулятора, а  $z_k$  – полюса системы (характеристические корни, см. [4]).

Ранее для оптимизации трехпараметрического ПДД<sub>2</sub> закона регулирования возбуждения авторами применялся метод конечного градиента [5, 6]. В модели генератора с четырехпараметрическим ПИДД<sub>2</sub> АРВ, линеаризованной относительно действующих значений установившегося режима, глобальный максимум степени устойчивости достигается при непомерно больших значениях интегрального  $K_i$  и пропорционального  $K_p$  коэффициентов. Причем стабилизация переходных процессов в нелинейной модели оказывается значительно более медленной, чем можно было бы предполагать по степени устойчивости линеаризованной модели [7]. Нахождение оптимизирующих значений осуществлялось алгебраическим методом с использованием аппарата корневых многочленов [8], там же были найдены оптимальные настройки трех коэффициентов при фиксации практически приемлемых значений интегрального и пропорционального коэффициентов. В работе [9] было показано, что последние обеспечивают высокую робастность замкнутой системы в пространстве параметров управления, т. е. изменение настроек регулятора в широких пределах не оказывает существенного влияния на значения контролируемых величин и характер переходных процессов.

В задачи настоящей работы входило исследование поведения нелинейной модели, построенной стандартными средствами пакета MATLAB Simulink, на границе устойчивости системы. При этом численными пробами определялись крайние значения возмущения при различных значениях коэффициента пропорционального регулирования вблизи его стабилизирующего минимума, т. е. значения  $K_{\min} > 0$ , которое еще допускает стабилизацию и, в частности, приводит к смещению полюсов линеаризованной системы на мнимую ось:  $K_p \rightarrow K_{\min} + 0$ . В таком случае разграничение между статической и динамической устойчивостью не проводится. В расчетах параллельно использовались методы Рунге–Кутты и Дормана–Принса. Если результаты различались существенно (т. е. один метод давал стабилизацию переходных процессов, другой – их неограниченное нарастание), то в качестве ответа принимался стабилизирующийся. Значение шага расчета доводилось до такого, дальнейшее уменьшение которого практически не сказывалось на результатах.

Естественная гипотеза поведения переходных процессов вблизи границы устойчивости представлялась в сужении до нуля полосы возмущений напряжения (между просадкой  $\Delta_- U$  и всплеском  $\Delta_+ U$ ) за счет одновременного обращения в ноль вблизи предельного значения, т. е. при  $K_p \rightarrow K_{\min}$  максимальных отклонений напряжения как вверх, так и вниз:  $\lim \Delta_+ U = \lim \Delta_- U = 0$ .

Все данные приводятся в относительных единицах (о.е.).

### 1. МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Модель синхронного генератора в качестве объекта задавалась соотношениями, хорошо известными из литературы [2, 3]. Авторы использовали получающуюся систему уравнений для построения модели в пакете MATLAB Simulink и эмпирического нахождения установившегося режима разомкнутой системы [7]. Линеаризованная относительно его действующих значений система служила для определения оптимальных настроек ПИДД<sub>2</sub>-регулятора возбуждения (рис. 1). Наибольшая степень устойчивости, или, что то же самое, глобальный минимум гурвицевой функции  $H(K) = \max \operatorname{Re}(z_1, \dots, z_n)$  достигался при значениях вектора  $K$  параметров управления (коэффициентов усиления), не имеющих инженерного смысла. Были найдены также условные экстремумы при  $K_i = 50$  или  $K_p = 50$  [7]. Оптимальные для последнего случая настройки интегрального  $K_i$  и дифференциальных коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  представлены на рис. 1. В настоящей работе в уравнении связи мощностей турбины (первичного источника энергии) и генератора, в отличие от [7], учитывались потери:  $T_j / 18\,000\delta'' + 0,0003\delta' = P_T - P_r(\delta)$ .

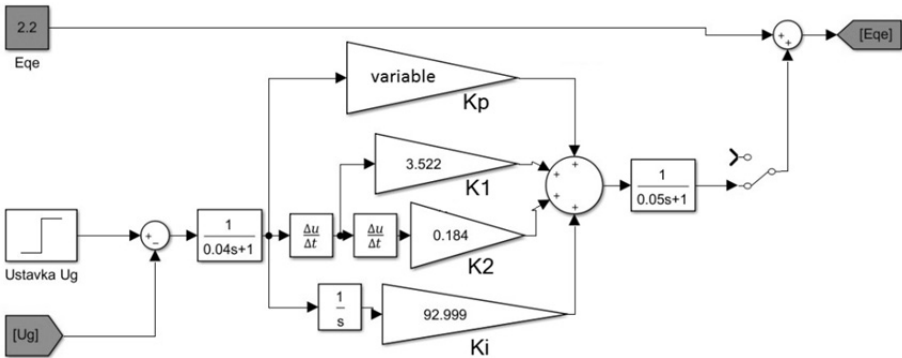


Рис. 1. Схема и настройки ПИДД<sub>2</sub>-регулятора вблизи границы устойчивости системы. Коэффициент  $K_p$  переменный, остальные фиксированы

Главная задача настоящей работы заключалась в выяснении полосы возмущений  $[\Delta_- U_{\min}; \Delta_+ U_{\max}]$ , в которой переходные процессы нелинейной модели стабилизируются для различных значений пропорционального коэффициента  $K_p$ , близких к предельному значению  $K_{\min}$ .

## 2. ТИПИЧНЫЕ ВИДЫ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Параллельно рассчитывались три взаимодействующие характеристики переходных процессов: мощность генератора  $P_g$ , угол электропередачи  $\delta$  и напряжение  $U_r$ . На рис. 2 и 3 представлены стабилизирующиеся процессы при  $K_p = 3.165$ , а также при стандартном  $\Delta_+ U = 0.04$  и сниженном  $\Delta_+ U = 0.023$  соответственно значениях возмущающего всплеска, подававшегося на 10-й секунде. Процессы развиваются с близким коэффициентом подобия.

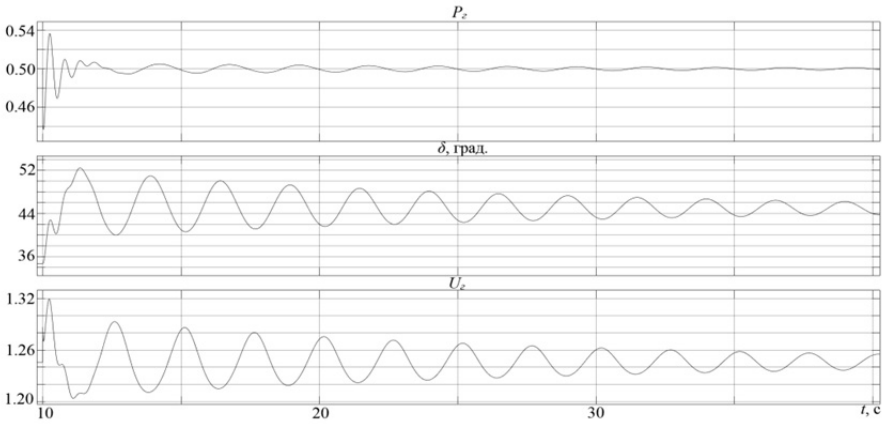


Рис. 2. Стабилизация стандартного возмущения

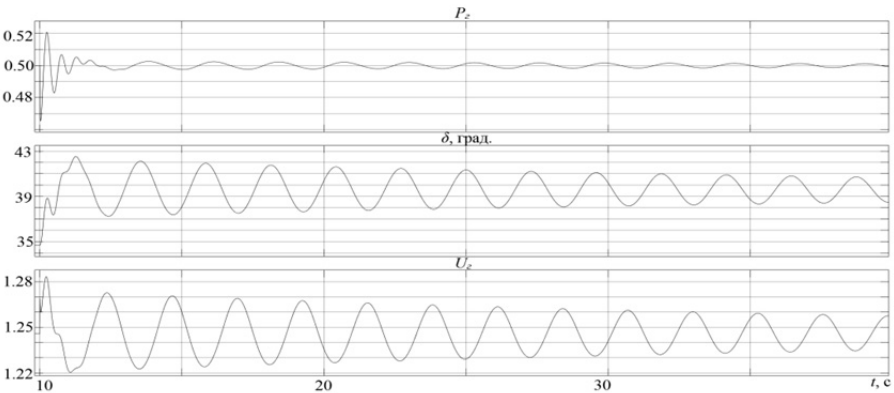


Рис. 3. Стабилизация сниженного возмущения  $\Delta_+ U = 0.023$

Увеличение скачка напряжения до  $\Delta_+U = 0.065$  при тех же настройках приводит к дестабилизации переходных процессов (рис. 4).

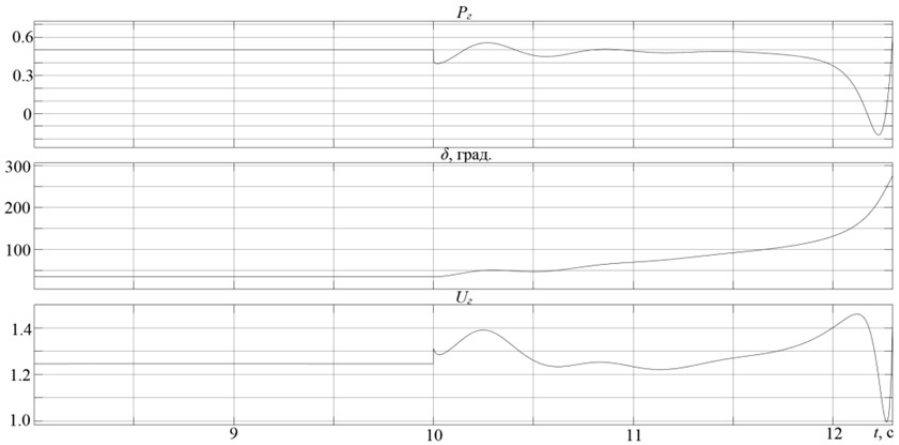


Рис. 4. Потеря устойчивости при увеличенном возмущении  $\Delta_+U = 0.065$

Просадка напряжения (отрицательный скачок, например,  $\Delta_-U = -0.074$  на рис. 5) задает другую динамику как стабилизирующихся, так и расходящихся процессов.

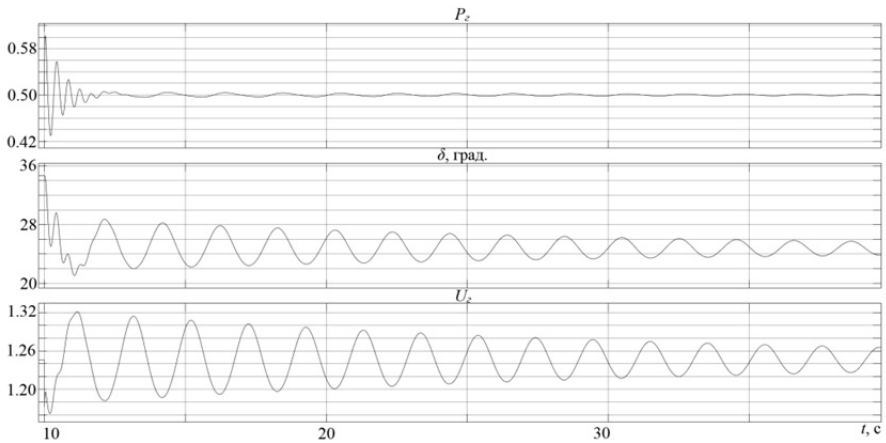


Рис. 5. Стабилизация генератора при просадке напряжения  $\Delta_-U = -0.074$

Помимо ситуаций, где наблюдается практически точечная граница между значениями возмущения, ведущими к стабилизации, и значениями, ведущими к опрокидыванию генератора, возникают случаи, близкие к устойчивости по Ляпунову (рис. 6).

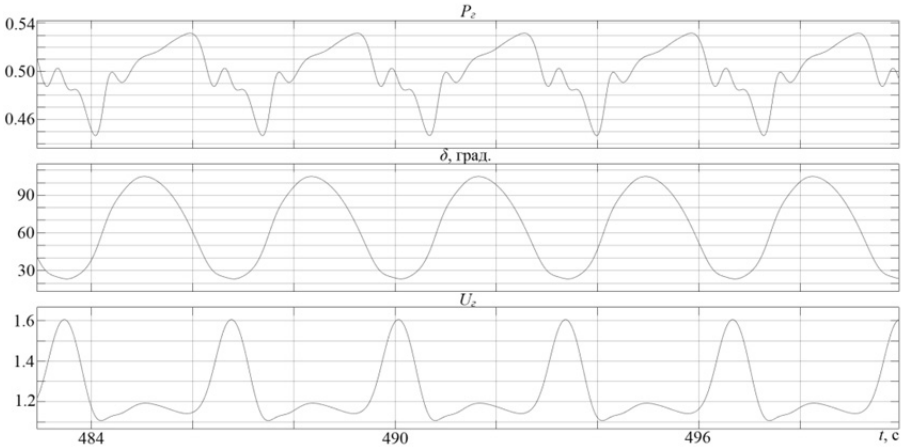


Рис. 6. Установившиеся колебания действующих значений генерации в промежутке между стабилизацией и опрокидыванием генератора

При этом происходит стабилизация переходных процессов на некоторых установившихся колебаниях, амплитуда которых снижается при уменьшении начального возмущения (рис. 6).

### 3. ПОЛОСА ВОЗМУЩЕНИЙ, ДОПУСКАЮЩИХ СТАБИЛИЗАЦИЮ

Некоторые из результатов нахождения пределов по возбуждению, допускающих стабилизацию при заданном значении  $K_p$ , представлены в табл. 1. В частности,  $K_{\min} \approx 1.00$  о.е. Поскольку всплеск и просадка напряжения на шинах в численной модели осуществлялись изменением сопротивления, лежащего между шинами генератора и шинами системы (что вполне соответствует практическому смыслу подобных возмущений: отключению или подключению дополнительной линии), то в таблицу внесены предельные значения сопротивления, переключение на которые вызывает стабилизирующийся переходный процесс в зависимости от коэффициента  $K_p$ . Всплеск и просадка напряжения, т. е. возмущение  $\Delta_{\pm} U$ , монотонно (хотя и нелинейно) связаны со значением отклонения этого сопротивления от номинала 2.50 о.е.



Важной особенностью изучавшейся модели оказалось быстрое достижение «дна» по стабилизируемой просадке напряжения, моделируемой скачком выводного сопротивления  $2.50 \rightarrow 2.022 \text{ Ом}$ .

Таблица 1

**Полоса сопротивлений отключаемой линии, допускающая стабилизацию возмущения  $\Delta_{\pm}U$  в зависимости от коэффициента  $K_p$**

$K_p$	1	2	3	5	11	50
Верхняя граница по отключаемому сопротивлению (устойчивость к всплеску $\Delta_+U$ )	2.663	2.664	2.665	2.667	2.672	2.686
Нижняя граница по отключаемому сопротивлению (устойчивость к просадке $\Delta_-U$ )	2.214	2.122	2.022	2.022	2.022	2.022

Другая особенность проявилась в стабилизации переходных процессов при значениях  $K_p < K_{\min}$ , т. е. в области заведомой неустойчивости линеаризованной модели, в которой должна быть невозможна «стабилизация в малом». За счет этого все множество значений  $\Delta_{\pm}U$ , допускающих стабилизацию переходных процессов, не должно включать окрестности нуля и должно распадаться на два интервала.

Соответствующие результаты приведены в табл. 2.

Обращает на себя внимание то, что верхний интервал стабилизации отделяется от правой окрестности нуля несколько позже, чем нижний: при  $K_p \approx 0.95$  (эти значения выделены в таблице полужирным шрифтом).

Таблица 2

**Полосы сопротивлений отключаемой линии, допускающие стабилизацию возмущений всплеска  $\Delta_+U_{\min} \leq \Delta_+U \leq \Delta_+U_{\max}$  и просадки  $\Delta_-U_{\min} \leq \Delta_-U \leq \Delta_-U_{\max}$  в зависимости от коэффициента  $K_p < K_{\min}$**

$K_p$	-22	-21	-8	-7
Верхний интервал сопротивлений (стабилизируемый всплеск $\Delta_+U$ )	–	–	–	(2.655; 2.656)
Нижний интервал сопротивлений (стабилизируемая просадка $\Delta_-U$ )	–	(2.299; 2.304)	(2.292; 2.318)	(2.290; 2.321)
$K_p$	-1.5	-1	0	0.95
Верхний интервал	(2.597; 2.660)	(2.586; 2.661)	(2.554; 2.662)	<b>(2.501; 2.663)</b>
Нижний интервал	(2.239; 2.342)	(2.240; 2.341)	(2.233; 2.354)	(2.213; 2.386)
				<b>(2.216; 2.389)</b>

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоговые результаты отчасти подтверждают гипотезу, высказанную в конце введения. Главные оговорки заключаются в том, что, во-первых, полоса стабилизируемых возмущений на границе устойчивости линеаризованной системы не сужается до нуля, а разделяется на два интервала, не включающих окрестность нуля; во-вторых, верхний и нижний интервалы возмущений (всплески и просадки соответственно) отделяются от нуля не при одном и том же значении коэффициента пропорционального регулирования  $K_{\min} \approx 1.00$  о.е., а при слегка различных его значениях.

Стабилизация за пределами устойчивости линеаризованной системы при отсутствии устойчивости в малом исходной нелинейной системы ( $K_p < 1.00$ ) требует дополнительного изучения: возможно, это чисто модельный эффект, не имеющий аналога в реальных электромеханических системах; либо это результат взаимодействия трех связанных величин  $P_r$ ,  $\delta$  и  $U_r$ , при некоторых условиях, создающего отрицательные обратные связи и обеспечивающего компенсацию возмущения в случае, когда классическая одноканальная система с одной контролируемой величиной должна быть неустойчивой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Armeev D.V., Arestova A.Y., Abramova Y.A.* Microgrid operation under frequency control method // *Applied Mechanics and Materials*. – 2015. – Vol. 698: *Electrical Engineering, Energy, Mechanical Engineering, EEM 2014*. – P. 716–721.
2. *Веников В.А.* Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с.
3. *Жданов П.С.* Вопросы устойчивости электрических систем. – М.: Энергия, 1979. – 456 с.
4. *Чехонадских А.В.* О ступенчато-дифференциальной оптимизации корней характеристического многочлена САУ // *Научный вестник НГТУ*. – 2008. – № 4 (33). – С. 205–208.
5. *Армеев Д.В., Михеев А.В., Чехонадских А.В.* Расчет параметров АРВ синхронного генератора методом модальной оптимизации // *Сборник научных трудов НГТУ*. – 2011. – № 2 (64). – С. 105–116.
6. *Armeev D.V., Chekhondskikh A.V., Voevoda A.A.* Modal optimization of AVR for synchronous generator using the finite gradient // *International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON-2015): proceedings, Omsk, 21–23 May 2015*. – Omsk: IEEE, 2015. – P. 7147021.

7. *Армеев Д.В., Чехонадских А.В., Нестеренко Г.Б.* Ресурсы стабилизации напряжения синхронного генератора АРВ сильного действия // Вестник ИГЭУ. – 2017. – № 1. – С. 24–32.

8. *Корюкин А.Н., Чехонадских А.В.* Предел устойчивости трехмассовой системы с регулятором 3-го порядка. Ч. 2 // Сборник научных трудов НГТУ. – 2012. – № 1 (67). – С. 37–56.

9. *Nesterenko G.B.* Robustness of PID2-control for synchronous generator / research adviser D.V. Armeev // *Aspire to Science: материалы городской научно-практической конференции школьников, студентов, магистрантов и аспирантов*, г. Новосибирск, 12 апреля 2017 г. – Новосибирск, 2017. – С. 142–146.

**Чехонадских Александр Васильевич**, доктор технических наук, профессор кафедры алгебры и математической логики Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – теория автоматического управления. Имеет более 70 публикаций. E-mail: chekhonadskikh@corp.nstu.ru

**Нестеренко Глеб Борисович**, магистрант кафедры автоматизированных электроэнергетических систем. Направление научных исследований – моделирование переходных процессов в энергосистемах. Имеет 8 публикаций. E-mail: nesterenkogb@yandex.ru.

## **Transient simulation of a synchronous generator with a multiparameter excitation controller at the stability boundary\***

**A.V. Chekhonadskikh<sup>1</sup>, G.B. Nesterenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Novosibirsk State Technical University, Karl Marx prosp. 20, Novosibirsk, 630073, Russia. Doctor of technical sciences, Professor of Algebra and Mathematical Logics Department. E-mail: chekhonadskikh@corp.nstu.ru*

<sup>2</sup> *Novosibirsk State Technical University, Karl Marx prosp. 20, Novosibirsk, 630073, Russia. Master's student of Automated Electrical Power Systems Department. E-mail: nesterenkogb@yandex.ru*

The application of the theory and various analysis and design methods of linear control systems for nonlinear ones is based on the classical Alexander Lyapunov's theorem on the equivalence of stability in a small of nonlinear and linearized dynamical system. Stabilizing excitation controller design for a synchronous generator in the linearized case is a non-trivial multiparametric optimization problem. In the nonlinear case this procedure must take into account

---

\* Received 11 February 2017.

a number of features; first, a typical disturbance is a voltage spike on the generator buses, which can be influenced by the excitation system, but the system stability is determined by the power transmission angle; second, it is usual to distinguish between static and dynamic stability depending on a magnitude of such a spike, which provision in the two cases, as a rule, involves the attraction of different resources; finally, the steady-state mode reversion assumes stabilization of three interconnected variables: voltage, power and power transmission angle. Previously we have investigated optimal excitation controller design for a linearized system; at the same time, controller settings changing within a wide range has no sufficient effect on the transient character and significant characteristics in the nonlinear model, i.e. the closed loop system is robust in the control parameters space. However, for the standard perturbation finding of stability boundaries in the control parameter space was associated with computational difficulties and constituted a separate problem. In this paper we present the results of the effective variable calculations in a nonlinear model, including a four-parameter PID2 excitation controller, close to the stability boundary of proportional control coefficient. Typical transient kinds in a closed loop system and their features are given depending on the magnitude and sign of the disturbance (voltage sagging and spike on generator buses).

**Keywords:** synchronous generator, excitation control, multiparameter controller, nonlinear model, linearized model, stabilization, relative stability, stability boundary

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-58-69

## REFERENCES

1. Armeev D.V., Arestova A.Y., Abramova Y.A. Microgrid operation under frequency control method. *Applied Mechanics and Materials*, 2015, vol. 698. *Electrical Engineering, Energy, Mechanical Engineering, EEM 2014*, pp. 716–721.
2. Venikov V.A. *Perekhodnye elektromekhanicheskie protsessy v elektricheskikh sistemakh* [Electromechanical transients in electric systems]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1985. 536 p.
3. Zhdanov P.S. *Voprosy ustoychivosti elektricheskikh sistem* [Stability problems of electric systems]. Moscow, Energiya Publ., 1979. 456 p.
4. Chekhonadskikh A.V. O stupenchato-differentsial'noi optimizatsii kornei kharakteristicheskogo mnogochlena SAU [On gradual-differential characteristic root optimization of automatic control system]. *Nauchnyi vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Science bulletin of the Novosibirsk state technical university*, 2008, no. 4 (33), pp. 205–208.
5. Armeev D.V., Mikheev A.V., Chekhonadskikh A.V. Raschet parametrov ARV sinkhronnogo generatora metodom modal'noi optimizatsii [Calculation of excitation coil controller parameters for synchronous generator by modal optimization method]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2011, no. 2 (64), pp. 105–116.

6. Armeev D.V., Chekhonadskikh A.V., Voevoda A.A. Modal optimization of AVR for synchronous generator using the finite gradient. *International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON-2015)*: proceedings, Omsk, 21–23 May 2015, p. 7147021.

7. Armeev D.V., Chekhonadskikh A.V., Nesterenko G.B. Resursy stabilizatsii napryazheniya sinkhronnogo generatora ARV sil'nogo deistviya [Resources of voltage stabilization of a synchronous generator by a multiparametric excitation controller]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta – Vestnik of Ivanovo State Power Engineering University*, 2017, no. 1, pp. 24–32.

8. Koryukin A.N., Chekhonadskikh A.V. Predel ustoichivosti trekhmassovoi sistemy s regulyatorom 3-go poryadka. Ch. 2 [Stability limit of the triple mass system with 3rd order controller. Pt. 2]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2012, no. 1 (67), pp. 37–56.

9. Nesterenko G.B. Robustness of PID2-control for synchronous generator. Research adviser D.V. Armeev. *Aspire to Science: materialy gorodskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii shkol'nikov, studentov, magistrantov i aspirantov* [Aspire to Science. Materials of the city scientific and practical conference of schoolchildren, students, undergraduates and graduate students], Novosibirsk, 12 April 2017, pp. 142–146.

УДК 004.94:519.622

## СТРУКТУРНО-ТЕКСТОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ КИМБЕРЛИТОВОЙ РУДЫ\*

Ю.В. ШОРНИКОВ<sup>1</sup>, Е.А. ПОПОВ<sup>2</sup>, А.С. ДАНИЛОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления. E-mail: shornikov@inbox.ru

<sup>2</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, аспирант кафедры автоматизированных систем управления. E-mail: filfgo@gmail.com

<sup>3</sup> 630073, РФ, г. Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, аспирант кафедры автоматизированных систем управления. E-mail: danilov.as@inbox.ru

Изучен технологический процесс транспортировки кимберлитовой руды на горно-обогатительном комбинате в поселке Мирный, принадлежащем группе алмазодобывающих компаний АК «АЛРОСА» (ПАО). Добытая на руднике трубки «Интернациональная» руда погружается в автосамосвалы и перевозится на промежуточный склад, затем руда по мере необходимости транспортируется на постоянный склад и далее представляется на обогатительную фабрику. Обозначенный процесс включает как непрерывные, так и дискретные компоненты, что обуславливает использование современной методологии гибридных систем. Авторами построена структурно-текстовая модель процесса движения руды и транспортных средств между трубкой «Интер» и обогатительной фабрикой № 3 в среде моделирования сложных динамических систем ИСМА, разрабатываемой на кафедре автоматизированных систем управления Новосибирского государственного технического университета. Структурно-текстовые модели состоят из компонентов двух типов – графических, реализуемых в виде структурных схем теории автоматического управления, и текстовых, задаваемых на языке LISMA\_PDE. Проведены эксперименты с построенной моделью с целью определения эффективности и надежности применяемой стратегии перевозки руды. В некоторый момент на руднике происходит авария (затопление, взрыв и т. п.), приводящая к остановке добычи руды на 30 дней. На основании прогона модели установлена корректность используемого плана транспортировки руды даже при условии подобных непредвиденных ситуаций. Используются оригинальные явные численные методы с расширенными областями устойчивости с контролем точности и устойчивости, а также оригинальный алгоритм обнаружения событий для численного моделирования гибридных систем.

---

\* Статья получена 16 июня 2017 г.

Работа поддержана грантом РФФИ 17-07-01513.

**Ключевые слова:** дифференциально-алгебраические уравнения, гибридные системы, кимберлитовая руда, структурно-текстовая модель, задача Коши, Мирнинский ГОК, ИСМА

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-70-81

## ВВЕДЕНИЕ

Первые алмазы были найдены в Якутии в 1949 году, и в скором времени была организована их добыча. В 1957 году в Мирном был создан трест «Якут-алмаз», в дальнейшем реорганизованный в объединение и затем в производственно-научное объединение. В 1992 на базе предприятия была создана акционерная компания «АЛРОСА». В структуру компании включены Мирнинский, Айхальский, Нюрбинский и Удачинский горно-обогатительные комбинаты (ГОК). В работе рассматривается только Мирнинский ГОК, в комплекс которого входят две трубки – «Интернациональная» и «Мир», три россыпных месторождения, обогатительная фабрика № 3 и ряд вспомогательных предприятий [1]. Поток сырья от кимберлитовой трубки «Мир» исключены из рассмотрения. На рис. 1 представлена содержательная схема технологического процесса транспортировки руды от месторождения «Интер» до обогатительной фабрики № 3.

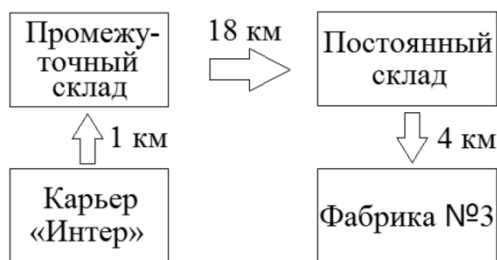


Рис. 1. Схема техпроцесса транспортировки руды

Перевозка руды осуществляется с помощью автосамосвалов БелАЗ-7547 грузоподъемностью 45 тонн [2]. Добытая руда из карьера «Интер» перевозится на промежуточный склад. Вместимость промежуточного склада 45 000 тонн. Далее руда транспортируется на склад постоянного хранения, вместимость которого составляет 200 000 тонн. Руда подвозится с постоянного склада в зависимости от нужд фабрики № 3. Всего на перевозку руды из карьера «Интер» задействовано пять автосамосвалов. Погрузка автосамосвалов в каждом пункте осуществляется последовательно с помощью одного погрузчика.

Добыча и транспортировка руды происходит ежедневно круглосуточно в три смены. Поставка руды на обогатительную фабрику № 3 осуществляется непрерывно с постоянным темпом. Плановый уровень добычи руды в год – 500 000 тонн.

## 1. ИСМА

В качестве пакета для моделирования использована инструментальная среда ИСМА (инструментальные средства машинного анализа), разрабатываемая на кафедре автоматизированных систем управления Новосибирского государственного технического университета [3, 4]. Система имеет несколько входных языков. Универсальными языками спецификации являются текстовый язык LISMA и язык структурных схем [5]. Также система включает возможности моделирования электроэнергетических систем и решения задач химической кинетики с помощью предметно-ориентированных языков.

Для решения жестких систем дифференциальных уравнений [6] в решателе ИСМА [7] в основном используются оригинальные явные методы с расширенными областями устойчивости с контролем точности и устойчивости [8], в отличие от мировой практики, где принято интегрировать жесткие системы неявными методами. Использование абсолютно устойчивых схем связано с некоторыми сложностями: в частности, приводит к повышенным требованиям к объему оперативной памяти для хранения матрицы Якоби и к вычислительным ресурсам, необходимым для декомпозиции этой матрицы. В работе [9] показана ограниченная применимость неявных методов при моделировании гибридных систем [10].

Для моделирования дискретных событий в среде ИСМА применяется оригинальный алгоритм корректного обнаружения событий [11], основанный на работах американского ученого J. Esposito [12].

## 2. СТРУКТУРНО-ТЕКСТОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА

В работе [13] показан способ спецификации моделей системной динамики J. Forrester [14] в виде структурно-текстовых моделей без использования предложенного им языка DYNAMO [15]. Этот подход применяется в дальнейшем при построении модели транспортировки руды.

Темп погрузки руды в автосамосвалы моделируется с помощью прямоугольной импульсной функции, изображенной на рис. 2. Длительность импульса  $\Delta T = N t_{\Pi}$ , где  $N$  – количество автосамосвалов,  $t_{\Pi}$  – время погрузки одного самосвала. Величина импульса  $f_{\max}$  определяется как решение урав-



нения  $\int_t^{t+\Delta T} f_{\max}(t)dt = VN$ , где  $t$  – время начала импульса,  $V$  – вместимость

автосамосвала. Время начала импульса определяется из принятого в эксперименте расписания движения транспортных средств. В среде ИСМА подобные функции могут быть реализованы через блок «нелинейная функция» путем ввода пар аргумент–значение. Предусмотрена возможность импорта из файлов табличного процессора Microsoft Excel, где значения уже могут быть сгенерированы алгоритмически.

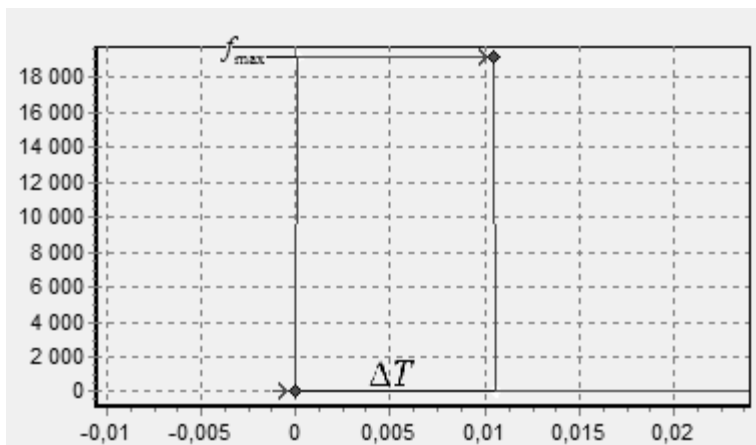


Рис. 2. Темп погрузки руды

Добыча руды в карьере косвенно моделируется через функцию решения, формирующую темп погрузки руды в карьере.

Темп погрузки руды на постоянном складе моделируется также прямоугольной импульсной функцией, моменты начала импульсов определяются текущими значениями уровней руды на промежуточном и постоянном складах: рейс осуществляется, если промежуточный склад заполнен более чем на 75 % или если постоянный склад заполнен менее чем на 75 %. Рейсы осуществляются только в период с 16:00 до 24:00. Время между рейсами ограничено снизу некоторой величиной, равной, например, одному часу.

Структурно-текстовая модель [11] технологического процесса представлена на рис. 3. Модель содержит три уровня [13]: руда на промежуточном складе, руда на постоянном складе и доставленная на фабрику руда. Блоки «Карьер – Промежуточный склад», «Промежуточный склад. Разгрузка», «Промежуточный склад – Постоянный склад», «Склад. Разгрузка», «Склад –

«Фабрика», «Фабрика. Разгрузка» представляют собой запаздывание третьего порядка, графическая модель которого изображена на рис. 4.

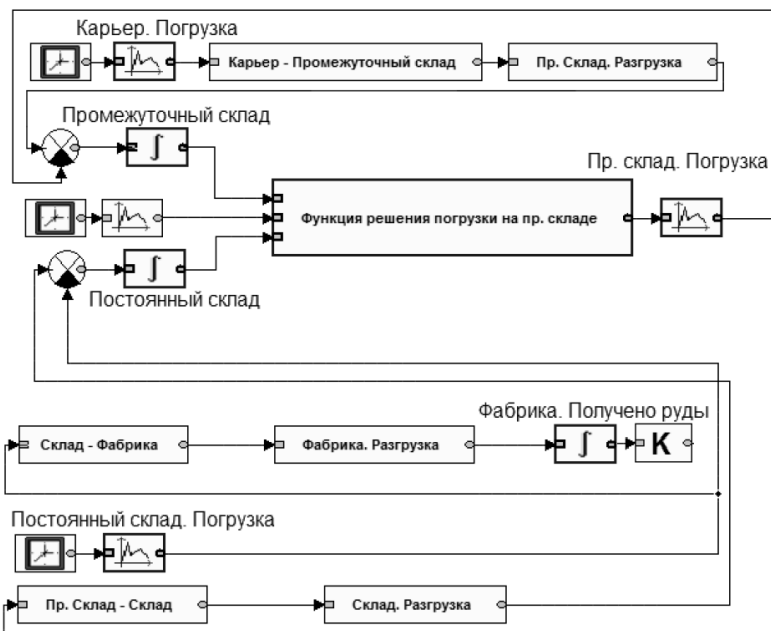


Рис. 3. Структурно-текстовая модель техпроцесса

Среда ИСМА поддерживает макросредства для повышения наглядности моделей и утилизации разработанных компонентов. Запаздывание третьего порядка представляется в виде трех запаздываний первого порядка, что отражено на рис. 4.

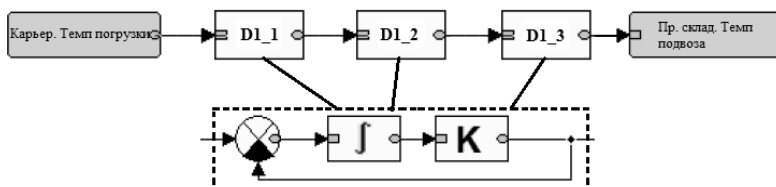


Рис. 4. Графическая модель запаздывания третьего порядка

Текстовая часть модели, содержимое блока «Функция решения погрузки на промежуточном складе», определяющего темп погрузки руды на промежуточном складе в соответствии с вышеописанным алгоритмом, представлено на рис. 5.

```
1 timeSinceLoadingStarted = 1.0; // время с начала последней погрузки
2 time = 1.0; // текущее модельное время
3
4 const warehouseCapacityMax = 200000.0; // максимальная вместимость постоянного склада
5 const temporaryWarehouseCapacityMax = 45000.0; // максимальная вместимость временного склада
6 const timeBetweenRuns = 1.0 / 24.0; // минимальный период времени между двумя рейсами
7 const warehouseTrigger = 0.75;
8 const temporaryWarehouseTrigger = 0.75;
9 const runsScheduleStart = 0.666666; // минимальное время суток начала рейсов
10
11 // dayNumber - номер дня
12 currentDayTime = time - dayNumber; // текущее время суток [0.0; 1.0)
13
14 // warehouseCapacity - текущий уровень руды на складе
15 // temporaryWarehouseCapacity - текущий уровень руды на промежуточном складе
16 if ( ( warehouseCapacity <= warehouseTrigger * warehouseCapacityMax ) OR
17     ( temporaryWarehouseCapacity <= temporaryWarehouseTrigger * temporaryWarehouseCapacityMax ) AND
18     ( timeSinceLoadingStarted >= timeBetweenRuns )
19     AND ( currentDayTime >= runsScheduleStart ) )
20 {
21     set timeSincelastLoading = 0.0;
22 }
```

Рис. 5. Содержимое блока «Функция решения погрузки на промежуточном складе»

Определено два состояния гибридной системы [10, 11]: «обычное», при переходе в которое ничего не происходит, и «начало погрузки», в котором скачкообразно изменяется значение фазовой переменной, отражающей время с начала последней погрузки. На следующем шаге интегрирования сразу же происходит переход в состояние «обычное» из состояния «начало погрузки». На вход блока поступают следующие значения: номер дня, целая часть модельного времени; уровень руды на промежуточном складе; уровень руды на постоянном складе. На выход поступает значение времени с начала последней погрузки. К выходу блока подключена нелинейная функция, моделирующая один цикл погрузки автосамосвалов, начиная с нулевого момента времени.

### 3. СЦЕНАРИИ СОБЫТИЙ. ВНЕЗАПНАЯ ОСТАНОВКА ДОБЫЧИ РУДЫ

Будем использовать следующую схему транспортировки. Погрузка руды у карьера осуществляется ежедневно с 00:00 до 08:00, выполняются семь рейсов по пять самосвалов каждый час. Самосвалы загружаются на 90 %, т. е. по 40,5 тонны руды. Погрузка руды с постоянного склада осуществляется ежедневно с 16:00 до 24:00, выполняются также семь рейсов по пять самосвалов. Проведя моделирование, получаем, что за год будет доставлено 517 300 тонн

руды на фабрику, что соответствует плану перевозок (500 000 тонн). Перевыполнение плана на реальном объекте будет компенсировано исключенным из рассмотрения в модели фактором периодического выхода их строя автосамосвалов. На промежуточном складе уровень запасов колеблется от 33 600 до 35 000 тонн.

Проведем следующий эксперимент. Неожиданно добыча руды останавливается на 30 дней (с 100-го по 130-й день), что может быть связано, например, с обрушением шахты. Время погрузки автосамосвала составляет три минуты; время разгрузки автосамосвала – две минуты; минимальный период осуществления рейсов между складом и фабрикой № 3 – один час; шаг интегрирования –  $10^{-4}$  часов; период моделирования – один год. На промежуточном складе в начальный момент времени находится 33 600 тонн руды, на постоянном – 161 400 тонн.

На рис. 6 представлены графики изменения уровней руды на складах и суммарного количества руды, доставленной на фабрику. До 100-го дня система

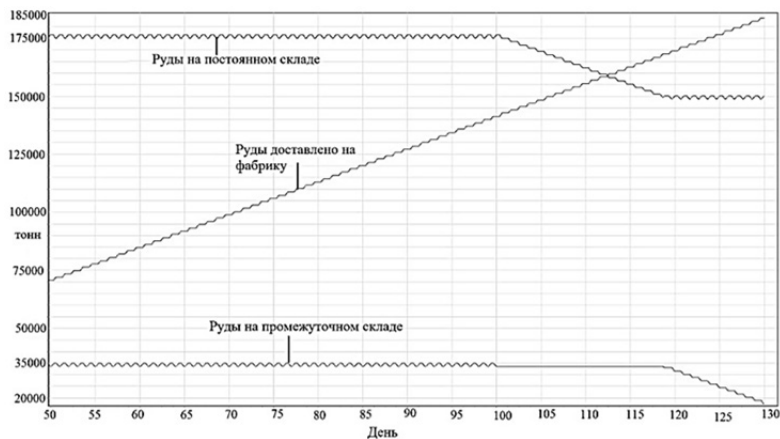


Рис. 6. Уровни руды на складах и количество доставленной на фабрику руды с 50-го по 130-й день

находилась в квазиустойчивом состоянии. Начиная с 100-го дня прекратилась поставка руды на промежуточный склад. Уровень руды на промежуточном складе составил чуть менее 75 % от номинального объема, а на постоянном складе превысил 75 % номинального объема. Это привело к остановке транспортировки руды между промежуточным и постоянным складами. Уровень руды на промежуточном складе остался неизменным, а на постоянном – уменьшился до 118-го дня. На 118-й день уровень руды на

постоянном складе стал ниже комфортного на 75 % от номинального, перевозка руды с промежуточного склада на постоянный возобновилась, уровни руды на складах стабилизировались. Начиная со 130-го дня добыча руды возобновилась, система вновь пришла в квазиустойчивое равновесие. За весь период простоя карьера доставка руды на фабрику не прекращалась и не уменьшалась за счет исходных запасов руды на складах. Можно сделать заключение, что предложенные график перевозок и начальные уровни запасов руды на складах являются достаточными для обеспечения ГОК даже в случае неожиданной остановки добычи руды на месяц.

## ВЫВОДЫ

На основе парадигм системной динамики построена структурно-текстовая модель технологического процесса перевозки кимберлитовой руды от трубки «Интер» до обогатительной фабрики № 3. Представлен план транспортировки руды. Экспериментально показано, что предложенный план может обеспечить плановую загрузенность обогатительной фабрики. Предложены необходимые уровни запасов на складах, при которых обогатительная фабрика продолжает работать даже в случае, если добыча руды останавливается на месяц.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт АК «АЛРОСА» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.alrosa.ru/> (дата обращения: 13.09.2017).
2. Карьерные самосвалы – серия 7547 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.belaz.by/catalog/products/dumptrucks/7547/> (дата обращения: 13.09.2017).
3. Шорников Ю.В., Бессонов А.В. Компоненты ядра программного комплекса «ИСМА 2015»: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617235. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2015.
4. Shornikov Yu.V., Myssak M.S., Dostovalov D.N. Computer simulation of hybrid systems by ISMA instrumental facilities // Recent Advanced in Mathematical Methods in Applied Sciences: proceedings of the 2014 international conference on mathematical models and methods in applied sciences (MMMAS'14): proceedings of the 2014 international conference on economics and applied statistics (EAS'14), St. Petersburg, 23–25 September 2014. – St. Petersburg, 2014. – P. 257–262. – (Mathematics and computers in science and engineering; vol. 32). – ISBN 978-1-61804-251-4.

5. *Востриков А.С., Французова Г.А., Гаврилов Е.Б.* Основы теории непрерывных и дискретных систем регулирования. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. – 476 с.
6. *Калиткин Н.Н.* Численные методы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 592 с.
7. *Шорников Ю.В., Новиков Е.А., Насырова М.С.* Вычислительное ядро программного комплекса ИСМА 2015: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617617. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, 2015.
8. *Новиков Е.А.* Явные методы для жестких систем. – Новосибирск: Наука, 1997. – 197 с.
9. *Шорников Ю.В., Достовалов Д.Н.* Моделирование жестких гибридных систем с односторонними событиями в среде ИСМА // Компьютерное моделирование 2012: труды международного семинара. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 36–41.
10. *Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б.* Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 224 с.
11. *Новиков Е.А., Шорников Ю.В.* Компьютерное моделирование жестких гибридных систем: монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 451 с.
12. *Esposito J., Kumar V., Pappas G.* Accurate event detection for simulation of hybrid systems // Hybrid Systems: Computation and Control. – Berlin: Springer, 2001. – P. 204–217. – (LNCS; vol. 2034).
13. *Форрестер Дж.* Основы кибернетики предприятия: (индустриальная динамика). – М.: Прогресс, 1971. – 342 с.
14. ДИНАМО – язык математического моделирования: (формальное описание) / Р.П. Беркович, П.Л. Корявов, Ю.Н. Павловский, Б.Г. Сушков. – М.: ВЦ АН СССР, 1972. – 30 с.
15. Модели системной динамики в окружении ИСМА\_2015 / Ю.В. Шорников, В.Л. Кириллов, А.В. Бессонов, Е.А. Попов // Сборник научных трудов НГТУ. – 2015. – № 4 (82). – С. 122–135.

**Шорников Юрий Владимирович**, доктор технических наук, профессор кафедры автоматизированных систем управления Новосибирского государственного технического университета. Основные направления научных исследований: теория гибридных систем, теория языков программирования, инструментальное моделирование гибридных систем. Имеет более 150 публикаций. E-mail: shornikov@inbox.ru

**Попов Евгений Александрович**, аспирант кафедры автоматизированных систем управления Новосибирского государственного технического универ-

ситета. Основные направления научных исследований: гибридные системы, системная динамика, моделирование переходных процессов в электроэнергетических системах. Имеет 9 публикаций. E-mail: filfgo@gmail.com

**Данилов Алексей Сергеевич**, аспирант кафедры автоматизированных систем управления Новосибирского государственного технического университета. Основные направления научных исследований: системная динамика, моделирование сложных систем, гибридные системы. Имеет 7 публикаций. E-mail: danilov.as@inbox.ru

### **Block-textual modeling transportation of kimberlite \***

**Yu.V. Shornikov<sup>1</sup>, Y.A. Popov<sup>2</sup>, A.S. Danilov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> 630073, Russian Federation, Novosibirsk, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk state technical university, doctor of Technical Sciences, professor of the automated control system department. E-mail: shornikov@inbox.ru

<sup>2</sup> 630073, Russian Federation, Novosibirsk, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk state technical university, doctoral student of the automated control system department. E-mail: filfgo@gmail.com

<sup>3</sup> 630073, Russian Federation, Novosibirsk, 20 Karl Marks Avenue, Novosibirsk state technical university, doctoral student of the automated control system department. E-mail: danilov.as@inbox.ru

The workflow of kimberlite transportation in Mirny ore mining and processing enterprise, owned by a group of diamond mining companies, Alrosa PJSC, is studied. The ore extracted at the Internationalnaya mine is loaded into dump trucks and is transported to a temporary warehouse. Then the ore is transported from the temporary warehouse to a main warehouse when needed. The stuff is moved from the main warehouse to the concentrating plant #3. The transportation process contains both continuous and discrete elements, therefore the theory of hybrid systems, a modern approach, is used to analyze it. The block-textual model of the movement of kimberlite between the Inter kimberlite mine and the concentrating plant #3 is built using ISMA, an environment for modeling and simulation of complex dynamical systems, which is developed by Automated control systems department of Novosibirsk state technical university. Block-textual models consist of the components of two types: graphical elements implemented as the block diagrams of control theory and textual elements specified in the LISMA\_PDE language. Simulations are carried out in order to assess the effectiveness and reliability of the kimberlite transportation strategy. At some point there happens an emergency at the mine (a flood, an explosion, etc.) causing the mining process to stop for 30 days. Given the simulation results, it can be concluded that the used transportation strategy is correct even if such unforeseen situations occur. Original explicit numerical methods with extended regions of stability and accuracy and stability control and the original correct event detection algorithm for simulation of hybrid systems are used.

---

\* Received 16 June 2017.

**Keywords:** differential-algebraic equations, hybrid systems, kimberlite, block-textual model, Cauchy problem, Mirny ore mining and processing enterprise, ISMA

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-70-81

## REFERENCES

1. The official site of Alrosa PJSC. (In Russian). Available at: <http://www.alrosa.ru/> (accessed 13.09.2017).
2. *Kar'ernye samosvaly – seriya 7547* [Haul trucks – 7547 series]. Available at: <http://www.belaz.by/catalog/products/dumptrucks/7547/> (accessed 13.09.2017).
3. Shornikov Yu.V. *Komponenty yadra programmnogo kompleksa "ISMA"* [The components of core of "ISMA 2015" software]. The Certificate on official registration of the computer program. N 2015617235, 2015.
4. Shornikov Yu.V., Myssak M.S., Dostovalov D.N. Computer simulation of hybrid systems by ISMA instrumental facilities. *Recent advanced in mathematical methods in applied sciences: proceedings of the 2014 international conference on mathematical models and methods in applied sciences (MMMAS'14): proceedings of the 2014 international conference on economics and applied statistics (EAS'14)*, St. Petersburg, 23–25 September 2014, pp. 257–262. ISBN 978-1-61804-251-4.
5. Vostrikov A.S, Frantsuzova G.A., Gavrilov E.B. *Osnovy teorii nepreryvnykh i diskretnykh sistem regulirovaniya* [Theory foundations of continuous and discontinuous control systems]. Novosibirsk, NSTU Publ., 2008. 476 p.
6. Kalitkin N.N. *Chislennyye metody* [Numerical methods]. St. Petersburg, BHV-Peterburg, 2011. 592 p.
7. Shornikov Yu.V., Novikov E.A., Nasyrova M.S. *Vychislitel'noe yadro programmnogo kompleksa ISMA 2015* [Computing core of software package "ISMA 2015"]. The Certificate on official registration of the computer program. N 2015617617, 2015.
8. Novikov E.A. *Yavnye metody dlya zhestkikh sistem* [Explicit methods for stiff systems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1997. 197 p.
9. Shornikov Yu.V., Dostovalov D.N. [Modeling and simulation of stiff hybrid systems with one-sided events in ISMA environment]. *Komp'yuternoe modelirovanie 2012: trudy mezhdunarodnogo seminara* [Computer modeling 2012: Proceedings of the international workshop]. St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Publ., 2012, pp. 36–41.
10. Kolesov Yu.B., Senichenkov Yu.B. *Modelirovanie sistem. Dinamicheskie i gibridnye sistemy* [Modelling of systems. Dynamical and hybrid systems]. St. Petersburg, BHV-Peterburg Publ., 2012. 224 p.
11. Novikov E.A., Shornikov Yu.V. *Komp'yuternoe modelirovanie zhestkikh gibridnykh sistem* [Computer simulation of stiff hybrid systems: monograph]. Novosibirsk, NSTU Publ., 2012. 451 p.



12. Esposito J., Kumar V., Pappas G. Accurate event detection for simulation of hybrid systems. *Hybrid Systems: Computation and control. LNCS 2034*. Berlin, Springer, 2001, pp. 204–217.
13. Forrester J. *Industrial dynamics*. Cambridge, Massachusetts Institute of Technology Press, 1961. 464 p. (Russ, ed.: Forrester Dzh. *Osnovy kibernetiki predpriyatiya: (industrial'naya dinamika)*. Moscow, Progress Publ., 1971. 342 p.).
14. Berkovich R.P., Koryavov P.L., Pavlovskii Yu.N., Sushkov B.G. *DINAMO – yazyk matematicheskogo modelirovaniya: (formal'noe opisaniye)* [DYNAMO mathematical modelling language (formal description)]. Moscow, Computing centre of the academy of sciences of the USSR Publ., 1972. 30 p.
15. Shornikov Yu.V., Kirillov V.L., Bessonov A.V., Popov E.A. Modeli sistemnoi dinamiki v okruzhenii ISMA\_2015 [System dynamics models in ISMA\_2015 environment]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2015, no. 4 (82), pp. 122–135.

## СООБЩЕНИЯ

УДК 316.77

УДК 316.776.3

### УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ. МЕТОДИКА ПОСТАНОВКИ ЭФФЕКТИВНЫХ ВОПРОСОВ\*

Ю.М. КОНОНОВ

*634012, РФ, г. Томск, ул. Елизаровых, 4, ком. 17, Информационно-консультационный центр «Мастер-Класс Консалт», кандидат технических наук. E-mail: ykton1@gmail.com*

В статье представлена поэтапная методика решения задач, возникающих перед руководителями, консультантами, наставниками, коучами и социальными работниками при управлении и развитии персонала. Представлены основные результаты исследования применения методики при обучении и развитии персонала за 2015–2016 гг.

Рассматриваются основные характеристики коучинга как управленческой технологии в работе с персоналом. Приводятся варианты совершенствования подхода на основе систематизации известных методов управления и развития персонала.

Приводится сопоставление системного подхода решения проблемных ситуаций и технологии коучинга. Методика направлена на получение результата при достижении личных и производственных целей путем управленческой коммуникации – «эффективных вопросов». В работе рассматривается пример работы с коллективом по данной методике. Представлена динамика развития сотрудников, динамика изменений в поведении и компетенции сотрудников.

Рассмотренная тема будет интересна работникам, чья деятельность связана с социальной коммуникацией и принятием решений: аналитикам, руководителям, специалистам по подготовке персонала, коучам, преподавателям.

**Ключевые слова:** управление персоналом, системный подход, системный анализ, коучинг, принятие решений, развитие персонала, лояльность персонала, руководитель, наставник, методика, алгоритм, эффективные вопросы, эффективная коммуникация, управление проектом, коммуникация, коллектив, команда, проблемная ситуация, улучшающее вмешательство

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-82-99

---

\* Статья получена 12 мая 2017 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших качеств руководителя в процессе управления командой является умение приспосабливаться к постоянно происходящим изменениям, разбираться в сложившейся ситуации, задавать правильные вопросы и принимать правильные решения, ведущие к планируемым результатам. Руководители коллективов и наставники молодых работников могут успешно адаптироваться к быстро изменяющимся условиям производственных задач, применяя новые методики решения поставленных перед ними проблем.

В этой связи вызывает интерес исследование и совершенствование методов и подходов взаимодействия с командой с целью наиболее эффективного управления предприятием.

## 1. ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ В РАССМАТРИВАЕМОЙ ОБЛАСТИ

Изучению подходов к управлению персоналом и выбору методов профессионального и личностного развития сотрудников в последнее время уделяется особое внимание. В представленной работе приводятся результаты практических исследований, проведенных в конкретном производственном коллективе [1].

Рассматриваемая методика направлена на получение результата при достижении личных и профессиональных целей путем *управленческой коммуникации – «эффективных вопросов»*.

### **Основные определения и понятия**

Понятие «коучинг» происходит от английского глагола «coach» – тренировать, учить, направлять, подсказывать, снабжать фактами [2]. Гэллвей определил сущность коучинга для человека как раскрытие потенциала человека с целью максимального повышения его эффективности. Коучинг не учит, а помогает учиться.

Существует множество определений термина «коучинг», они зависят от характера и области решаемых с его помощью задач, а также от образования, видения и опыта автора определения.

В рамках рассматриваемой темы целесообразно принять следующее определение коучинга. Коучинг – методика постановки вопросов, способствующих наиболее быстрому получению ясности при разборе *проблемной ситуации* либо задачи.

Термин *проблемная ситуация* заимствован из работы [3], в данном источнике он рассматривается в рамках темы прикладного системного анализа.

*Проблемная ситуация* – это некоторое реальное стечение обстоятельств или положение вещей, которым кто-то недоволен, неудовлетворен и хотел бы изменить.

Вызывает интерес проведение аналогии между этапами коучинга и методикой *системного анализа* для совершенствования процесса управления персоналом.

*Системный анализ* – научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемой системы. Он опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественно-научных, статистических и математических методов [4].

*Улучшающее вмешательство* – это такое изменение проблемной ситуации, которое положительно оценивается хотя бы одним из ее участников и неотрицательно – всеми остальными.

*Прикладной системный анализ* [3] можно назвать *теорией и практикой проектирования и реализации улучшающих вмешательств*. А поскольку при этом не возникает нового недовольства ни у одного из участников ситуации, еще одно определение прикладного системного анализа можно сформулировать как *методику решения проблем реальной жизни без создания новых проблем*.

Схематическое представление *проблемной ситуации* показано на рис. 1. А сама проблема [3] – это *субъективное отрицательное отношение субъекта к реальности*.



Рис. 1. Схематическое представление отрицательного отношения субъекта к реальности

Можно сказать, что *проблема* или *задача* – это отправная точка для применения методики.

Проводя аналогию методики постановки вопросов, используемых в коучинге, можно определить влияние коучинга на объект как *улучшающее вмешательство*, применяемое в *прикладном системном анализе* [3].

Говоря об эффективности чего-либо (например, об эффективности производственных процессов в *проектной деятельности*), часто используют термин *оптимизация*.

*Оптимизация* – нахождение наилучшего (из множества возможных) варианта решения задачи при заданных требованиях, ограничениях.

В работе [5] термин *проект* определяется как последовательность согласованных действий, выполнение которых приводит к появлению конкретного, наглядного результата.

Анализируя вышеизложенное, можно утверждать, что *применяемые в коучинге принципы постановки вопросов помогают достичь наибольшей ясности при выполнении сложных задач, кейсов, проектов, а также задач оптимизации производственных процессов.*

В рамках рассматриваемой темы «Коучинг как методика постановки вопросов...» можно заметить аналогию между *трудоемкостью* выполнения любой задачи либо проекта и *длиной пути* от точки 1 к точке 2 (рис. 2, а). Тогда трудозатраты, необходимые для выполнения задачи (проекта), будут эквивалентны длине пути. Длина пути, в свою очередь, при прочих равных условиях\* *тем короче, чем яснее (конкретнее, правильнее, точнее) поставлен вопрос* руководителем (либо исполнителем) *либо задание*. Следовательно, насколько точнее задан вопрос, настолько и сокращаются трудозатраты для выполнения задачи. В идеальном случае путь от точки 1 (постановка задачи) к точке 2 (результат) проходит по прямой без отклонений (рис. 2, а) – это норма.

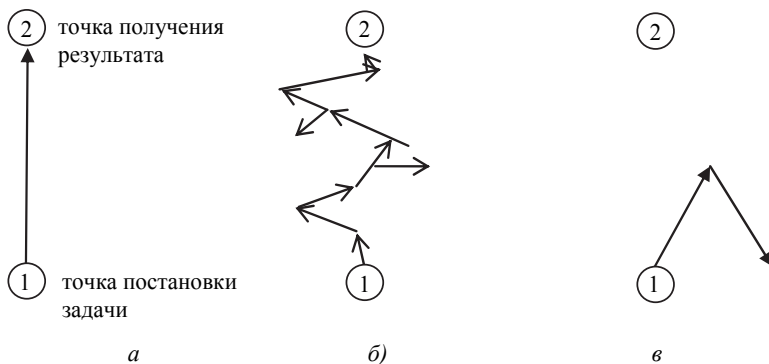


Рис. 2. Связь между трудоемкостью выполняемой задачи и длиной пути

\* Под фразой «при прочих равных условиях» понимаются остальные факторы, влияющие на процесс выполнения задачи (например, уровень шума, уровень внешнего воздействия).

При недостаточно ясной постановке вопросов путь решения задачи удлинится (рис. 2, б), в этом варианте команда всё же приходит к решению задачи. И третий вариант (рис. 2, в) – «нет ясности», когда команда не приходит к решению задачи. Уровень отклонения от нормы (рис. 2, в) определяется, с одной стороны, уровнем вносимого внешнего шума, с другой стороны, *мастерством человека либо команды, решающей эту задачу, в частности, мастерством постановки правильных вопросов.*

Коучинг высокой эффективности исполнения базируется на следующих основных понятиях и критериях [2]:

- контекст – осознание и ответственность;
- навыки – эффективные вопросы, активное слушание;
- последовательность этапов: 1) цели; 2) реальность; 3) варианты; 4) намерения.

Весь процесс коучинга базируется на четырех простых вопросах (табл. 1) [2].

*Таблица 1*

#### **Процесс коучинга**

Контекст постановки вопроса	Этап
Чего ты хочешь?	Расстановка целей
Что происходит сейчас?	Обследование текущей ситуации (реальность)
Что можно сделать?	Список возможностей
Что ты будешь делать?	Намерения (то, что надо сделать)

*В этом ключе коучинг можно назвать методикой эффективных вопросов.*

Методика представляет последовательность вопросов, помогающих самостоятельно понять и реализовать шаги к достижению желаемой цели [6]. В табл. 2 представлено сопоставление алгоритма коучинга и экспресс-метода анализа и решения проблемных ситуаций [6] и этапов экспресс-метода решения, основанное на укрупнении этапов алгоритма системного анализа и аналогичных методик.

Таблица 2

**Сопоставление алгоритма коучинга и экспресс-метода анализа  
и решения проблемных ситуаций**

Д. Уитмор [2]			Экспресс-метод анализа и решения проблемных ситуаций [6]	
Этапы	Контекст вопросов	Что анализируем?	Укрупненные этапы	Контекст «эффективных вопросов»
Проблема, цель	В чем проблема? Чего ты хочешь?	Желание, цель	<b>I. Диагностика</b>	1. В чем задача? 2. Что необходимо изменить?
Реальность (обследование текущей ситуации)	Что происходит сейчас?	Привычки, реальность, опыт	<b>II. Модель</b>	Что происходит сейчас? (текущее состояние системы и ее параметров)
Варианты (список возможностей)	Что можно сделать?	Ресурсы, варианты, критерии, ограничения. Какие действия будем предпринимать?	<b>III. Гипотеза</b>	Варианты решения задачи?
Намерения	Что ты будешь делать?	План действий: шаг 1, шаг 2, шаг 3, ..., шаг <i>n</i>		Какие действия следует предпринять для изменения состояния системы, ее параметров?
Действие	Когда?	Дата, срок реализации действия: шаг 1, шаг 2, шаг 3, ..., шаг <i>n</i>	<b>IV. Действие</b>	Когда?

Процедура постановки *эффективных вопросов* позволяет оперативно перейти к конструктивному решению интересующей задачи.

## 2. РОЛЬ РУКОВОДИТЕЛЯ И НАСТАВНИКА В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТИВОМ

Предложенные вопросы использовались для обучения молодых сотрудников, а также для достижения большей ясности выполняемых производственных задач.

Для руководителя наставника владение такой методикой постановки вопросов – это возможность наиболее быстро разобраться в ключевых моментах проблемы и тем самым сократить как временные затраты, так и затраты энергетических ресурсов для поиска нужного решения. При анализе больших объемов информации это помогает отсеять второстепенные задачи и сконцентрироваться на действительно важных аспектах дела.

*Принципы эффективных вопросов применяются в разных сферах. Например, в области управления проектами рекомендуются вопросы, которые следует задать руководителю проекта для ясного видения ситуации по планируемому фронту работ [7].*

– **Что должно быть сделано?** Что является целью, предметом и содержанием проекта?

– **Кто может это сделать?** Имеются ли соответствующие специалисты внутри предприятия или нужно привлекать сторонних? Кому будет поручена работа?

– **Как следует выполнять работу?** Нужно ли соблюдать специальные предписания и нормы, пользоваться определенными стандартами?

– **Какие средства и ресурсы необходимы для проведения работы?**

– **Когда работа должна быть выполнена?** Не позднее какого срока работа должна быть начата и к какому сроку она должна быть закончена?

*Обязанности и функционал руководителя сформулированы в работе [8], такое определение подходит и для рассматриваемой ситуации:*

- формирование команды проекта и организация ее работы;
- достижение конечного результата проекта в заданные сроки с помощью имеющихся ресурсов;
- принятие решений в условиях высокой степени неопределенности;
- календарное планирование и проектирование;
- взаимодействие с проектными организациями, поставщиками, подрядчиками, инвесторами, консультантами, потребителями и руководством предприятия;
- обеспечение выполнения работ и контроля затрат, управляющий (руководитель) должен обеспечить управление процессами и функциями.



*Рассел Арчибальд [8] выделяет 14 основных личностных характеристик, которыми должен обладать управляющий проектом:*

- 1) гибкость и адаптивность;
- 2) высокая инициативность и лидерские качества;
- 3) смелость, уверенность, убедительность, умение ясно выражать мысли;
- 4) честолюбие, активность, влияние;
- 5) эффективность в координации и интеграции усилий участников проекта;
- 6) широкий круг личных интересов;
- 7) уравновешенность, энтузиазм, умение творчески мыслить, искренность;
- 8) умение сопоставлять технические решения со временем, необходимым на их реализацию, с затратами и человеческим фактором;
- 9) высокая организованность и дисциплинированность;
- 10) больше универсал, чем специалист в какой-то одной области;
- 11) способность и готовность посвятить большую часть своего времени планированию и контролю;
- 12) способность выявлять проблемы;
- 13) готовность к принятию решения;
- 14) способность сохранять оптимальное равновесие при распределении времени.

### **3. КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПОВ СОТРУДНИКОВ ПО СТЕПЕНИ ЛОЯЛЬНОСТИ К ОРГАНИЗАЦИИ**

В работе [7] предлагается *6 основных уровней отношения* конкретного сотрудника к организации по степени убывания лояльности (по результатам анализа наработок Тарасова В.К. и Фридмана А.С.). Рассмотрено, как обычно ведет себя соответствующий сотрудник в разных случаях взаимодействия с организацией.

В работе [8] *сотрудники классифицированы по их реакции на ваши основные функции*: введение нового порядка, контроль и санкции. В зависимости от реакции спикер предлагает эффективный подход к каждому типу. *Всего выделено 7 типов сотрудников.*

В табл. 3 приведено сопоставление типов сотрудников, рассматриваемых в работах [9, 10].

Таблица 3

**Классификация сотрудника по уровню лояльности к организации**

№	Тип, название [10]	Характеристика	Тип, название [9]	Характеристика
1	Лояльный	Когда руководитель разрабатывает новый порядок, лояльный сотрудник ему просто не мешает. Стремится узнать «букву» и понять «дух» каждого закона, поскольку собирается все исполнять и хочет знать, что от него требуется	Исполнительный	Удовлетворительно настроенный к организации сотрудник, заинтересованный в хорошем выполнении своей работы «так же, как у всех». Его отношение целиком соответствует отношению лидеров организации, он часто просто копирует поведение лидеров
2	Приверженный	Заботится о руководителе и создает условия для создания нового порядка. Иногда может непосредственно участвовать в создании порядка и помогает понять его другим сотрудникам	Вовлеченный	Преданный организации сотрудник, заинтересованный в совместном с организацией максимальном развитии во имя личных целей через достижение организационных целей
3	Гиперприверженный	Навязчиво заботится о боссе, когда тот придумывает порядок. Цели у такого типа благие, но результат – не всегда. Все нововведения разъясняет на свой лад	Фанат	Чрезмерно преданный сотрудник, не разделяющий свою личную жизнь и работу в организации, зачастую совмещающий личные и корпоративные цели в единое целое
4	Недовольный	Пока руководство работает над новым порядком, ворчит. При оглашении новых правил стремится их просто узнать – его интересует только «буква», а ценность и цели его не волнуют	Сопrotивляющийся	Критически (конструктивно) настроенный к любым изменениям в организации сотрудник, старающийся везде в первую очередь найти слабые места, недоработки и недочеты

Окончание табл. 3

№	Тип, название [10]	Характеристика	Тип, название [9]	Характеристика
5	Неисполнительный	Создает помехи руководителю, пока тот разрабатывает порядок, начинает всячески его отвлекать и придумывать разные «срочные» вопросы. При доведении порядка стремится сохранить свое право на незнание. Во время донесения порядка отвлекается, а потом, когда что-то упускает в работе, оправдывается, что «не знал»	Саботирующий	Сотрудник, защищающий свою зону комфорта и старательно использующий все слабые зоны управления организацией в личных целях, при этом старающийся не попасть ни под какой вид санкций организации
6	Воюющий	На этапе создания нового порядка распускает слухи. Не зная, о чем будет идти речь, придумывает мифы и распространяет негатив. При внедрении нового порядка этот момент может начать менять «дух» порядка. Говорит примерно такими фразами: «ясно, для чего все это, как я и предполагал...» или «на самом деле это значит...»	Воюющий	Активно противоборствующий сотрудник организации, ведущий активную партизанскую и часто неконструктивную борьбу со всеми видами улучшений и текущими правилами в организации
7	Перехватывающий управление	Пока руководитель готовит порядок, перехватывающий управление переводит внимание коллектива на себя. Увлекает рассказами «а как в других компаниях» и готовит почву для недовольства теми установками, которые еще не придуманы. Стремится узнать все нововведения досрочно, потому что информация позволяет управлять		

Кроме того, важно проанализировать классификацию сотрудников по мотивации и степени их лояльности, а также методы работы с ними.

В работе [11] *сотрудники разделены на три класса: А, В и С*. Можно дать следующее краткое определение каждому из них.

*Сотрудники типа А* движутся в одном направлении с компанией. Их надо поддерживать и ставить на ключевые места.

*Сотрудники типа В* периодически движутся против направления компании. Их поведение время от времени необходимо контролировать, напоминать о трудовой дисциплине, приучать к порядку.

*Сотрудники типа В* имеют свою реальность. Условно их можно разделить на «полезных» и «незаменимых». С «полезными» необходимо прощаться. С «незаменимыми» надо договариваться в индивидуальном порядке.

На рис. 3 представлено *направление движения* сотрудников по отношению к направлению развития компании.

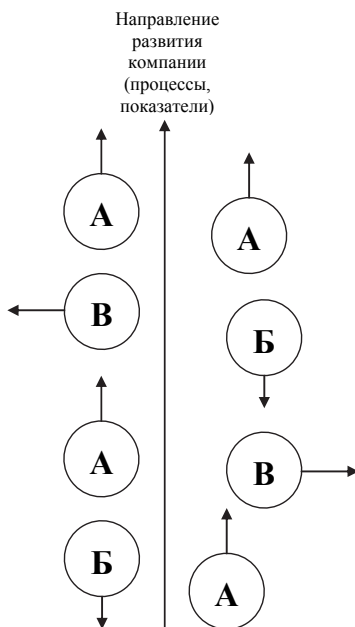


Рис. 3. Мотивация сотрудников по степени их лояльности к организации

Редко можно встретить сотрудника, который идеально подходит под одно из описаний, приведенных выше, скорее это комбинация описанных характеристик с более выраженным характером одного либо нескольких из них. В табл. 4 проведено сопоставление классификаций сотрудников.

Таблица 4

#### Сопоставление классификаций сотрудников

Тип сотрудника по [9]	Тип сотрудника по [10]	Класс сотрудника по [11]
Лояльный	Исполнительный	<b>А</b>
Приверженный	Вовлеченный	
Гиперприверженный	Фанат	
Недовольный	Сопrotивляющийся	<b>Б</b>
Неисполнительный	Саботирующий	<b>Б/В</b>
Перехватывающий управление	–	<b>В</b>
Воюющий	Воюющий	

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ

В табл. 5 приведены характеристики трех рассматриваемых сотрудников.

Таблица 5

#### Характеристики рассматриваемых сотрудников

Сотрудник	Тип сотрудника по [9,10]	Класс сотрудника [11]	Общий образ
1	Гиперприверженный	<b>А</b>	☺
2	Гиперприверженный, неисполнительный	<b>А, Б, В</b>	☹
3	Приверженный, недовольный	<b>А, Б</b>	☹

*Сотрудник 1* – перспективный молодой работник, рассматриваемый всеми как будущий руководитель. *Общая характеристика*: аналитический склад ума, готов выполнять новые задания, мотивирован, ориентирован на развитие. *Сопrotивление выражается* в следующем: отвлекает начальство по мелочам, задает много вопросов, спорит.

*Сотрудник 2* – средний возраст, имеет большой опыт в направлении, отличном от направления развития компании, текущим направлением занимается недолго.

*Сотрудник 3* – большой опыт работы в своем направлении, ответственен, всеми воспринимается как компетентный в своем направлении специалист, к нему обращаются за советом. *Сопrotивление выражается* в том, что много возмущается по мелочам, от которых ничего не зависит.

Более подробные общие характеристики сотрудников приведены в работе [1].

В табл. 6 приведены поставленные задачи развития трех типов сотрудников, упомянутых выше, и критерии их достижения.

Таблица 6

Задачи развития сотрудников, критерии их выполнения

№	Задача	Критерий выполнения
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Повысить самостоятельность в принятии решений и координации смежных подразделений, сотрудников</li> <li>– Снизить уровень прерываний начальства (количество обращений к руководству по зоне своей компетенции)</li> <li>– Повысить коммуникабельность</li> <li>– Повысить количество и обоснованность предлагаемых сотрудником решений</li> </ul>	<p>Вопросы, касающиеся его уровня компетенции, решает сам, без привлечения начальства. Предлагает самостоятельно несколько обоснованных вариантов решения (мозговой штурм)</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Снизить количество вопросов к начальству</li> <li>– Повысить коммуникабельность и самообучаемость коллег</li> <li>– Повысить качество представляемого материала</li> <li>– Повысить логичность представления материала</li> <li>– Повысить обоснованность выдвигаемых решений, самостоятельность действий</li> </ul>	<p>Советуется с коллегами при выполнении работ, не отвлекает начальство мелкими промежуточными вопросами, представляет задания в нужном виде / формате, самостоятельно анализирует материал, выдвигает обоснованные предложения</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Снизить уровень отвлечения начальства</li> <li>– Снизить уровень возмущения, доносимый до начальства (повысить лояльность)</li> <li>– Повысить самостоятельность в выполнении решений</li> <li>– Повысить репрезентативность материала (выполняет задания и не отвлекает руководителя)</li> </ul>	<p>Вопросы, вызывающие возмущение, решает самостоятельно с коллегами, к начальству обращается при необходимости принятия решений, выходящих за пределы его компетенции. С начальством разговаривает по существу дела, без лишней информации</p>

Более подробно в работе [1] приведены примеры реакций (сопротивления) сотрудников на определенное задание и использованные эффективные вопросы для решения поставленной задачи. Приведены варианты эффективных вопросов для *типовых ситуаций, возникающих перед руководителями* и наставниками при решении задач развития коллектива.

За период наблюдения сотрудник 1 изменился от «гиперприверженного» в «приверженного». Большинство задач, представленных в табл. 6, было достигнуто. Основные результаты изменений представлены в табл. 7 и 8 [1].

Таблица 7

**Динамика развития сотрудников по приведенной классификации  
в результате применения методики**

Сот-рудник	Тип сотрудника до	Тип сотрудника после	Общий образ
1	Гиперприверженный	Приверженный	☺
2	Гиперприверженный, неисполнительный	Приверженный	☺
3	Приверженный, недовольный	Приверженный	☺

Таблица 8

**Динамика развития сотрудников (фрагмент таблицы)**

Сот-руд-ник	Процесс	До применения методики	После применения методики
1	Затраты времени на принятие решения	Оттягивание принятия решения, попытка отсрочить принятие решения в порученной ему самостоятельной задаче	Самостоятельно предлагает решения и говорит, что ему нужно для принятия решения
1	Принятие решения в зоне своей компетенции	Отвлекает руководителя по поводу решений, находящихся в зоне его компетенции	Принимает решения в рамках своих обязанностей, самостоятельно осуществляет коммуникацию с другими сотрудниками

Окончание табл. 8

Сот-руд-ник	Процесс	До применения методики	После применения методики
1	Восприимчивость к новым заданиям, решение которых требует смены подхода или логики, к которой привык сотрудник	Дает логическое обоснование невозможности выполнения поставленной задачи	Предлагает решения, допущения, которые необходимо сделать для достижения результата
1	Самостоятельность в рамках своего сектора работ	Отсутствует понимание контроля сроков, координации сотрудников	Самостоятельно проводил координацию сотрудников в своем секторе работ, контролирует сроки, проверяет результат
2	Затраты времени на принятие решения	Слишком быстро принимает решения, до получения оптимального объема информации, необходимой для проектной работы	Советуется с коллегами, собирает достаточное количество материала. Обращается к руководителю только тогда, когда узнает всю необходимую информацию. Обосновывает свое решение фактами

## ВЫВОДЫ

В статье рассмотрена *методика постановки эффективных вопросов* и полезность ее применение руководителем для развития персонала и *ускорения перевода диалога в конструктивное русло – наиболее быстрого решения возникающих рабочих задач.*

Рассмотрена классификация сотрудников в зависимости от мотивации и степени их лояльности к организации. Выбраны методы работы в зависимости от класса сотрудника.

Рассмотрена процедура постановки *эффективных вопросов*, позволяющая оперативно перейти к конструктивному решению задачи.

Для исследуемого коллектива определены типы сотрудников, их основные проявления и точки роста.

Разработаны планы развития и выявлены критерии успешности развития для конкретных сотрудников.



За период исследования и применения *методики постановки эффективных вопросов* повышена мотивация и результативность сотрудников, уменьшено сопротивление при выполнении задач, стоящих перед предприятием.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кононов Ю.М.* Коучинг как методика постановки эффективных вопросов для наставника и руководителя [Электронный ресурс]: дипломная работа. – Томск, 2016. – URL: <http://yktom1.wixsite.com/kononov-coach/blog> (дата обращения: 13.09.2017).

2. *Уитмор Д.* Коучинг высокой эффективности: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Международная академия корпоративного управления и бизнеса, 2005. – 165 с.

3. *Тарасенко Ф.П.* Прикладной системный анализ: учебное пособие. – М.: Кнорус, 2010. – 224 с.

4. Системный анализ [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Системный\\_анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Системный_анализ) (дата обращения: 13.09.2017).

5. *Глисон К.* Работай меньше, успевай больше: программа персональной эффективности / пер. с англ. Н. Яцюк. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 352 с.

6. *Кононов Ю.М.* Обзор методик и алгоритмов решения задач управления производственным процессом на основе подходов системного анализа // Сборник научных трудов НГТУ. – 2017. – № 1. – С. 72–84.

7. *Дульзон А.А.* Управление проектами: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 334 с.

8. *Заренков В.А.* Управление проектами: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2006. – 312 с.

9. *Бехтерев С.* Отношение сотрудников к организации: классификация и способы улучшить это отношение [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.cfin.ru/management/people/motivation/approach.shtml> (дата обращения: 13.09.2017).

10. *Сивожелезов П.П.* Семь типов подчиненных и как ими управлять [Электронный ресурс]. – URL: <http://sbs.edu.ru/lp/sivozhelezov/cl-v1/> (дата обращения: 13.09.2017).

11. *Кузин А.Ю.* Эффективные переговоры, командообразование и управление командой. Предупреждение конфликтов и управление конфликтами: методические материалы. – Томск, 2014. – 91 с.

**Кононов Юрий Михайлович**, кандидат технических наук. Основные направления исследований: системный анализ, управление и обработка информации. Имеет более 20 публикаций. E-mail: ykto1@gmail.com

## **Management of personnel – coaching as a method of effective questions for mentor and manager\***

**Yu.M. Kononov**

634012, Russian Federation, Tomsk. Elizarov 4-17, Information and Consulting Center «Master-Class Consult», Candidate of Technical Sciences E-mail: ykto1@gmail.com

The article presents a step-by-step methodology for solving tasks that arise before managers, consultants, mentors, coaches, social workers in the management and development of staff. The main results of the research on the application of the methodology for training and development of personnel for the period 2015-2016 are presented. The main characteristics of coaching as management technology in the work with personnel are considered. Options for improvement based on the systematization of known methods of management and development of personnel are presented. A comparison of the system approach to solving problem situations and technologies of coaching is presented. The methodology is aimed at obtaining results when achieving personal and production goals through managerial communication - "effective questions". In this paper, we will consider working with a team on this method. The dynamics of staff development, the dynamics of changes in the behavior and competence of employees are presented.

The topic will be of interest to employees whose activities are connected with social communication and decision-making: analysts, managers, training specialists, coaches, teachers.

**Keywords:** personnel management, systems approach, System analysis, coaching, decision making, personnel development, staff loyalty, leader, mentor, methodology, algorithm, effective questions, effective communication, project management, communication, team, team, problem situation, improving intervention.

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-82-99

## **REFERENCES**

1. Kononov Yu.M. *Coaching kak metodika postanovki effektivnykh voprosov dlya nastavnika i rukovoditelya* [Coaching as a method of effective questioning for the mentor and chief project manager: diploma work]. Tomsk, 2016. Available at: <http://ykto1.wixsite.com/kononov-coach/blog> (accessed 13.09.2017).
2. Whitmore J. *Coaching of high efficiency*. London, Brealey, 2002 (Russ. ed.: Uitmor D. *Coaching vysokoi effektivnosti*. 3rd ed. Translated from English. Mos-

---

\* Received 12 May 2017.

cow, Mezhdunarodnaya akademiya korporativnogo upravleniya i biznesa Publ., 2005. 165 p.).

3. Tarasenko F.P. *Prikladnoi sistemnyi analiz* [Applied system analysis]. Moscow, Knorus Publ., 2010. 224 p.

4. *Sistemnyi analiz* [System analysis]. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Системный\\_анализ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Системный_анализ) (accessed 13.09.2017).

5. Gleeson K. *Personal efficiency program: how to stop feeling overwhelmed and win back control of your work*. 4<sup>th</sup> ed. Hoboken, NJ, John Wiley & Sons, 2009 (Russ. ed.: Glison K. *Rabotai men'she, uspevai bol'she: programma personal'noi effektivnosti*. Translated from English N. Yatsyuk. Moscow, Mann, Ivanov i Ferber Publ., 2013. 352 p.).

6. Kononov Yu.M. Obzor metodik i algoritmov resheniya zadach upravleniya proizvodstvennym protsessom na osnove podkhodov sistemnogo analiza [Review of methods and algorithms for solving the problems of production process management based on the approaches of system analysis]. *Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Transaction of scientific papers of the Novosibirsk state technical university*, 2017, no. 1 (87), pp. 72–84.

7. Dul'zon A.A. *Upravlenie proektami* [Project management]. National Research Tomsk Polytechnic University. 3rd ed. Tomsk, TPU Publ., 2010. 334 p.

8. Zarenkov V.A. *Upravlenie proektami* [Project management]. 2nd ed. Moscow, ASV Publ., St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2006. 312 p.

9. Bekhterev S. *Otnoshenie sotrudnikov k organizatsii: klassifikatsiya i sposoby uluchshit' eto otnoshenie* [Attitude of employees to the organization: classification and ways to improve this attitude]. Available at: <http://www.cfin.ru/management/people/motivation/approach.shtml> (accessed 13.09.2017).

10. Sivozhelezov P.P. *Sem' tipov podchinennykh i kak imi upravlyat'* [Seven types of subordinates and how to manage them]. Available at: <http://sbs.edu.ru/lp/sivozhelezov/cl-v1/> (accessed 13.09.2017).

11. Kuzin A.Yu. *Effektivnye peregovory, komandoobrazovanie i upravlenie komandoi. Preduprezhdenie konfliktov i upravlenie konfliktami* [Effective negotiations, team building and team management. Conflict prevention and conflict management]. Tomsk, 2014. 91 p.

УДК 31:614.8

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ РЕАЛИЗАЦИИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ОБЛАСТИ ГПН КАК РЕЗУЛЬТАТ ОЦЕНКИ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА УПРАВЛЕНИЯ ПО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ\***

О.Н. ОРЛОВА<sup>1</sup>, Е.В. ЛЕБЕДЕВ<sup>2</sup>, С.Г. БАЕВКИН<sup>3</sup>, Ш.Ш. ДАГИРОВ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 129301, РФ, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 5, Академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления и экономики. E-mail: olga\_on.omsk@mail.ru

<sup>2</sup> 630099, РФ, г. Новосибирск, ул. Октябрьская, 80, Главное управление МЧС России по Новосибирской области, заместитель начальника, слушатель ФРК ФЗО АГПС МЧС России. E-mail: lebedev.1977.77@mail.ru

<sup>3</sup> 630099, РФ, г. Новосибирск, ул. Октябрьская, 86, Управление надзорной деятельности ГУ МЧС России по Новосибирской области, начальник отдела надзорной деятельности по г. Новосибирску, слушатель ФРК ФЗО АГПС МЧС России. E-mail: baevkin@mail.ru

<sup>4</sup> 129301, РФ, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 5, Академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, студент Института управления ГМУ АГПС МЧС России. E-mail: dagirov@mail.ru

Определено, что использование в организационно-управленческом аспекте реализации типовой и риск-ориентированной моделей надзорной деятельности позволит улучшить качество проводимых надзорных мероприятий без нарушения действующего законодательства с учетом принципов, продекларированных президентом РФ и министром МЧС РФ. Современная деятельность по обеспечению пожарной безопасности основана на нормативной базе, которая состоит из огромного количества нормативных документов (более 1700), содержащих более 100 тыс. частных требований пожарной безопасности. При этом потребность в необходимом количестве норм пожарной безопасности удовлетворена на 40 %, поскольку научно-технический прогресс требует нормативно-технического обеспечения, которое заметно отстает от темпов научно-технического прогресса.

Более того, частные (фрагментарные) требования пожарной безопасности имеют весьма узкий диапазон их эффективного применения, и этот недостаток перекрывается виртуальными требованиями, обоснованными логикой рассуждений их разработчиков, многие из которых, к сожалению, не имели (не имеют) опыта исследования (расследования)

---

\* Статья получена 10 июля 2017 г.

пожаров и применения требований пожарной безопасности в надзорной и судебной практике.

Все это привело к ситуации, в которой применение таких норм пожарной безопасности причиняет больший вред в форме упущенной выгоды, чем вред от пожаров, т. е. деятельность по обеспечению пожарной безопасности становится для экономики опаснее, чем пожары.

**Ключевые слова:** критическая ситуация, надзорно-профилактическая деятельность ГПН, качественный уровень государственного пожарного надзора, категории опасности объектов надзора, структуризация проблем, некоммерческие объединения граждан, консолидация надзоров

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-100-112

## **ВВЕДЕНИЕ**

Человечество с момента зарождения сталкивалось с различными природными опасностями: землетрясениями, наводнениями, ураганами, грозами, лесными пожарами, агрессивными представителями животного мира и др. [1].

По мере интеллектуального развития человечества, а именно овладения огнем, появилась пожарная опасность, нередко обусловленная злым умыслом людей или неумелым обращением с огнем. Ее дальнейшее развитие, непосредственно связанное с убаыстряющимся научно-техническим прогрессом человечества и интенсивным вовлечением в социально-экономические процессы все новых видов вещества, энергии и информации, повлекло создание системы обеспечения пожарной безопасности.

Система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ [1].

В современном обществе условия жизни способствуют росту числа пожаров и чрезвычайных ситуаций, что приводит к увеличению размеров социально-экономических последствий от них во всем мире. Ежегодно на земном шаре возникает более 5 миллионов пожаров, от которых погибает несколько десятков тысяч человек и уничтожается материальных ценностей на десятки миллиардов денежных единиц, не считая уникальных бесценных памятников истории и культуры. Одним словом, пожары в XXI веке стали настоящим бедствием для человечества. Это заставляет специалистов постоянно искать новые более совершенные средства и методы борьбы с пожарами.

В нашей стране обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших государственных задач, на успешное решение которой затрачиваются значительные материальные и трудовые ресурсы.

## 1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

**Первая задача:** провести анализ статистических данных Главного управления МЧС России по г. Новосибирску за 2005–2015 гг. о пожарах на территории Новосибирской области. Такой анализ показал, что тяжесть последствий от пожаров за последние 10 лет ухудшилась более чем в 1,3 раза (за основу взят показатель погибших и травмированных людей как один из наиболее объективных).

Выявлена характерная особенность, состоящая в том, что основными причинами всех произошедших пожаров являются неосторожное обращение с огнем, нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования, детская шалость с огнем, которые вполне правомерно отнести к категории профилируемых.

Вместе с тем эффективность ГПН нуждается в дальнейшем повышении, что наряду со многими другими факторами определяется состоянием обеспечения ГПС необходимыми ресурсами.

Это представляется тем более важным, что за последние годы численность сотрудников ГПС, занятых в сфере ГПН, значительно сократилась. Для качественного изучения надзорно-профилактической деятельности ГПН необходимо использование системного подхода к поставленной цели, ориентированного на исследовании гарнизона пожарной охраны как единого целого, когда изучаются принципы объединения элементов в целую систему, а функционирование каждой подсистемы и отдельных ее элементов рассматривается с точки зрения приоритетов, стоящих перед системой.

На основе проведенного анализа и структуризации проблем по выбранному направлению сформулированы организационно-правовые, кадровые, социально-психологические, материально-технические и финансовые аспекты ГПН, насчитывающие около 30 достаточно крупных проблем, решение которых позволит добиться повышения качественного уровня государственного пожарного надзора.

**Вторая задача:** провести оценку ресурсного потенциала Управления по Новосибирской области, задействованного в ГПН. Ситуация охарактеризована как критическая, поскольку за последние 10 лет численность профилактического состава ГПН округа значительно сократилась. Показано, что имеется серьезная проблема с замещением специалистами нужной квалификации. Лишь 61 % работников данной категории имеют высшее техническое образование. Из инспекторского состава округа только 75 % имеют пожарно-техническое образование. Все это не может не сказываться на качестве проводимого ГПН.

Приоритетным направлением остается реальная консолидация существующих надзоров, которая возможна только на основе реконструктивной информационной культуры – риск-ориентированной модели надзорной деятельности.

## **2. МЕТОДЫ**

Риск-ориентированный подход представляет собой метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором в предусмотренных настоящим Федеральным законом случаях выбор интенсивности (формы, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по контролю определяется отношением деятельности юридического лица, индивидуального предпринимателя и (или) используемых ими при осуществлении такой деятельности производственных объектов к определенной категории риска либо определенному классу (категории) опасности [2].

Согласно рекомендациям, определено пять категорий опасности объектов надзора, в соответствии с которыми определяется периодичность проверки.

Так, к 1-й категории (высокая степень риска) относятся особо опасные, технически сложные, уникальные и важные для национальной безопасности страны особо ценные объекты культурного наследия и прочие.

Плановые проверки таких объектов сотрудники Управления надзорной деятельности и профилактической работы проводят не чаще одного раза в три года.

Объекты 2-й категории (значительная степень риска), к которым отнесены жилые многофункциональные комплексы с возможным пребыванием в них от 50 до 200 человек одновременно и высотой от 15 до 28 метров и территории населенных пунктов, подверженных угрозе лесных пожаров; садовые, огороднические и дачные некоммерческие объединения граждан, имеющие общую границу с лесными участками, подвергаются проверкам не чаще одного раза в четыре года.

К 3-й категории (средняя степень риска) относятся объекты с возможным пребыванием в них менее 50 человек одновременно и высотой от 6 до 15 метров. Плановые проверки таких объектов проводятся не чаще одного раза в пять лет.

4-я категория (умеренная степень риска) – объекты высотой до 6 метров проверяются не чаще одного раза в 10 лет (за исключением объектов, для которых законодательством Российской Федерации установлена иная периодичность).

К 5-й категории (низкая степень риска) относятся здания и сооружения, отнесенные к пониженному уровню ответственности в соответствии с Федеральным законом «Технический регламент о безопасности зданий и сооруже-

ний», а также временные постройки, киоски и навесы. Плановые проверки таких объектов не проводятся.

Основные цели применения риск-ориентированного подхода изложены в Методических рекомендациях по организации проведения проверок в области пожарной безопасности на объектах защиты (утв. МЧС России 10.01.2016 № 2-4-71-1-28):

1) оптимальное использование трудовых, материальных и финансовых ресурсов, задействованных при осуществлении государственного контроля (надзора);

2) снижение издержек юридических лиц, индивидуальных предпринимателей;

3) повышение результативности деятельности органов государственного контроля (надзора) при организации отдельных видов государственного контроля (надзора).

В своем послании Федеральному собранию от 4 декабря 2014 года президент Российской Федерации подчеркнул, что надо, наконец, отказаться от самого принципа тотального бесконечного контроля. Отслеживать ситуацию нужно там, где действительно есть риски или признаки нарушений.

Риск-ориентированная надзорная деятельность требует соответствующих критериев оценки, которые следует разделить на качественные и количественные критерии.

К качественным критериям можно отнести следующие:

1) критерии оценки регулирующего воздействия требований пожарной безопасности;

2) критерии гибкости нормативных требований;

3) критерии соответствия требований, сформулированных в предписаниях, степени риска причинения вреда возможным пожаром;

4) критерии соответствия предъявляемых при проверках требований другим видам рисков и принципам технического регулирования;

5) критерии качества подготовки специалистов надзорных органов, способных решать поставленные задачи на уровне современных требований;

6) критерии качества проверок, проводимых надзорными органами;

7) критерии концептуального единства деятельности систем обеспечения пожарной безопасности всех уровней.

Количественные критерии оценки надзорной деятельности:

1) количественные показатели соотношения роста ВВП и ущерба от пожаров;

2) количественные показатели выполнения плановых проверок;

3) количественные показатели судебных решений, принятых по жалобам на неправомерные действия надзорных органов.



### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ

В связи с этим предпринимаются попытки консолидации надзоров и освобождения от проверок на длительные сроки, введение административных судов по рассмотрению жалоб на действия надзорных органов и т. д.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все это позволяет сделать вывод о том, что контрольно-надзорная деятельность должна быть организована таким образом, чтобы она была интегрирована в систему общественного разделения труда и способствовала развитию национальной экономики. Остается надеяться, что введение в действие риск-ориентированного подхода не ослабит пожарную безопасность объектов защиты и не приведет к увеличению количества пожаров в стране.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 г. N 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 18 ноября 1994 г. // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (дата обращения: 14.09.2017).

2. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 19 декабря 2008 г.; одобрен Советом Федерации 22 декабря 2008 г. // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (дата обращения: 14.09.2017).

3. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 16.04.2014 г. N 474 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 года N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/499090605/> (дата обращения: 14.09.2017).

4. *Козлачков В.И.* Техническое регулирование в области пожарной безопасности / Академия Государственной противопожарной службы МЧС России. – М.: АГПС, 2011. – 155 с.

5. Внедрение риск-ориентированного подхода в надзорной деятельности [Электронный ресурс]. – URL: <http://46.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/3506218/> (дата обращения: 14.09.2017).

6. Федеральный закон от 27.12.2002 N 184-ФЗ «О техническом регулировании» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 15 декабря 2002 г.; Одобрен Советом Федерации 18 декабря 2002 г. // Консультант-Плюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (дата обращения: 14.09.2017).

7. Федеральный закон от 22.06.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 4 июля 2008 г.; одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г. // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12161584:0> (дата обращения: 14.09.2017).

8. Федеральный закон от 30.11.1994 N 51-ФЗ «Гражданский кодекс Российской Федерации»: принят Государственной Думой 21 октября 1994 г.; с изменениями и дополнениями на 20 января 2017 г. – М.: Эксмо, 2017. – 896 с.

9. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 23 декабря 2009 г.; одобрен Советом Федерации 25 декабря 2009 г. // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/12172032:0> (дата обращения: 14.09.2017).

10. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12.12.1993 года (с учетом поправок, внесенных законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ). – Ростов н/Д.: Феникс, 2016. – 63 с.

11. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 19 декабря 2008 г.; одобрен Советом Федерации 22 декабря 2008 г. // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (дата обращения: 14.09.2017).

12. Федеральный закон от 08.03.2015 N 21-ФЗ «Кодекс административно-судопроизводства Российской Федерации» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 20 февраля 2015 г.; одобрен Советом Федерации 25 февраля 2015 г. // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420258009/> (дата обращения: 12.02.2017).

13. Федеральный закон от 13.06.1996 N 63-ФЗ «Уголовный кодекс Российской Федерации»: с изменениями и дополнениями на 20 января 2017 г. – М.: Эксмо, 2017. – 352 с.

14. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.12.2014 N 1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: <http://base.garant.ru/70835592/> (дата обращения: 14.09.2017).

15. Приказ Ростехнадзора от 12.12.2012 N 714 «Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по предоставлению государственной услуги по лицензированию деятельности по эксплуатации взрывопожароопасных производственных объектов» [Электронный ресурс] // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты РФ. – URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rostekhnadzora-ot-12122012-n-714-ob/> (дата обращения: 14.09.2017).

16. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 20 июня 1997 г. // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785:0> (дата обращения: 14.09.2017).

17. Свод правил СП 56.13330.2011. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001 [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30.12.2010 N 850 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105/> (дата обращения: 14.09.2017).

18. Свод правил СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Электронный ресурс]: утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 N 171 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143/> (дата обращения: 14.09.2017).

19. Свод правил СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02–84\* [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 29.12.2011 N 635/14 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200093820/> (дата обращения: 14.09.2017).

20. Свод правил СП 8.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности [Электронный ресурс]: утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 N 178 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071151/> (дата обращения: 14.09.2017).

21. Доклад Министерства экономического развития Российской Федерации «Об осуществлении государственного контроля (надзора), муниципального контроля в соответствующих сферах деятельности и об эффективности такого контроля надзора в 2015 году» [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития РФ. – URL: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/dknrd/201606070/> (дата обращения: 14.09.2017).

**Ольга Николаевна Орлова**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления и экономики ГПС. Основное направление научных исследований – пожарные риски. Имеет 220 публикаций. E-mail: [olga\\_on.omsk@mail.ru](mailto:olga_on.omsk@mail.ru)

**Евгений Валерьевич Лебедев**, заместитель начальника Главного управления (по государственной противопожарной службе) МЧС России по Новосибирской области, слушатель ФРК ФЗО Академии ГПС МЧС России. E-mail: [lebedev.1977.77@mail.ru](mailto:lebedev.1977.77@mail.ru)

**Сергей Григорьевич Баевкин**, начальник отдела надзорной деятельности по г. Новосибирску Управления надзорной деятельности ГУ МЧС России по Новосибирской области, слушатель ФРК ФЗО Академии ГПС МЧС России. E-mail: [baevkin@mail.ru](mailto:baevkin@mail.ru)

**Шарабутдин Шамсутдинович Дагиров**, студент Института управления ГМУ Академии ГПС МЧС России. E-mail: [dagirov@mail.ru](mailto:dagirov@mail.ru)

## The organizational and managerial aspects of implementing a risk-based approach in the field of GPN as a result of the evaluation of the resource potential management in the Novosibirsk region\*

O.N. Orlova<sup>1</sup>, E.V. Lebedev<sup>2</sup>, S.G. Baevkin<sup>3</sup>, S.S. Dagirov<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Academy of State fire service of EMERCOM of the Russian Federation, 5, Borisa Galushkina str., Moscow, 129301, Russian Federation, the candidate of pedagogical Sciences, associate Professor of Management and Economics. E-mail: olga\_on.omsk@mail.ru

<sup>2</sup> Main Department of EMERCOM of Russia for Novosibirsk region, 80, Oktyabrskaya str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation, deputy head, listener PRK, ERF gallery: handover of cars of EMERCOM of Russia Novosibirsk, the Main Department of EMERCOM of Russia. E-mail: lebedev.1977.77@mail.ru

<sup>3</sup> Control and Supervisory activities of EMERCOM of Russia for Novosibirsk region, 86, Oktyabrskaya str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation, head of the Supervisory Department for the city of Novosibirsk, listener PRK, ERF gallery: handover of cars of EMERCOM of Russia Novosibirsk, the Main Department of EMERCOM of Russia. E-mail: baevkin@mail.ru

<sup>4</sup> Academy of State fire service of EMERCOM of the Russian Federation, 5, Borisa Galushkina str., Moscow, 129301, Russian Federation, student of Institute of management GMU, Academy of state fire service of EMERCOM of Russia. E-mail: dagirov@mail.ru

**Abstract:** it is established that the use of organizational and managerial aspects of implementing standard and risk-based models of Supervisory activities will improve the quality of Supervisory activities without violations of the current legislation taking into account the principles declared by the Russian President and the Minister of emergency situations of the Russian Federation. Current activities for ensuring fire safety based on the regulatory framework, which consists of a large number of regulatory documents (more than 1700), containing more than 100 thousand private fire safety requirements. The required number of fire safety standards is satisfied by 40% because scientific and technical progress requires regulatory and technical support, which significantly lags behind the pace of technological progress. Moreover private (fragmented) the fire safety requirements have a very narrow range of their effective application, and the virtual lack of overlap requirements, justified by the logic of the arguments by their developers, many of whom, unfortunately, have not had (not have) experience of research (investigation) of fires and application of fire safety requirements in the Supervisory and judicial practice. All this has led to a situation in which the use of such fire safety standards cause harm in the form of lost profits greater than damage from fires – i.e., activities to ensure fire safety becomes the economy more dangerous than fires.

**Keywords:** critical situation; monitoring and prevention activities of GPN; level of quality of the state fire supervision; categories of risk supervision; structuring issues; non-profit associations of citizens; the consolidation of supervision

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-100-112

---

\* Received 10 July 2017.

## REFERENCES

1. RF Federal law "About fire safety" of December 21, 1994 N 69-FZ. *Consultant plus* (In Russian). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5438/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5438/) (accessed 14.09.2017).
2. RF Federal law "On protection of rights of legal entities and individual entrepreneurs when exercising state control (supervision) and municipal control" of December 26, 2008 N 294-FZ. *Consultant plus*. (In Russian). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (accessed 14.09.2017).
3. The order of the Federal Agency for technical regulation and Metrology of April 16, 2014 N 474 "About approval of the list of documents in the field of standardization, the result of which, on a voluntary basis, compliance with the Federal law of July 22, 2008 N 123-FZ "Technical regulations on fire safety requirements". *Electronic fund of legal and normative technical documentation*. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499090605/> (accessed 14.09.2017).
4. Kozlachkov V.I. *Tekhnicheskoe regulirovanie v oblasti pozharnoi bezopasnosti* [Technical regulation in the field of fire security]. Academy of the State Fire Service EMERCOM of Russia. Moscow, ASFS Publ., 2011. 155 p.
5. The introduction of a risk-based approach in their Supervisory activities. (In Russian). Available at: <http://46.mchs.gov.ru/pressroom/news/item/3506218/> (accessed 14.09.2017).
6. RF Federal law "On technical set-units" of December 27, 2002 N 184-FZ. *Consultant plus*. (In Russian). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (accessed 14.09.2017).
7. RF Federal law "Technical regulations about requirements of fire security" of June 22, 2008 N 123-FZ. *Guarantor: the information-legal support*. (In Russian). Available at: <http://ivo.garant.ru/#/document/12161584:0> (accessed 14.09.2017).
8. RF Federal law of November 30, 1994 N 51-FZ "Civil code of the Russian Federation": as amended on January 20, 2017. Moscow, Eksmo Publ., 2017. 896 p. (In Russian).
9. RF Federal law "Technical regulations on safety of buildings and constructions" of December 30, 2009 N 384-FZ. . *Guarantor: the information-legal support*. (In Russian). Available at: <http://ivo.garant.ru/#/document/12172032:0> (date accessed 14.09.2017).
10. The Constitution of The Russian Federation: adopted by national voting 12.12.1993 admission year (taking into account the amendments introduced by Laws of the Russian Federation on the amendments to the Constitution of the Russian Federation of 30.12.2008 N 6- FCL, of 30.12.2008 N 7- FCL, of 05.02.2014

N 2- FCL, of 21.07.2014 N 11-FCL). Rostov-on-Don. Feniks Publ., 2016. 63 p. (In Russian).

11. RF Federal law "On protection of rights of legal entities and individual entrepreneurs when exercising state control (supervision) and municipal control" of December 26, 2008 N 294-FZ. *Consultant plus*. (In Russian). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83079/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/) (accessed 14.09.2017).

12. RF Federal law "The Code of administrative procedure of the Russian Federation" of March 08 N 21-FZ. *Electronic fund of legal and normative technical documentation*. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420258009/> (accessed 14.09.2017).

13. RF Federal law "Criminal code of the Russian Federation" of June 13, 1996 N 63-FZ: as amended on January 20, 2017. Moscow, Eksmo Publ., 2017. 352 p.

14. The resolution of the Government of the Russian Federation of December 26, 2014 N 1521 "On approval of the list of national standards and codes (parts of such standards and sets of rules), application of which on compulsory basis ensures compliance with the requirements of Federal law of December 30, 2009 N 384-FZ "Technical regulations on safety of buildings and constructions. *Guarantor: the information-legal support*. (In Russian). Available at: <http://base.garant.ru/70835592/> (accessed 14.09.2017).

15. The order of Rostekhnadzor "About approval of Administrative regulations of Federal service for ecological, technological and nuclear supervision on rendering state services on licensing of activity on operation of explosive production facilities" of December 12, 2012 N 714. *Laws, codes and legal acts of the Russian Federation*. (In Russian). Available at: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rostekhnadzora-ot-12122012-n-714-ob/> (accessed 14.09.2017).

16. RF Federal law "About industrial security of dangerous industrial objects" of July 21, 1997 N 116-FZ. *Guarantor: the information-legal support*. (In Russian). Available at: <http://ivo.garant.ru/#/document/11900785:0> (accessed: 21.01.2017).

17. The set of rules SP 56.13330.2011. Production buildings. Updated version of Building regulations 31-03-2001. *Electronic fund of legal and normative technical documentation*. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200085105/> (accessed 14.09.2017).

18. The set of rules SP 1.13130.2009. The systems of fire protection. Evacuation ways and exits. *Electronic fund of legal and normative technical documentation*. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200071143/> (accessed 14.09.2017).

19. The set of rules SP 31.13330.2012. Water supply. Pipelines and portable water treatment plants. Updated version of Building regulations 2.04.02-84\*. *Elec-*

*tronic fund of legal and normative technical documentation.* (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200093820/> (accessed 14.09.2017).

20. The set of rules SP 8.13130.2009. Systems of fire protection. Location of fire service divisions. Procedure and methods of determination. *Electronic fund of legal and normative technical documentation.* (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200071151/> (accessed 14.09.2017).

21. The report of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation "On implementation of state control (supervision) and municipal scrutiny in their respective areas of activities and about the effectiveness of such control oversight in 2015". *Ministry of Economic Development of the Russian Federation.* (In Russian). Available at: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/dknrd/201606070/> (accessed 14.09.2017).



УДК 614.8:550.348.436

## УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПОСТРАДАВШЕГО В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ\*

О.Н. ОРЛОВА<sup>1</sup>, Е.В. ЛЕБЕДЕВ<sup>2</sup>, С.Г. БАЕВКИН<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 129301, РФ, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 5, Академия Государственной противопожарной службы МЧС РФ, кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления и экономики. E-mail: olga\_on.omsk@mail.ru

<sup>2</sup> 630099, РФ, г. Новосибирск, ул. Октябрьская, 80, Главное управление МЧС России по Новосибирской области, заместитель начальника, слушатель ФРК ФЗО АГПС МЧС России. E-mail: lebedev.1977.77@mail.ru

<sup>3</sup> 630099, РФ, г. Новосибирск, ул. Октябрьская, 86, Управление надзорной деятельности ГУ МЧС России по Новосибирской области, начальник отдела надзорной деятельности по г. Новосибирску, слушатель ФРК ФЗО АГПС МЧС России. E-mail: baevkin@mail.ru

В статье предлагаются доработанные рекомендации по организации действий органов государственной власти и органов местного самоуправления при ликвидации чрезвычайных ситуаций. Они разработаны с учетом требований федеральных законов, постановлений Правительства Российской Федерации, нормативных правовых актов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) и других федеральных органов исполнительной власти. Предназначены для оказания практической помощи территориальным органам МЧС России, федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органам местного самоуправления и организациям в решении вопросов организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения.

**Ключевые слова:** координационные органы ликвидации ЧС; мониторинг социальных проблем ОПБ населения РФ, критическая ситуация, качественный уровень государственного пожарного надзора, структуризация проблем, мероприятий жизнеобеспечения

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-113-119

---

\* Статья получена 26 апреля 2017 г.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Решение проблемы жизнеобеспечения населения в ходе ликвидации последствий чрезвычайной ситуации является одной из первостепенных задач органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и органов управления по делам гражданской обороны и ЧС всех уровней. От ее решения зависит сохранение человеческих жизней, а также обеспечение общественного спокойствия и порядка в районе бедствия.

## **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПЕРВООЧЕРЕДНОМУ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЮ НАСЕЛЕНИЯ**

К видам первоочередного жизнеобеспечения относятся обеспечение населения водой, продуктами питания, предметами первой необходимости, жильем, медицинскими услугами и средствами, коммунально-бытовыми услугами, а также транспортное и информационное обеспечение.

Содержание конкретных мероприятий жизнеобеспечения зависит от характера ЧС, ее масштабов, реально складывающейся обстановки, имеющихся резервов финансовых и материальных ресурсов и других факторов. Вся подготовительная работа к организации первоочередного жизнеобеспечения населения строится с учетом экономических, природных и иных особенностей территории и степени опасности для населения возможных ЧС.

При практической реализации мероприятий по первоочередному жизнеобеспечению пострадавшего населения в первую очередь используются местные ресурсы.

В число обязательных мероприятий по обеспечению населения продуктами питания входит организация санитарного контроля за хранением, транспортировкой продуктов и приготовлением пищи, защиты ее от возможного химического, радиоактивного и других видов заражения (загрязнения).

Обеспечение населения предметами первой необходимости (одежда, обувь, одеяла, посуда, средства личной гигиены, моющие средства и др.) осуществляется из собственных ресурсов и резервов субъекта РФ и органов местного самоуправления, а также используется гуманитарная, благотворительная и другие виды помощи.

Вопросы обеспечения населения жильем решаются за счет использования для временного размещения лиц, оставшихся без крова, помещений санаториев, домов отдыха, пансионатов, спортивных и детских лагерей, других общественных зданий, оборудования временных жилищ (палаток, сборных домиков, землянок и т. п.).

Медицинское обеспечение населения в зонах ЧС состоит в проведении лечебных мероприятий по оказанию помощи пострадавшим, профилактике

инфекционных заболеваний и возникновения эпидемий, в снабжении медицинским имуществом и медикаментами.

В целях обеспечения населения коммунально-бытовыми услугами выполняется широкий комплекс мероприятий, состав которых в значительной мере определяется характером и масштабом ЧС.

Приоритетными должны быть первоочередные меры по восстановлению и ремонту водопроводных, канализационных, тепловых, газовых, электро- и теплосетей, проведение при необходимости обеззараживания коммунальных и бытовых сточных вод, сбор и удаление отходов, организация банно-прачечного обслуживания.

Транспортное обеспечение населения заключается в транспортном обслуживании мероприятий жизнеобеспечения: доставка соответствующих ресурсов, обслуживание лечебно-эвакуационных мероприятий, эвакуация населения и т. п.

Информационное обеспечение организуется в целях своевременного доведения до населения вопросов, связанных с возникшей ЧС, прежде всего информации о размещении пунктов раздачи воды и пищи, медицинской помощи, организации коммунально-бытового обслуживания и др.

При организации жизнеобеспечения населения также учитываются потребности личного состава АСС и АСФ, так как прибывающие в зону ЧСАСФ имеют возможности автономного жизнеобеспечения всего на несколько (как правило, на трое) суток.

Актуальным вопросом являются и квалификационные требования к председателям комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности.

Координационными органами РСЧС на местном уровне (в пределах муниципальных образований) являются КЧС и ОПБ органа местного самоуправления.

Создание, реорганизация и ликвидация КЧС и ОПБ органа местного самоуправления, назначение руководителей, утверждение персонального состава и определение их компетенции осуществляются решениями органов местного самоуправления.

Иметь опыт (навыки) организации и управления мероприятиями, проводимыми КЧС по обеспечению безопасности населения и территорий муниципальных образований в ЧС и в ОПБ.

Председатель КЧС несет персональную ответственность за выполнение возложенных задач, организацию работы КЧС и ее готовность.

В результате анализа решений КЧС необходимо провести мониторинг социальных проблем ОПБ населения РФ, так как мероприятия жизнеобеспечения планируются заблаговременно и осуществляются силами и средствами служб (систем) жизнеобеспечения субъектов РФ и муниципальных образований, на территории которых произошла ЧС.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первоочередное жизнеобеспечение населения пострадавших занимает важное место при ликвидации последствий землетрясения. Разработано много методических рекомендаций по жизнеобеспечению. Планирующие документы, разработанные в соответствии с требованиями к нормативно-правовым актам Российской Федерации, содержащие конкретную и четкую формулировку действий, определены во времени, обоснованы расчетами, благоприятно влияют на все этапы (прогнозирование, ликвидация, помощь пострадавшим) чрезвычайной ситуации.

Данные рекомендации позволят органам управления осуществить в полном объеме первоочередное обеспечение населения продовольствием, водой, вещевым имуществом и др. Рекомендации выполнены в соответствии с нормами, установленными Российским законодательством.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Орлова О.Н.* Организация первоочередного жизнеобеспечения населения, пострадавшего в чрезвычайных ситуациях // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – Т. 2, № 1 (4). – С. 240–244.
2. Федеральный закон от 12.02.1998 N 28-ФЗ «О гражданской обороне» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 26 декабря 1997 г.: одобрен Советом Федерации 28 января 1998 года // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_17861](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17861) (дата обращения: 14.09.2017).
3. *Гриценко В.С.* Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М.: МЭСИ, 2004. – 244 с.
4. Федеральный закон от 21.12.1994 г. N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 11 ноября 1994 г. – URL: [http://fssprus.ru/files/fz\\_68\\_21121994\\_chs\\_2011872046.pdf](http://fssprus.ru/files/fz_68_21121994_chs_2011872046.pdf) (дата обращения: 14.09.2017).
5. Проблемы обеспечения безопасности жизнедеятельности муниципальных образований: пути решения: материалы XVIII Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, 21–22 мая 2013 года, Москва / МЧС России. – Москва: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 320 с.

6. ГОСТ Р 22.3.01–94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Жизнеобеспечение населения в чрезвычайных ситуациях. Общие требования [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200001527> (дата обращения: 16.09.2017).

7. Постановление от 30.12.2003 N 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_45914/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/) (дата обращения: 14.09.2017).

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 21.05.2007 N 304 «Об утверждении Положения о классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: <http://base.garant.ru/12153609/> (дата обращения: 14.09.2017).

9. Федеральный закон от 30.11.1994 N 51-ФЗ «Гражданский кодекс Российской Федерации»: принят Государственной Думой 21 октября 1994 г.: с изменениями и дополнениями на 20 января 2017 г. – М.: Эксмо, 2017. – 896 с.

10. Доклад Министерства экономического развития Российской Федерации «Об осуществлении государственного контроля (надзора), муниципального контроля в соответствующих сферах деятельности и об эффективности такого контроля надзора в 2015 году» [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития РФ. – URL: <http://economy.gov.ru/minrec/about/structure/dknrd/201606070/> (дата обращения: 14.09.2017).

**Ольга Николаевна Орлова**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры управления и экономики ГПС. Основное направление научных исследований – пожарные риски. Имеет 220 публикаций. E-mail: [olga\\_on.omsk@mail.ru](mailto:olga_on.omsk@mail.ru)

**Евгений Валерьевич Лебедев**, заместитель начальника Главного управления (по государственной противопожарной службе) МЧС России по Новосибирской области, слушатель ФРК ФЗО Академии ГПС МЧС России. E-mail: [lebedev.1977.77@mail.ru](mailto:lebedev.1977.77@mail.ru)

**Сергей Григорьевич Баевкин**, начальник отдела надзорной деятельности по г. Новосибирску Управления надзорной деятельности ГУ МЧС России по Новосибирской области, слушатель ФРК ФЗО Академии ГПС МЧС России. E-mail: [baevkin@mail.ru](mailto:baevkin@mail.ru)

## The management of the organization primary life support of population in emergency situations\*

O.N. Orlova<sup>1</sup>, E.V. Lebedev<sup>2</sup>, S.G. Baevkin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Academy of State fire service of EMERCOM of the Russian Federation, 5, Borisa Galushkina str., Moscow, 129301, Russian Federation, the candidate of pedagogical Sciences, associate Professor of Management and Economics. E-mail: olga\_on.omsk@mail.ru

<sup>2</sup> Main Department of EMERCOM of Russia for Novosibirsk region, 80, Oktyabrskaya str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation, deputy head, listener PRK, ERF gallery: handover of cars of EMERCOM of Russia Novosibirsk, the Main Department of EMERCOM of Russia. E-mail: lebedev.1977.77@mail.ru

<sup>3</sup> Control and Supervisory activities of EMERCOM of Russia for Novosibirsk region, 86, Oktyabrskaya str., Novosibirsk, 630099, Russian Federation, head of the Supervisory Department for the city of Novosibirsk, listener PRK, ERF gallery: handover of cars of EMERCOM of Russia Novosibirsk, the Main Department of EMERCOM of Russia. E-mail: baevkin@mail.ru

Methodical recommendations on the organization of primary life support of population in emergency situations contain basic provisions for the preparation of the site and recommendations for actions and liquidation of emergency situations (RSChS) in the solution of tasks on organization of primary life support of population in the cross-vucinich situations, as well as the main tasks and the functioning of the temporary accommodation of the affected population, evacuated (resettled) at threat and occurrence of emergency situations of natural and technogenic character. They are tailored to the requirements of Federal laws, decrees of the Government of the Russian Federation, regulatory legal acts of the Russian Federation Ministry for civil defence, emergencies and elimination of consequences of natural disasters (EMERCOM of Russia) and other Federal bodies of Executive power. Designed to provide practical assistance to the territory of customized bodies of EMERCOM of Russia, Federal Executive authorities, Executive authorities of constituent entities of the Russian Federation, bodies of local self-government and organizations in the solution of questions of the organization of primary life-support of population in emergency situations and the work of the temporary accommodation of the affected population.

**Keywords:** coordination bodies prevention and response; monitoring of social problems of safety of the Russian population, a critical situation, the level of quality of the state fire supervision, structuring of problems, measures of life support

DOI: 10.17212/2307-6879-2017-2-113-119

## REFERENCES

1. Orlova O.N. Organizatsiya pervoocherednogo zhizneobespecheniya nasele-niya, postradavshogo v chrezvychainykh situatsiyakh [Organization of primary life support of population in emergency situations]. *Problemy obespecheniya bezopasnosti pri likvidatsii posledstviy chrezvychainykh situatsii – Problems of safety in*

---

\* Received 26 April 2017.

*liquidation of consequences of emergency situations*, 2015, vol. 2, no. 1 (4), pp. 240–244.

2. RF Federal law "On civil defence" of February 12, 1998 N 28-FZ. *Consultant plus*. (In Russian). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_17861](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_17861) (accessed 14.09.2017).

3. Gritsenko V.S. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Health and safety]. Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics. Moscow, MESI Publ., 2004. 244 p.

4. RF Federal law "On protection of population and territories from emergency situations of natural and technogenic character-RA" of December 21, 1994 N 68-FZ. (In Russian). Available at: [http://fssprus.ru/files/fz\\_68\\_21121994\\_chs\\_2011872046.pdf](http://fssprus.ru/files/fz_68_21121994_chs_2011872046.pdf) (accessed 14.09.2017).

5. *Problemy obespecheniya bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti munitsipal'nykh obrazovaniy: puti resheniya*: materialy XVIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii po problemam zashchity naseleniya i territorii ot chrezvychaynykh situatsii [The problem of life safety of municipalities: the way forward: proceedings of the XVIII International scientific-practical conference on problems of protection of population and territories from emergency situations], Moscow, 21–22 May 2013. EMERCOM of Russia. Moscow, Institute for Civil Defence and Emergencies Publ., 2013. 320 p.

6. State Standard R 22.3.01–94. Safety in emergencies. Human life support in emergencies. General requirements. (In Russian). Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200001527> (accessed 16.09.2017).

7. The order "About uniform state system of prevention and liquidation of emergency situations" of December 30, 2003 N 794. *Consultant plus*. (In Russian). Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_45914/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_45914/) (accessed 14.09.2017).

8. Resolution of the Government of the Russian Federation "About approval of Regulations about classification of emergency situations of natural and technogenic character" of May 21, 2007 N 304. *Garantor: the information-legal support*. (In Russian). Available at: <http://base.garant.ru/12153609/> (accessed 14.09.2017).

9. RF Federal law of November 30, 1994 N 51-FZ "Civil code of the Russian Federation": as amended on January 20, 2017. Moscow, Eksmo Publ., 2017. 896 p. (In Russian).

10. The report of the Ministry of Economic Development of the Russian Federation "On implementation of state control (supervision) and municipal scrutiny in their respective areas of activities and about the effectiveness of such control oversight in 2015". *Ministry of Economic Development of the Russian Federation*. (In Russian). Available at: <http://economy.gov.ru/minec/about/structure/dknr/201606070/> (accessed 14.09.2017).

## **ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ**

### **УСЛОВИЯ ПРИЕМА СТАТЕЙ**

В редакцию **Сборника научных трудов НГТУ** представляются следующие материалы.

1. Статья объемом 8–12 страниц от аспирантов и 16–22 страниц от докторантов, печатная версия – два экземпляра, подписанных авторами (требования к оформлению см. на сайте <http://sbornik.infoterra.ru>).

2. Контактная информация (телефоны, адреса электронной почты, место работы, должность, ученая степень, ученое звание автора) – печатная версия, два экземпляра.

3. Описание статьи для базы данных «Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)», печатная версия – один экземпляр (<http://sbornik.infoterra.ru>).

4. Электронная версия статьи, контактной информации, описание статьи для базы данных РИНЦ, реферат на англ. языке (в отдельных файлах на CD).

5. Рецензия объемом в 1–2 страницы в двух экземплярах.

6. Экспертное заключение о возможности опубликования.

Информацию о сборнике, дополнительную информацию, документацию по оформлению см. на сайте <http://sbornik.infoterra.ru>  
[journals.nstu.ru/sbornik](http://journals.nstu.ru/sbornik)

### **РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РАЗДЕЛЫ СБОРНИКА**

Автоматическое управление (и идентификация)

Моделирование процессов и устройств

Обработка информации

Современные информационные технологии

Электроэнергетика, электромеханика и электротехнологии

Механика (газодинамика)

Физика (и математика)

Материаловедение

Сообщения и дискуссии

Педагогика

**Авторы, не являющиеся сотрудниками НГТУ, представляют сопроводительное письмо на имя проректора по научной работе НГТУ.**

Все рукописи рецензируются, по результатам рецензирования редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материалов.

Плата за публикацию рукописей не взимается.