

# ВЕСТНИК

**Липецкого государственного технического университета**  
(Вестник ЛГТУ)

№ 3 (29). 2016 г.

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

---

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-57003.  
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций  
(Роскомнадзор) 25.02.2014 г.

ISSN 2304-9235

# ВЕСТНИК

Липецкого государственного технического университета  
(Вестник ЛГТУ)

№ 3 (29). 2016 г.

Научно-технический журнал

Регистрационный номер ПИ № ФС77-57003

**Главный редактор**

доктор технических наук

**Шмырин Анатолий Михайлович**

**Зам. главного редактора**

доктор технических наук, профессор

**Володин Игорь Михайлович**

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф. Погодаев А.К.  
д-р физ.-мат. наук, проф. Блюмин С.Л.  
д-р техн. наук, доц. Гончарова М.А.  
д-р техн. наук, проф. Зверев В.В.  
д-р экон. наук, проф. Иода Е.В.  
д-р техн. наук, проф. Козлов А.М.  
д-р техн. наук, проф. Корчагин В.А.  
д-р техн. наук, проф. Лебедев С.В.  
д-р техн. наук, проф. Мещеряков В.Н.  
д-р техн. наук, проф. Михайлов В.В.

д-р экон. наук, доц. Московцев В.В.  
д-р техн. наук, проф. Мухин Ю.А.  
д-р физ.-мат. наук, проф. Пеньков В.Б.  
д-р филос. наук, доц. Полякова И.П.  
д-р хим. наук, доц. Салтыков С.Н.  
д-р техн. наук, доц. Сараев П.В.  
д-р техн. наук, проф. Шкатов В.В.  
д-р психол. наук, проф. Чиликин А.Н.  
д-р техн. наук, проф. Филоненко Ю.Я.

Редакционная коллегия выпуска:

**Математика**

Шпиганович А.Н., д-р техн. наук, проф.  
Васильев В.Б., д-р физ.-мат. наук, доц.  
Кудинов Ю.И., д-р техн. наук, проф.

**Педагогика и дистанционное образование**

Андренов Н.Б., д-р филос. наук, проф.  
Дячкин О.Д., канд. физ.-мат. наук, доц.  
Чиликина Г.А., канд. психол. наук, доц.

**Механика и машиностроение**

Ли Р.И., д-р техн. наук, проф.  
Абросимов С.Н., д-р техн. наук, доц.  
Корнеев А.М., д-р техн. наук, доц.

**Архитектура и строительство**

Скляднев А.И., д-р техн. наук, проф.  
Козомазов В.Н., д-р техн. наук, проф.  
Бабкин В.И., канд. техн. наук, доц.

**Экономика и управление**

Пыльнева Т.Г., д-р экон. наук, проф.  
Московцева Л.В., д-р экон. наук, доц.  
Гринавцев В.Н., д-р техн. наук, проф.

**Общественные науки**

Саюров И.Ф., д-р полит. наук, проф.  
Шляпникова Е.А., д-р ист. наук, проф.  
Половинкина М.Л., канд. ист. наук, доц.

*Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИНТИ.*

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

---

Учредитель: © ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет».  
Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30. E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

### ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES

---

#### МАТЕМАТИКА

#### MATHEMATICS

*СТР.*

- |           |  |  |
|-----------|--|--|
| <b>6</b>  | <b>Блюмин С.Л., Боровкова Г.С.</b><br>Лагранжев анализ конечных<br>изменений сложных зависимостей  | <b>Blumin S.L., Borovkova G.S.</b><br><i>Lagrange analysis of finite<br/>fluctuations of complex dependencies</i>  |
| <b>13</b> | <b>Шмырин А.М., Мишачёв Н.М.,<br/>Косарева А.С.</b><br>Кластеризация нагруженной<br>окрестностной структуры  | <b>Shmyrin A.M., Mishachev N.M.,<br/>Kosareva A.S.</b><br><i>Clustering of a loaded neighborhood<br/>structure</i>   |
| <b>19</b> | <b>Кудинов Ю.И., Пашенко Ф.Ф.,<br/>Келина А.Ю., Волкова А.А.</b><br>Построение и настройка<br>аналитического ts нечёткого пд<br>регулятора             | <b>Kudinov Yu.I., Pashchenko F.F.,<br/>Kelina A.Yu., Volkova A.A.</b><br><i>Design and adjustment of the<br/>analytical ts fuzzy pd regulator</i>                        |
| <b>28</b> | <b>Седых И.А., Стеганцев Н.В.</b><br>Моделирование цементного<br>производства на основе систем<br>массового обслуживания с<br>использованием GPSS      | <b>Sedykh I.A., Stegantsev N.V.</b><br><i>Modeling the cement production on<br/>the basis of queuing systems using<br/>GPSS</i>  |
| <b>33</b> | <b>Корчагин В.А., Ляпин С.А.,<br/>Клявин В.Э., Ситников В.В.</b><br>Экспертная система мониторинга и<br>обеспечения безопасности дорожного<br>движения | <b>Korchagin V.A., Lyapin S. A.,<br/>Kljavin V.E., Sitnikov V.V.</b><br><i>An expert system of road safety<br/>monitoring and provision</i>                              |
| <b>38</b> | <b>Шмырин А.М., Мишачёв Н.М.,<br/>Трофимов Е.П., Кузнецов А.Г.</b><br>Коррекция коэффициентов<br>окрестностной системы<br>и алгоритм Качмажа           | <b>Shmyrin A. M., Mishachyov N. M.,<br/>Trofimov E. P., Kuznetsov A. G.</b><br><i>Correction of coefficients of<br/>okrestnostny system and Kaczmarz's<br/>algorithm</i> |

**АРХИТЕКТУРА  
И СТРОИТЕЛЬСТВО**

**ARCHITECTURE AND  
CONSTRUCTION  
ENGINEERING**

- 42 **Суслов И.А.**  
Определение несущей способности железобетонных прямоугольных оконтуренных плит с учетом влияния распора

**Suslov I.A.**  
*A calculation of the load carrying ability of reinforced concrete rectangular delineated plates taking into account thrust*

**МЕХАНИКА  
И МАШИНОСТРОЕНИЕ**

**MECHANICS AND  
MACHINE-BUILDING**

- 49 **Ли Р.И., Тоиров И.Ж., Мироненко А.В., Гончаров Е.Ю., Сериков В.В.**  
Распределение нагрузки в роликоподшипнике с полимерным покрытием

**Li R.I., Toirov I.Zh., Mironenko A.V., Goncharov E.Yu., Serikov V.V.**  
*Load distribution in roller bearings with polymeric coating*

- 54 **Суслов А.А., Лупова И.А., Клыкova О.А.**  
Определение целесообразности применения чугуна с вермикулярным графитом для изготовления литых корпусов золотниковых гидрораспределителей

**Suslov A.A., Lupova I.A., Klykova O.A.**  
*Estimation of expediency of using compacted graphite iron for the production of cast cases of spool-type hydraulic valves*

- 57 **Гринавцев В.Н., Попов В.С., Гринавцев О.В., Володин А.И., Чугуевец Е.Г. Пикалов В.В.**  
Исследование энерготепловых параметров взрывопожаробезопасной установки турбулентного разогрева вязких жидкостей

**Grinavtsev V.N., Popov V.S., Grinavtsev O.V., Volodin A.I., Chuguevets E.G., Pikalov V.V.**  
*A research of power and thermal parameters of an explosionproof and fireproof device of the turbulent heating of viscous liquids*

---

**ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ**

**HUMANITARIAN SCIENCES**

**ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

**SOCIAL SCIENCES**

- 62 **Большунова Т.В.**  
Компьютерная революция как вектор трансформации общества

**Bolshunova T.V.**  
*The computer revolution as a transformation vector of society*

- 66 **Хромых О.А.**  
Документирование деятельности Липецкой областной универсальной научной библиотеки

**Khromykh O.A.**  
*Documenting the activities of the Lipetsk regional universal scientific library*

**75 Щербинин А.А.**  
Право как регулятор общественных отношений в трудах Западных философов

**Shcherbinin A.A.**  
*Right as a regulator of social relations in the works of Western philosophers*

**79 Полякова И.П., Печурова Т.А.**  
Предсказания и научное прогнозирование: их роль в современном обществе

**Polyakova I.P., Pechurova T.A.**  
*Prediction and scientific prognostication: their function in modern society*

#### **ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

#### **ECONOMICS**

**84 Мануковская Т.Г., Стерлигов В.А., Крамченков Е.М., Дедов Ю.И.**  
Повышение энергоэффективности в жилищно-коммунальном секторе

**Manukovskaya T.G., Sterligov V.A., Kramchenkov E.M., Dedov Yu.I.**  
*The increasing of energy efficiency in the communal housing sector*

#### **ПЕДАГОГИКА И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

#### **PEDAGOGICS AND DISTANCE EDUCATION**

**89 Жуков В.М.**  
Использование тренажеров и лыжероллеров при специальной подготовке лыжников-гонщиков в вузах

**Zhukov V.M.**  
*The meaning of simulators and rollerskis in special training of racing skiers in universities*

**95 АННОТАЦИИ СТАТЕЙ**

**ABSTRACTS**

---

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

## МАТЕМАТИКА

---

УДК 517.22

### ЛАГРАНЖЕВ АНАЛИЗ КОНЕЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СЛОЖНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Липецкий государственный технический университет

С.Л.Блюмин, Г.С. Боровкова

Представлены математические основы лагранжева анализа конечных изменений сложных зависимостей. Рассмотрены сложные зависимости функций матричного аргумента, а также зависимость от индивидуальных наборов параметров разной длины. Приведен расчёт на примере функции Кобба-Дугласа.

Анализ конечных изменений направлен, в первую очередь, на решение важной и распространённой на практике задачи поиска величин влияния изменения факторов на изменение определяемого ими результирующего показателя, что определяет большое прикладное значение результатов исследований, направленных на качественное улучшение методологии данного вида анализа.

Использование теоремы Лагранжа о среднем значении в условиях, когда приращения факторов являются произвольными конечными величинами, позволяет проводить факторный анализ в соответствии с универсальной методикой, применимой к различным моделям и учитывающей функциональную структуру взаимосвязей между факторами [1].

В [2, 3] представлен случай, когда в качестве сложной зависимости рассматривается векторная функция векторного аргумента, в качестве аргумента которой выступает один лишь вектор факторов. На практике же распространённой является задача, когда каждый элемент вектора откликов зависит от своего набора факторов. У каждого отклика этот набор может иметь одинаковую длину, а может разную, т.е. разные области определения. В статье приведены математические обоснования обоих этих случаев. В конце приведен численный пример.

#### 1. ЗАВИСИМОСТЬ ОТ МАТРИЦЫ ФАКТОРОВ

Скалярной функцией векторного аргумента называется функция, областью определения которой является множество векторов в векторном пространстве двух и более измерений.

Пусть  $f$  – такая функция; если  $X = x_j^i, j=1, \dots, m$  – элемент из области определения  $f$ , то  $f(\dots, x_i, \dots)$  – значение отклика от набора факторов (вектора)  $x_j^i$ , т.е. элемент области прибытия  $f$ . В этом случае  $X$  – вектор.

В случаях, когда в качестве сложной зависимости выступает множество скалярных функций векторного аргумента, аргументом является лишь вектор факторов  $x_i, i = 1, \dots, m$  [2, 3]. На практике чаще встречается задача, когда каждый элемент вектора откликов  $f = \{f_j\}$  зависит от своего набора факторов. Рассмотрим общую постановку и решение данной задачи.

Пусть от  $m \times n$  факторов  $x_{ji}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$  зависят  $n$  откликов  $f_j, j = 1, \dots, n$ , т.е. задана векторная функция от векторного аргумента, но у каждого элемента этой векторной функции набор аргументов индивидуальный:  $f = f(x), x \in R^{mn}, f \in R^n$ , или:

$$\begin{cases} \dots \\ f_j = f_j(\dots, x_{ji}, \dots), \\ \dots \end{cases}$$

где каждый отклик  $f_j, j = 1, \dots, n$  по сути задаётся скалярной функцией векторного аргумента.

Пусть факторы получили конечные приращения  $\Delta x_{ji}, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ , а вектор откликов получает соответствующее приращение по определению  $\Delta f = f(x + \Delta x) - f(x)$ , где  $f(x + \Delta x) = f(x) + \Delta f$ . Каждый отклик получает непосредственное приращение:

$$\Delta f_j = f_j(x_{j.} + \Delta x_{j.}) - f_j(x_{j.}), j = 1, \dots, n.$$

Предполагается, что существуют все необходимые производные. В форме лагранжева приращения получаем:

$$\Delta f_j = ((\Delta f_j)_L) \alpha_j = \sum_{i=1}^m \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji}, j = 1, \dots, n, \quad (1.1)$$

где лагранжев параметра  $\alpha_j \in (0,1)$ .

Пусть  $p$  – величина, агрегирующая отклики  $f_j, j = 1, \dots, n$ , в виде скалярной функции векторного аргумента  $p = p(f) = p(\dots, f_j, \dots)$ . Для её непосредственного приращения  $\Delta p = p(f + \Delta f) - p(f)$  справедливо аналогичное приведенному выше представлению в форме лагранжева приращения, аналогичное полученному в [2]

$$\Delta p = ((\Delta p)_L) \beta = \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (f + \beta \Delta f) \cdot \Delta f_j, \quad (1.2)$$

где  $\beta$  – лагранжев параметр,  $\beta \in (0,1)$ .

Так как каждый отклик имеет своё лагранжево приращение, то последнюю формулу целесообразно переписать в виде

$$\Delta p = ((\Delta p)_L) \beta = \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta \Delta f_j, \dots) \cdot \Delta f_j. \quad (1.3)$$

После подстановки (1.1) в (1.3) получаем:

$$\begin{aligned}\Delta p &= (((\Delta p)_L) \beta)_L (\dots, \alpha_j, \dots) = \\ &= \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot ((\Delta f_j)_L) \alpha_j.\end{aligned}$$

Вместо последнего множителя подставим (1.1):

$$\begin{aligned}\Delta p &= (((\Delta p)_L) \beta)_L (\dots, \alpha_j, \dots) = \\ &= \sum_{j=1}^n \left[ \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot \left( \sum_{i=1}^m \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} \right) \right].\end{aligned}$$

Или после смены порядка суммирования:

$$\Delta p = \sum_{i=1}^m \left[ \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} \right]. \quad (1.4)$$

Здесь  $p$  является сложной функцией (суперпозицией или композицией) факторов  $(x_{ji}, i=1, \dots, m, j=1, \dots, n)$ , зависящей от них через отклики  $(f_j, j=1, \dots, n)$ .

Пусть теперь  $\hat{p}(x) = p(f(x))$ , т.е. она напрямую зависит от факторов  $x$ . Для нее непосредственное и лагранжево приращения примут вид:

$$\Delta \hat{p} = \hat{p}(x + \Delta x) - \hat{p}(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{\partial \hat{p}}{\partial x_{ji}} (x + \gamma \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} = ((\Delta \hat{p})_L) \gamma$$

где  $\gamma$  – лагранжев параметр,  $\gamma \in (0,1)$ , который можно вычислить для конкретных функций  $p$ .

Так как  $\hat{p}(x) = p(f(x))$ :

$$\begin{aligned}\Delta \hat{p} &= \hat{p}(x + \Delta x) - \hat{p}(x) = p(f(x + \Delta x)) - p(f(x)) = \\ &= p(f(x) + \Delta f) - p(f(x)) = p(f + \Delta f) - p(f) = \Delta p.\end{aligned}$$

Применение свойство инвариантности формы дифференциала сложной функции к функции  $\hat{p}(x) = p(f(x))$  приводит к следующим выражениям для её производных, справедливым при всех значениях  $x$ :

$$\frac{\partial \hat{p}}{\partial x_{ji}} (x) = \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x)) = \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x)) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x), i=1, \dots, m, j=1, \dots, n. \quad (1.5)$$

По формуле Лагранжа с использованием (1.5) запишем приращение в виде:

$$\begin{aligned}\Delta p &= \Delta \hat{p} = ((\Delta \hat{p})_L) \gamma = \\ &= \sum_{i=1}^m \left[ \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x + \gamma \Delta x)) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \gamma \Delta x) \Delta x_{ji} \right].\end{aligned} \quad (1.6)$$

Из (1.4)=(1.6) можно найти  $\alpha_j, j=1, \dots, n, \beta, \gamma \in (0,1)$ :

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^m \left[ \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta ((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} \right] = \\ & = \sum_{i=1}^m \left[ \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x + \gamma \Delta x)) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \gamma \Delta x) \Delta x_{ji} \right]. \end{aligned}$$

## 2. ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ НАБОРОВ ПАРАМЕТРОВ РАЗНОЙ ДЛИНЫ

На практике является распространенной и другой тип задач, связанных с оценкой изменений сложных зависимостей. Поэтому в рамках данной работы рассмотрим функцию, агрегирующую отклики функций, каждая из которых зависит от своего набора факторов, причем длина этого набора для каждой функции индивидуальна. Рассмотрим общую постановку данной задачи.

Пусть имеется набор факторов  $x_{ji}$ ,  $j = 1, \dots, n, i = 1, \dots, k_j$ . Тогда у каждой функции есть свой набор факторов, т.е. имеем  $n$  откликов  $f_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ , каждый из которых зависит от векторного аргумента  $x_{jk_j}$ .

Зная, что факторы получили конечные приращения  $\Delta x_{ji}$ ,  $j = 1, \dots, n, i = 1, \dots, k_j$ , а вектор откликов приращение по определению  $\Delta f = f(x + \Delta x) - f(x)$ , то каждый отклик получает непосредственное приращение:

$$\Delta f_j = f_j(x_{j.} + \Delta x_{j.}) - f_j(x_{j.}), j = 1, \dots, n.$$

По теореме Лагранжа получаем:

$$\Delta f_j = ((\Delta f_j)_L) \alpha_j = \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji}, j = 1, \dots, n, \alpha_j \in (0,1). \quad (2.1)$$

Если  $p$  – величина, агрегирующая отклики  $f_j$ ,  $j = 1, \dots, n$ , в виде скалярной функции векторного аргумента  $p = p(f) = p(\dots, f_j, \dots)$ , то для её непосредственного приращения  $\Delta p = p(f + \Delta f) - p(f)$  справедливо аналогичное приведенному выше представлению в форме лагранжева приращения:

$$\Delta p = ((\Delta p)_L) \beta = \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (f + \beta \Delta f) \cdot \Delta f_j, \beta \in (0,1). \quad (2.2)$$

Так как каждый отклик имеет своё лагранжево приращение, то последнюю формулу можно переписать в виде:

$$\Delta p = (((\Delta p)_L) \beta) = \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta \Delta f_j, \dots) \cdot \Delta f_j. \quad (2.3)$$

После подстановки (2.1) в (2.3) получаем:

$$\Delta p = (((((\Delta p)_L) \beta) L) (\dots, \alpha_j, \dots)) =$$

$$= \sum_{j=1}^n \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot ((\Delta f_j)_L) \alpha_j.$$

Вместо последнего множителя подставим (2.1):

$$\Delta p = (((\Delta p)_L) \beta)_L (\dots, \alpha_j, \dots) =$$

$$= \sum_{j=1}^n \left[ \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot \left( \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} \right) \right],$$

Иначе:

$$\Delta p = \sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} \right]. \quad (2.4)$$

Здесь  $p$  является сложной функцией факторов  $(x_{jk_j}, j = 1, \dots, n)$ , зависящей от них через отклики  $(f_j, j = 1, \dots, n)$ .

Пусть теперь  $\hat{p}(x) = p(f(x))$ . Для нее непосредственное и лагранжево приращения примут вид:

$$\Delta \hat{p} = \hat{p}(x + \Delta x) - \hat{p}(x) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial \hat{p}}{\partial x_{ji}} (x + \gamma \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} = ((\Delta \hat{p})_L) \gamma, \gamma \in (0, 1).$$

Так как  $\hat{p}(x) = p(f(x))$  получаем:

$$\begin{aligned} \Delta \hat{p} &= \hat{p}(x + \Delta x) - \hat{p}(x) = p(f(x + \Delta x)) - p(f(x)) = \\ &= p(f(x) + \Delta f) - p(f(x)) = p(f + \Delta f) - p(f) = \Delta p. \end{aligned}$$

Применение свойство инвариантности формы дифференциала сложной функции к функции  $\hat{p}(x) = p(f(x))$  приводит к следующим выражениям для её производных, справедливым при всех значениях  $x$ :

$$\frac{\partial \hat{p}}{\partial x_{ji}} (x) = \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x)) = \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x)) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x), j = 1, \dots, n, i = 1, \dots, k_j \quad (2.5)$$

По формуле Лагранжа с использованием (2.5) запишем приращение в виде:

$$\Delta p = \Delta \hat{p} = ((\Delta \hat{p})_L) \gamma = \sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x + \gamma \Delta x)) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \gamma \Delta x) \Delta x_{ji} \right]. \quad (2.6)$$

Из (2.4)=(2.6) можно найти  $\alpha_j, j = 1, \dots, n, \beta, \gamma \in (0, 1)$ :

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial p}{\partial f_j} (\dots, f_j + \beta((\Delta f_j)_L) \alpha_j, \dots) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \alpha_j \Delta x) \cdot \Delta x_{ji} \right] = \\ = \sum_{j=1}^n \left[ \sum_{i=1}^{k_j} \frac{\partial p}{\partial f_j} (f(x + \gamma \Delta x)) \cdot \frac{\partial f_j}{\partial x_{ji}} (x + \gamma \Delta x) \Delta x_{ji} \right]. \end{aligned}$$

### 3. ЧИСЛЕННЫЙ ПРИМЕР

Пусть даны три функции (отклика) следующего вида:

$$f_1(x) = x; f_2(y) = y^{0.3}; f_3(z) = z^{0.7},$$

где факторы могут интерпретироваться как аргументы функции Кобба-Дугласа:  $x$  – технологический коэффициент,  $y$  – затраты труда,  $z$  – капитал.

Тогда их приращения можно представить следующим образом, учитывая их производные:

$$\Delta f_1 = \Delta x, \Delta f_2 = 0.3y^{-0.7} \Delta y; \Delta f_3 = 0.7z^{-0.3} \Delta z, \quad (3.1)$$

Т.е.  $\alpha = \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ , где  $\alpha_1$  не определена. Решив эти уравнения, найдем лагранжевы параметры.

Пусть агрегацией откликов  $f_i, i = 1, 2, 3$  будет функция:

$$p(f_i) = p(f_1, f_2, f_3) = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3.$$

Ее приращение представим в виде:

$$\Delta p = f_2 \cdot f_3 \Delta f_1 + f_1 \cdot f_3 \Delta f_2 + f_1 \cdot f_2 \Delta f_3. \quad (3.2)$$

Решение этого уравнения позволит нам найти лагранжев параметр  $\beta$ .

Далее рассмотрим функцию  $\hat{p}(x, y, z)$ , которая зависит напрямую от исходной комбинации факторов:

$$\hat{p}(x, y, z) = x \cdot y^{0.3} \cdot z^{0.7}.$$

Тогда ее приращение распишем следующим образом:

$$\Delta \hat{p} = y^{0.3} \cdot z^{0.7} \Delta x + \left( 0.3x \cdot \left( \frac{z}{y} \right)^{0.7} \right) \Delta y + \left( 0.7x \cdot \left( \frac{y}{z} \right)^{0.3} \right) \Delta z \quad (3.3)$$

Решение последнего уравнения позволит вычислить лагранжев параметр гамма.

Рассмотрим работу данной модели на численном примере. Исходные данные представлены в таблице:

$x$	$dx$	$y$	$dy$	$z$	$dz$
0.7	0.2	2.3	-0.4	2.8	0.1
$f_1$	$df_1$	$f_2$	$df_2$	$f_3$	$df_3$
0.7	0.2	1.284	-0.072	2.056	0.051
$p$	$dp$				
1.848	0.451				

Найдем лагранжевы параметры  $\alpha_i$ , решив эти уравнения.

Для этого решим уравнение, полученное из (3.1) подстановкой известных величин:

$$\begin{cases} -0.072 = -0.3 \cdot (2.3 - \alpha_2 \cdot 0.4)^{-0.7} \cdot 0.4; \\ 0.051 = 0.7 \cdot (2.8 + \alpha_3 \cdot 0.1)^{-0.7} \cdot 0.1. \end{cases}$$

Откуда получаем:  $\alpha_2 \approx 0.514, \alpha_3 \approx 0.498$ .

Далее составим уравнение на основании (3.2) для нахождения параметра бета:

$$\begin{aligned} 0.451 &= (1.284 - \beta \cdot 0.072) \cdot (2.056 + \beta \cdot 0.051) \cdot 0.2 + \\ &+ (0.7 + \beta \cdot 0.2) \cdot (2.056 + \beta \cdot 0.051) \cdot 1.284 + \\ &+ (0.7 + \beta \cdot 0.2) \cdot (1.284 - \beta \cdot 0.072) \cdot 0.051. \end{aligned}$$

Откуда получаем значение параметра  $\beta \approx 0.505$ .

Затем найдем параметр гамма из уравнения (3.3), которое, учитывая исходные данные, примет вид:

$$0.451 = (2.3 - \gamma \cdot 0.4)^{0.3} \cdot (2.8 + \gamma \cdot 0.1)^{0.7} \cdot 0.2 + \\ + 0.3 \cdot (0.7 + \gamma \cdot 0.2) \cdot \left( \frac{2.8 + \gamma \cdot 0.1}{2.3 - \gamma \cdot 0.4} \right)^{0.7} \cdot (-0.4) + \\ + 0.7 \cdot (0.7 + \gamma \cdot 0.2) \cdot \left( \frac{2.3 - \gamma \cdot 0.4}{2.8 + \gamma \cdot 0.1} \right)^{0.3} \cdot 0.1$$

Отсюда  $\gamma \approx 0.517$ .

Теперь вычислим факторные нагрузки по всем параметрам с использованием всех параметров средней точки.

$\alpha$	$x$	$y$	$z$
	0.2	-0.0715	0.0511
$\beta$	$f1$	$f2$	$f3$
	0.5195	-0.1192	0.0510
$\gamma$	$x$	$y$	$z$
	0.5198	-0.1197	0.0513

Проведем контрольные мероприятия. Для этого распишем выражения для контрольного соотношения.

$$\Delta f = \left( \frac{df}{dx} \right)_{\alpha} \cdot \Delta x + \left( \frac{df}{dy} \right)_{\alpha} \cdot \Delta y + \left( \frac{df}{dz} \right)_{\alpha} \cdot \Delta z; \\ \Delta p = \sum_{i=1}^3 \left( \frac{dp}{df_i} \right)_{\beta} \cdot \Delta f_i; \\ \Delta \hat{p} = \left( \frac{d\hat{p}}{dx} \right)_{\gamma} \cdot \Delta x + \left( \frac{d\hat{p}}{dy} \right)_{\gamma} \cdot \Delta y + \left( \frac{d\hat{p}}{dz} \right)_{\gamma} \cdot \Delta z.$$

Контрольное соотношение примет вид:

$$\left( \frac{d\hat{p}}{dx} \right)_{\gamma} \cdot \Delta x + \left( \frac{d\hat{p}}{dy} \right)_{\gamma} \cdot \Delta y + \left( \frac{d\hat{p}}{dz} \right)_{\gamma} \cdot \Delta z = \\ = \left( \frac{dp}{df_1} \right)_{\beta} \left( \frac{df}{dx} \right)_{\alpha} \cdot \Delta x + \left( \frac{dp}{df_2} \right)_{\beta} \left( \frac{df}{dy} \right)_{\alpha} \cdot \Delta y + \left( \frac{dp}{df_3} \right)_{\beta} \left( \frac{df}{dz} \right)_{\alpha} \cdot \Delta z.$$

Подставим в него исходные данные и в итоге оно оказывается верно, следовательно данный метод можно использовать в качестве контроля.

Таким образом, можно сделать вывод, что в случае функций многих переменных данный метод позволит изучить влияние приращений откликов на приращение их агрегации, а затем выяснить, каким образом изменения исходных факторов влияют на сами отклики, и сравнить, каким образом приращения этих же факторов будут влиять на агрегацию откликов. Это в свою очередь, позволит в случаях, когда данные модели описывают производственные процессы, принять правильные и своевременные управленческие решения руководящему составу, которые будут, помимо всего прочего, еще и научно обоснованными.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блюмин, С.Л. Экономический факторный анализ [Текст] / С.Л. Блюмин, В.Ф. Суханов, С.В. Чеботарев – Липецк: ЛЭГИ, 2004. – 148 с.

2. Блюмин, С.Л. Цепной лагранжев анализ конечных изменений. Связи с интервальным анализом и экономическим факторным анализом [Текст] / С.Л. Блюмин // Вестник ЛГТУ. – 2015. - № 2(24). – С. 6-10.

3. Блюмин, С.Л. Цепной лагранжев анализ конечных изменений. Некоторые приложения [Текст] / С.Л. Блюмин // Вестник ЛГТУ. – 2015. - № 4(26). – С. 6-11.

Ключевые слова: анализ конечных изменений, сложные функции, экономический факторный анализ, теорема Лагранжа.

Сведения об авторах:

Блюмин Семен Львович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета.

Боровкова Галина Сергеевна, аспирант, ассистент кафедры прикладной математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: sabl@lipetsk.ru, haligh@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 512.8

## КЛАСТЕРИЗАЦИЯ НАГРУЖЕННОЙ ОКРЕСТНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ

Липецкий государственный технический университет

А.М. Шмырин, Н.М. Мишачёв, А.С. Косарева

В статье рассматривается метрика на множестве узлов нагруженной окрестностной структуры и приводится пример кластеризации нагруженной окрестностной структуры по алгоритму, описанному в предыдущих работах авторов.

1. НАГРУЖЕННЫЕ ОКРЕСТНОСТНЫЕ СТРУКТУРЫ. В работах [1, 2] дано определение окрестностной структуры. Нагруженной окрестностной структурой (см. [3]) называется окрестностная структура вместе с данными по состоянию и управлению в узлах структуры. Данные  $L$  наблюдений реальной системы, описываемой окрестностной структурой с  $n$  узлами, мы записываем в виде двух  $L \times n$  матриц  $[X_1, \dots, X_n]$  (состояния) и  $[V_1, \dots, V_n]$  (управления). Строки (кортежи)  $X^1 = [x_1^1, \dots, x_n^1]$  и  $V^1 = [v_1^1, \dots, v_n^1]$  этих матриц – это результаты 1-го наблюдения (эксперимента), столбцы  $X_i$  и  $V_i$  – это результаты всех наблюдений соответствующего узла. В общем случае состояние или управление в узлах структуры могут быть многопараметрическими и, соответственно, элементы матриц данных могут быть в свою очередь матрицами. В простейшем случае, который мы далее и будем рассматривать, эти элементы являются скалярами.

2. НОРМИРОВАНИЕ И НОРМАЛИЗАЦИЯ. В силу различия единиц измерения экспериментальных данных окрестностной структуры возникает необходимость перехода к единой шкале значений. Это возможно осуществить либо с помощью *нормирования* столбцов матрицы, либо с помощью их *нормализации*. В статье [3] во всех формулах для метрик данные наблюдений каждого узла (столбцы) предполагались нормированными. Далее будем считать эти данные *нормализованными*, в результате чего в соответствующих

формулах появится компенсирующий множитель  $\frac{1}{\sqrt{n-1}}$ . Напомним, что длина нормализованной выборки объема  $n$  равна  $\sqrt{n-1}$  (а не  $\sqrt{n}$ , поскольку мы делим на *исправленное* среднеквадратичное отклонение).

Замечание. Строки матрицы смежности окрестностной структуры, как и в [3], будем нормировать.

3. МЕТРИКИ НА МНОЖЕСТВЕ УЗЛОВ НАГРУЖЕННОЙ ОКРЕСТНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ. В статье [3] определены метрики на множестве узлов нагруженной окрестностной структуры. В дальнейших вычислениях с учетом нормализованных данных будем использовать метрику

$$\hat{r}_{ij} = \sqrt{\left(d_{ij}^{ch}\right)^2 + \alpha * \left(\frac{d_{ij}}{\sqrt{n-1}}\right)^2}; \quad (1)$$

$$d_{ij}^{ch} = \|\hat{C}_i - \hat{C}_j\|; \quad (2)$$

$$d_{ij} = \|Z_i - Z_j\|; \quad (3)$$

где  $\hat{C}_i = [\hat{s}_{i1}, \dots, \hat{s}_{in}, \hat{u}_{i1}, \dots, \hat{u}_{in}]$  - нормированные строки матрицы смежностей  $[S, U]$  окрестностной структуры и  $Z = [X, V]$  - нормализованная матрица данных нагруженной структуры. Метрика  $d_{ij}^{ch}$  вычисляет расстояние между нормированными строками матрицы смежностей. Метрика  $d_{ij}$  вычисляет расстояние между нормированными столбцами данных. Параметр  $\alpha$  позволяет увеличивать ( $\alpha > 1$ ) или уменьшать ( $\alpha < 1$ ) влияние данных на расстояние между узлами окрестностной структуры.

4. ПРИМЕР КЛАСТЕРИЗАЦИИ НАГРУЖЕННОЙ ОКРЕСТНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ. Рассмотрим пример кластеризации нагруженной окрестностной структуры, состоящей из шести узлов, см. рис 3 (без ограничения общности можно считать, что связи по управлениям отсутствуют) по алгоритму, описанному в [2].

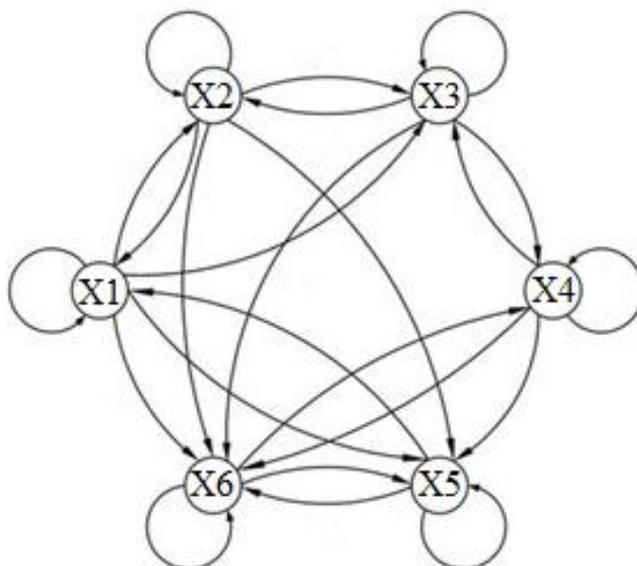


Рис. 1. Нагруженная окрестностная структура из шести узлов

Матрица смежностей окрестностной структуры имеет вид:

$$S = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Матрица смежностей с нормированными строками:

$$\hat{S} = \begin{pmatrix} 0.45 & 0.45 & 0.5 & 0 & 0.45 & 0.45 \\ 0.45 & 0.45 & 0.45 & 0 & 0.45 & 0.45 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 \\ 0.58 & 0 & 0 & 0 & 0.58 & 0.58 \\ 0 & 0 & 0 & 0.58 & 0.58 & 0.58 \end{pmatrix}.$$

В качестве матрицы данных сначала возьмем матрицу случайных чисел:

$$Z = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 4 & 13 & 11 & 8 \\ 15 & 8 & 5 & 4 & 4 & 1 \\ 2 & 11 & 9 & 7 & 2 & 4 \\ 6 & 5 & 11 & 6 & 4 & 5 \\ 7 & 6 & 23 & 2 & 6 & 2 \\ 10 & 9 & 14 & 3 & 3 & 9 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

После нормализации получаем матрицу

$$Z = \begin{pmatrix} -0.87 & -0.96 & -1.01 & 1.80 & 1.86 & 0.99 \\ 1.63 & 0.28 & -0.86 & -0.46 & -0.31 & -1.20 \\ -1.08 & 1.51 & -0.29 & 0.29 & -0.93 & -0.26 \\ -0.24 & -0.96 & 0 & 0.04 & -0.31 & 0.05 \\ -0.03 & -0.55 & 1.72 & -0.97 & 0.31 & -0.89 \\ 0.59 & 0.69 & 0.43 & -0.71 & -0.62 & 1.31 \end{pmatrix}.$$

Квадраты расстояний между узлами, упорядоченные по возрастанию

(i, j)	$(d_{ij}^{ch})^2$	(i, j)	$\left(\frac{d_{ij}}{\sqrt{n-1}}\right)$	(i, j)	$(\hat{r}_{ij})^2$
1-2	0	4-5	0.657	4-6	1.389
4-6	0.268	4-6	1.121	4-5	1.502
1-5	0.451	5-6	1.455	1-2	1.874
2-5	0.451	1-2	1.874	5-6	2.122
3-4	0.500	1-3	2.012	1-3	2.607
1-3	0.658	2-6	2.138	2-3	2.801
1-4	0.658	2-3	2.142	1-5	3.020
2-3	0.658	3-6	2.343	2-6	3.105
2-4	0.658	3-5	2.428	3-6	3.188
5-6	0.667	2-4	2.568	2-4	3.227
3-6	0.845	1-5	2.569	1-6	3.670
4-5	0.845	1-6	2.702	3-5	3.851
1-6	0.967	1-4	3.216	3-4	3.874
2-6	0.967	3-4	3.390	2-5	3.885
3-5	1.423	2-5	3.434	2-4	3.890

Проведем пошаговую кластеризацию нагруженной окрестностной структуры по жадному алгоритму, описанному в [2] и [3]. Из табл. 1 следует, что наиболее близки друг к другу узлы 4 и 6. Объединим узлы 4-6 в кластер. Пересчитаем матрицу смежности для новой нагруженной окрестностной структуры как среднее арифметическое весов всех связей и узлов из кластера 4-6 с другими узлами:

$$S = \begin{pmatrix} & 4 \& 6 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 \& 6 & 1 & 0 & 0 & 0,5 & 1 \\ 1 & 0,5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0,5 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 5 & 0,5 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Матрица данных для новой нагруженной окрестностной структуры пересчитаем как среднее арифметическое данных всех узлов, входящих в кластер:

$$Z = \begin{pmatrix} 4 \& 6 & 1 & 2 & 3 & 5 \\ 1.40 & -0.87 & -0.96 & -1.01 & 1.86 \\ -0.83 & 1.63 & 0.28 & -0.86 & -0.31 \\ 0.02 & -1.08 & 1.51 & -0.29 & -0.93 \\ 0.05 & -0.24 & -0.96 & 0 & -0.31 \\ -0.93 & -0.03 & -0.55 & 1.72 & 0.31 \\ 0.30 & 0.59 & 0.69 & 0.43 & -0.62 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Таблица 2

Расстояния между узлами новой структуры, упорядоченные по возрастанию

(i, j)	$(d_{ij}^{ch})^2$	(i, j)	$\left(\frac{d_{ij}}{\sqrt{n-1}}\right)^2$	(i, j)	$(\hat{r}_{ij})^2$
1-2	0	(4-6)-5	0.887	(4-6)-5	1.554
1-5	0.545	1-2	1.874	1-2	1.874
2-5	0.545	1-3	2.012	1-3	2.612
1-3	0.600	2-3	2.142	2-3	2.742
2-3	0.600	(4-6)-2	2.416	1-5	3.114
(4-6)-5	0.667	3-5	2.428	(4-6)-2	3.123
(4-6)-1	0.706	1-5	2.569	(4-6)-1	3.837
(4-6)-2	0.706	(4-6)-3	3.021	(4-6)-3	3.866
(4-6)-3	0.845	(4-6)-1	3.130	2-5	3.979
3-5	1.615	2-5	3.434	3-5	4.043

Наиболее близок узел 5 к кластеру 4-6. Объединяем все три узла в кластер 4-6-5. Матрицы смежности и данных для новой окрестностной структуры, состоящей из кластера 4-6-5 и узлов 1,2,3:

$$S = \begin{pmatrix} & 4 \& 6 \& 5 & 1 & 2 & 3 \\ 4 \& 6 \& 5 & 1 & 0.5 & 0 & 0.25 \\ 1 & 0.75 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 0.75 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 0.5 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}; \quad (8)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 4\&6\&5 & 1 & 2 & 3 \\ 1.63 & -0.87 & -0.96 & -1.01 \\ -0.57 & 1.63 & 0.28 & -0.86 \\ -0.46 & -1.08 & 1.51 & -0.29 \\ -0.13 & -0.24 & -0.96 & 0 \\ -0.31 & -0.03 & -0.55 & 1.72 \\ -0.16 & 0.59 & 0.69 & 0.43 \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Таблица 3

Расстояния между узлами новой структуры, упорядоченные по возрастанию

(i, j)	$(d_{ij}^{ch})^2$	(i, j)	$\left(\frac{d_{ij}}{\sqrt{n-1}}\right)^2$	(i, j)	$(\hat{r}_{ij})^2$
1-2	0	1-2	1.874	1-2	1.874
1-3	0.322	1-3	2.012	1-3	2.334
2-3	0.322	2-3	2.142	2-3	2.465
(4-6-5)-1	0.613	(4-6-5)-3	2.793	(4-6-5)-1	3.549
(4-6-5)-2	0.613	(4-6-5)-1	2.963	(4-6-5)-2	3.708
(4-6-5)-3	1.127	(4-6-5)-2	3.095	(4-6-5)-3	3.920

Наиболее близки узлы 1 и 2. Объединяем узлы 1-2 в кластер. В ходе кластеризации мы получили три кластера: 1-2, 4-6-5 и 3. Матрицы смежности и данных для новой нагруженной окрестностной структуры:

$$S = \begin{pmatrix} & 1 \& 2 & 4 \& 6 \& 5 & 3 \\ 1 \& 2 & 1 & 0.75 & 1 \\ 4 \& 6 \& 5 & 0.25 & 1 & 0.25 \\ 3 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}; \quad (10)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 1 \& 2 & 4 \& 6 \& 5 & 3 \\ -0.92 & 1.63 & -1.01 \\ 0.96 & -0.57 & -0.86 \\ 0.22 & -0.46 & -0.29 \\ -0.60 & -0.13 & 0 \\ -0.29 & -0.31 & 1.72 \\ 0.64 & -0.16 & 0.43 \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Результаты кластеризации нагруженной окрестностной структуры совпали с результатами кластеризации этой окрестностной структуры (без данных), полученными в [3].

Рассмотрим теперь пример кластеризации с линейно-зависимыми данными:

$$Z = \begin{pmatrix} -0.87 & -0.96 & -1.01 & 1.80 & -1.01 & 0.99 \\ 1.63 & 0.28 & -0.86 & -0.46 & -0.86 & -1.20 \\ -1.08 & 1.51 & -0.29 & 0.29 & -0.29 & -0.26 \\ -0.24 & -0.96 & 0 & 0.04 & 0 & 0.05 \\ -0.03 & -0.55 & 1.72 & -0.97 & 1.72 & -0.89 \\ 0.59 & 0.69 & 0.43 & -0.71 & 0.43 & 1.31 \end{pmatrix}, \quad (13)$$

где  $X_3 = X_5$ .

В этом случае в ходе кластеризации мы получаем три кластера: 1-2, 4-6, 3-5.

$$S = \begin{pmatrix} & 3 \& 5 & 4 \& 6 & 1 \& 2 \\ 3 \& 5 & 1 & 0.75 & 0.5 \\ 4 \& 6 & 0.75 & 1 & 0.5 \\ 1 \& 2 & 1 & 0.5 & 1 \end{pmatrix}; \quad (14)$$

$$Z = \begin{pmatrix} 3 \& 5 & 4 \& 6 & 1 \& 2 \\ -1.01 & 1.40 & -0.92 \\ -0.86 & -0.83 & 0.95 \\ -0.29 & 0.02 & 0.22 \\ 0 & 0.05 & -0.60 \\ 1.72 & -0.93 & -0.29 \\ 0.43 & 0.30 & 0.64 \end{pmatrix}. \quad (15)$$

В этом примере сильная близость (совпадение) данных третьего и пятого узлов изменила результат кластеризации нагруженной структуры по сравнению с кластеризацией структуры без данных.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блюмин, С.Л. Окрестностные системы [Текст] / С.Л. Блюмин, А.М. Шмырин – Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный институт, 2005. – 132 с.
2. Шмырин, А.М. Кластеризация окрестностной структуры [Текст] / А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев, А.С. Косарева // Вестник Тамбовского университета. Сер. Естественные и технические науки. – 2016. – Т. 21. – Вып. 2. – С.457-462.
3. Шмырин, А.М. Метрики на множестве узлов окрестностной структуры [Текст] / А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев, А.С. Косарева // Системы управления и информационные технологии. – 2016. – №2(64). – С. 31-35.

Работа поддержана грантом РФФИ (код проекта 16-07-00854 а).

Ключевые слова: нагруженная окрестностная структура, метрика, кластеризация.

Сведения об авторах:

Шмырин Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Мишачёв Николай Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Косарева Анастасия Сергеевна, аспирант, кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: amsh@lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 658.512.22

## ПОСТРОЕНИЕ И НАСТРОЙКА АНАЛИТИЧЕСКОГО TS НЕЧЁТКОГО ПД РЕГУЛЯТОРА<sup>1</sup>

Липецкий государственный технический университет

Ю.И. Кудинов, Ф.Ф.Пашенко,  
А.Ю. Келина, А.А. Волкова

Предлагается метод оптимизации параметров настройки аналитического Tagachi-Sugeno (TS) нечёткого ПД регулятора в замкнутой системе управления средствами MATLAB.

В работе дается описание эффективного метода определения оптимальных настроек аналитического *TS* нечёткого пропорционально-дифференциального (ПД) регулятора с использованием такого программного средства MATLAB как Response Optimization [1].

Пусть *TS* нечеткий аналитический ПД регулятор имеет два входа (ошибку регулирования  $e(k) = y^0(k) - y(k)$  и ее скорость изменения на одном такте  $\Delta e(k) = e(k) - e(k - 1)$ ), а также связанный с ними один выход  $u$  (или  $\Delta u$ )

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ по проекту №14-19-01772

$$u(k) = \tilde{f}_{\text{ПД}}(K_e e(k), K_{\Delta e} \Delta e(k)) K_{\Delta u} - \sum_{i=1}^k \Delta u(i).$$

По аналогии с нечетким ПИ регулятором Мамдани запишем 4 продукционных правила  $TS$  нечеткого ПД регулятора:

$$\begin{aligned} R_1: & \text{Если } e(k) \text{ есть } P, \Delta e(k) \text{ есть } P, \text{ то } \Delta u(k) = a_1 e(k) + b_1 \Delta e(k), \\ R_2: & \text{Если } e(k) \text{ есть } P, \Delta e(k) \text{ есть } N, \text{ то } \Delta u(k) = a_2 e(k) + b_2 \Delta e(k), \\ R_3: & \text{Если } e(k) \text{ есть } N, \Delta e(k) \text{ есть } P, \text{ то } \Delta u(k) = a_3 e(k) + b_3 \Delta e(k), \\ R_4: & \text{Если } e(k) \text{ есть } N, \Delta e(k) \text{ есть } N, \text{ то } \Delta u(k) = a_4 e(k) + b_4 \Delta e(k), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $a_i, b_i, i = \overline{1,4}$  – восемь искоемых неотрицательных параметров [2].

Схема  $TS$  нечеткого ПД регулятора показана на рис. 1.

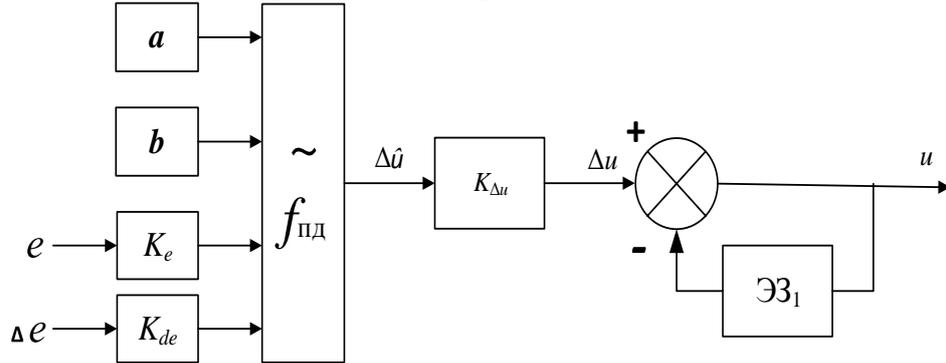


Рис. 1. Схема  $TS$  нечеткого ПД регулятора

В качестве процедуры дефазификации при нечетком  $TS$  регулировании используется метод центра тяжести (*centroid*).

Правая часть  $TS$  нечеткого ПД регулятора может быть записана как

$$\Delta u(k) = K_p(\hat{e}, \Delta \hat{e}) \cdot \hat{e}(k) + K_d(\hat{e}, \Delta \hat{e}) \cdot \Delta \hat{e}(k),$$

где  $K_p, K_d$  – интегральный и пропорциональный коэффициенты.

Для получения точных выражений  $K_p$  и  $K_d$  следует оценить нечеткую И операцию в четырех нечетких правилах, которые делят входное пространство на 12 областей как показано на рис. 2.

Результаты нечеткой И операции показаны в табл. 1 и являются значениями функций принадлежности в аналитической форме для выходных нечетких множеств в четырех правилах (1).

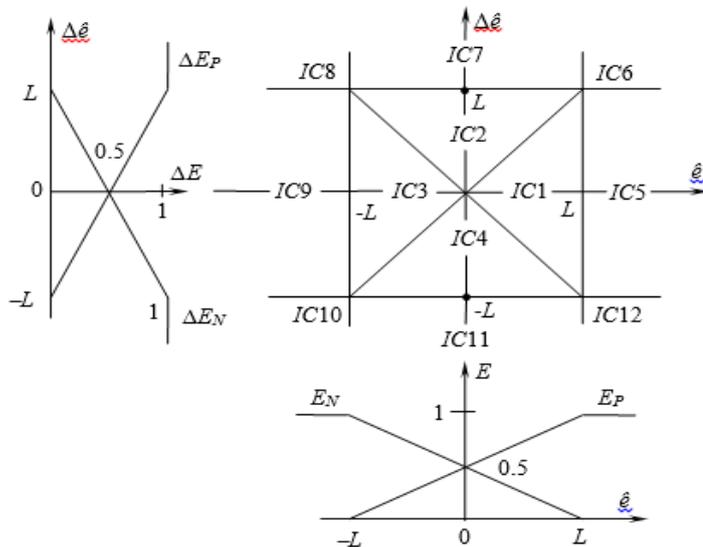


Рис. 2. Области пространств  $\hat{e}$  и  $\Delta \hat{e}$

Принадлежность пары входов  $\hat{e} = K_e e$  и  $\Delta\hat{e} = K_{\Delta e} \Delta e$  к одной из 12 областей  $ICN$ ,  $N = \overline{1, 12}$  определяется условиями принадлежности в табл. 1.

Таблица 1

Оценка принадлежности  $\hat{e}$  и  $\Delta\hat{e}$  к области  $ICN$

$ICN$	Условия принадлежности к области $ICN$
1	$u1 \leq -L \ \&\& \ u1 \geq 0 \ \&\& \ u2 + u1 \geq 0 \ \&\& \ u2 \leq u1$
2	$u2 \leq -L \ \&\& \ u2 \geq 0 \ \&\& \ u2 + u1 \geq 0 \ \&\& \ u2 \geq u1$
3	$-u1 \geq -L \ \&\& \ -u1 \geq 0 \ \&\& \ u2 \geq -u1 \ \&\& \ u2 \geq u1$
4	$-u2 \geq -L \ \&\& \ -u2 \leq 0 \ \&\& \ -u2 + u1 \leq 0 \ \&\& \ u2 + u1 \geq 0$
5	$u1 \geq L \ \&\& \ u2 \leq -L \ \&\& \ -u2 \geq -L$
6	$u2 \geq L \ \&\& \ u1 \geq L$
7	$u2 \geq L \ \&\& \ u1 \leq -L \ \&\& \ -u1 \leq -L$
8	$u2 \geq L \ \&\& \ -u1 \geq -L$
9	$u1 \geq -L \ \&\& \ -u2 \geq -L \ \&\& \ u2 \leq -L$
10	$-u2 \leq -L \ \&\& \ -u1 \leq -L$
11	$-u2 \geq -L \ \&\& \ -u1 \leq -L \ \&\& \ u1 \leq -L$
12	$-u2 \leq -L \ \&\& \ u1 \geq L$

Обрабатывая эти ФП в дефазификаторе, получаем переменные коэффициенты в табл. 2. Несмотря на то, что математические структуры для  $K_p$  и  $K_d$  одинаковы, их выражения обычно отличаются, поскольку имеется различие в коэффициентах.

Таблица 2

Формулы для расчета коэффициентов  $K_p$  и  $K_d$

$ICN$	$K_p(\hat{e}, \Delta\hat{e}), K_d(\hat{e}, \Delta\hat{e})$
1, 3	$\frac{(L -  \hat{e}(k) )A_1 + (L + \Delta\hat{e}(k))A_2 + (L - \Delta\hat{e}(k))A_3}{2(2L -  \hat{e}(k) )}$
2, 4	$\frac{(L -  \Delta\hat{e}(k) )B_1 + (L + \hat{e}(k))B_3 + (L - \hat{e}(k))B_3}{2(2L -  \hat{e}(k) )}$
5, 9	$\frac{(L + \Delta\hat{e}(k))C_1 + (L - \Delta\hat{e}(k))C_2}{2L}$
7, 11	$\frac{(L + \hat{e}(k))D_1 + (L - \hat{e}(k))D_2}{2L}$
6, 8, 10, 12	$E$

Области  $IC1 \div IC4$  представляют наибольший интерес, поскольку в них коэффициенты наиболее нелинейны. В табл. 3 приведены коэффициенты  $A_i, B_j, C_i, D_q$ , выраженные через коэффициенты  $a_i, b_i, i = \overline{1, 4}$ , в правилах (1).

Связь параметров настройки  $K_p$  и  $K_d$  с коэффициентами  $a_i$  и  $b_i$ ,

ICN	$K_p$			$K_d$		
	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_1$	$A_2$	$A_3$
1	$b_3 + b_4$	$b_1$	$b_2$	$a_3 + a_4$	$a_1$	$a_2$
3	$b_1 + b_2$	$b_3$	$b_4$	$a_1 + a_2$	$a_3$	$a_4$
	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_1$	$B_2$	$B_3$
2	$b_2 + b_4$	$b_1$	$b_3$	$a_2 + a_4$	$a_1$	$a_3$
4	$b_1 + b_3$	$b_2$	$b_4$	$a_1 + a_3$	$a_2$	$a_4$
	$C_1$	$C_2$		$C_1$	$C_2$	
5	$b_1$	$b_2$		$a_1$	$a_2$	
9	$b_3$	$b_4$		$a_3$		
	$D_1$	$D_2$		$D_1$	$D_2$	
7	$b_1$	$b_3$		$a_1$	$a_3$	
11	$b_2$	$b_4$		$a_2$	$a_4$	
	$E$			$E$		
6	$b_1$			$a_1$		
8	$b_3$			$a_3$		
10	$b_4$			$a_4$		
12	$b_2$			$a_2$		

Для создания модели цифровой системы управления (рис. 3) с нечетким ПД регулятором в пакете динамического моделирования Simulink в окне MATLAB перейдем на вкладку Simulink Library откроется окно элементов Simulink Library Browser. Командой **File, New, Model** откроем окно модели “Untitled”.

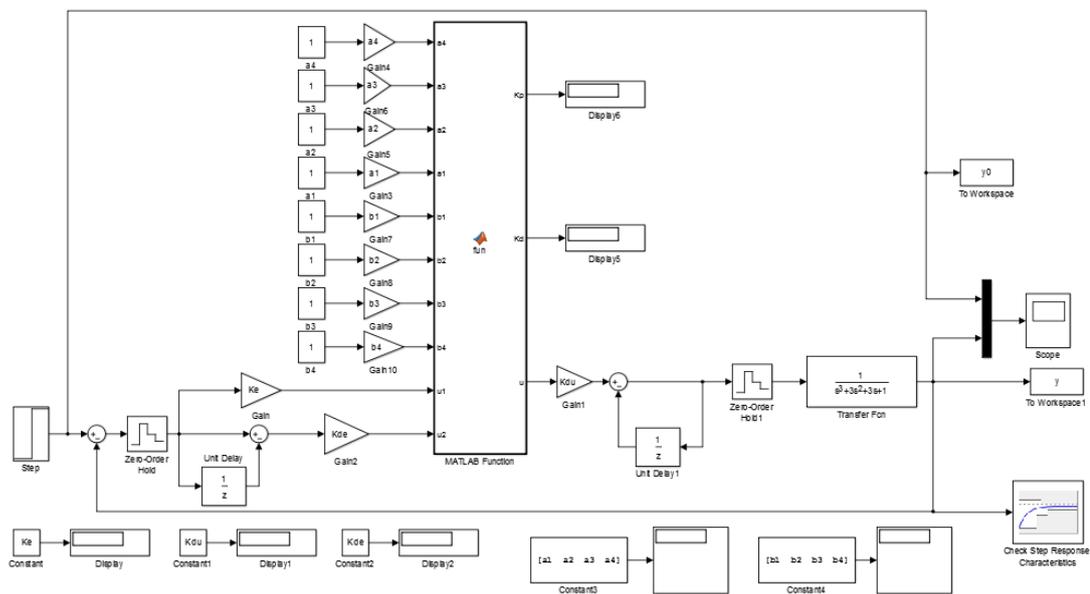


Рис. 3. Схема системы управления с нечетким ПД регулятором

В окне “Simulink Library Browser” (рис. 4) найдем категорию Simulink, в ней выделим подкатегорию Sources, а в правой части окна - блок Step, вырабатывающий единичную ступенчатую функцию. Удерживая нажатой левую кнопку мыши, перетащим значок блока Step в окно моделирования “Untitled”. Двойным щелчком на блоке Step, откроем окно параметров, в котором установим момент возникновения единичного скачка Step time: 0 с, его начальную величину Initial value: 0, конечную величину Final value: 1 и интервал дискретности Sample time: 0.1.

Аналогичным образом из подкатегории Math Operations перетащим блок сравнения Sum в окно моделирования. Дважды щелкнув на элементе сравнения Sum, откроем окно

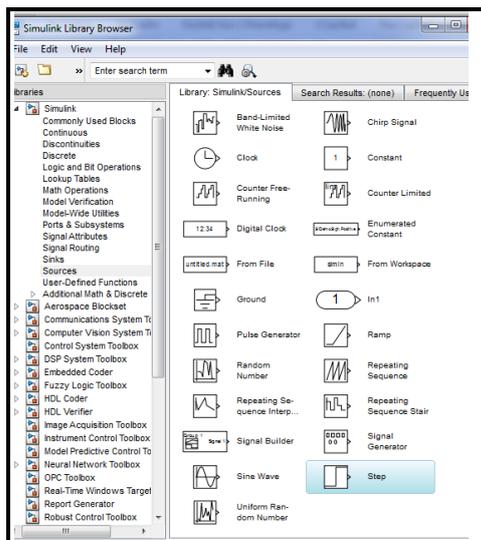


Рис. 4. Окно “Simulink Library”

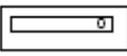
параметров и в поле List of sign (список знаков) правый знак + заменим на -, а в поле Sample time (время дискретизации) подставим 0.1 и нажмем ОК. При нажатой левой клавиши мыши соединим блоки Step и Sum.

В модель цифровой замкнутой системы управления из категории Simulink и подкатегории Math Operations перетащим два блока Gain в окно моделирования. Двойным щелчком на блоке Gain (или Gain1) откроем окно параметров и зададим в поле Gain: Ke (или Ku для блока Gain1) в поле Sample time: 0.1 и нажмем кнопку ОК. Из подкатегории Simulink Desing Optimization перейдем в подкатеорию Signal Constraints

Двойным щелчком на категории User-Defined Functions выведем блок MATLAB Function  и перетащим его в окно модели.

Для ввода выражения передаточной функции  $W(s) = 1/(s^3 + 3s^2 + 3s + 1)$  из подкатегории Continuous перетащим блок передаточной функции объекта Transfer Fcn в окно модели. Дважды щелкнем на блоке Transfer Fcn и откроем окно передаточной функции с параметрами числителя (Numerator) и знаменателя (Denominator). Согласно выражению передаточной функции объекта введем следующие значения для Numerator: 1 и Denominator: 1 3 3 1 и нажмем ОК. Соединим блоки Sum, Gain, Zero-Order Hold, Fuzzy Logic Controller with Ruleviewer, Gain2, Zero-Order Hold1, Transfer Fcn.

В окно модели из категории Simulink и подкатегории Sink перетащим два блока  To Workspace, подкатегории Commonly Used Block - блок мультиплектора сигналов Mux  и блок осциллографа Scope  с двумя входами. Двойным щелчком по блоку Scope откроем его окно и введем ряд параметров. Установим курсор на линии ординат и нажатием правой кнопки вызовем окно, в котором выделим опцию Axes properties и в появившемся окне введем значения нижнего Y-min: 0 и верхнего Y-max: 1.41 пределов изменения выхода системы и нажмем ОК. Соединим блок Transfer Fcn с блоком Mux, а последний - с блоком Scope. Для того чтобы после блока Step сделать отвод линии на мультиплексор Mux щелкнем левой кнопкой мыши по линии, соединяющей блоки Step и Sum, и, удерживая клавишу Ctrl, мышью создадим отвод линии.

Из категории Simulink добавим в модель пятнадцать блоков Constant  из подкатегории Sources и семь блока Display  и из подкатегории Sinks и в окне параметров блоков Constant и Constant1 в поле Constant value введем названия коэффициентов Ke, Ku и Kdu соответственно. Соединим блоки Constant и Display.

После построения модели в SIMULINK MATLAB приступим к реализации программного кода, в которой будут содержаться соотношения расчета инкрементного управления. Для этого двойным щелчком по блоку MATLAB function откроем окно, в котором запишем программу для вычисления управления

```
function [Kp,Kd,u]= fun(a4,a3,a2,a1,b1,b2,b3,b4,u1,u2)
u=zeros(1,1);
```

```

Kp=zeros(1,1);
Kd=zeros(1,1);
L=1;
if u1<=L && u1>=0 && u2+u1>=0 && u2<=u1
    Kp=((L-u1)*(b3+b4)+(L+u2)*b1+(L-u2)*b2)/(2*(2*L-u1));
    Kd=((L-u1)*(a3+a4)+(L+u2)*a1+(L-u2)*a2)/(2*(2*L-u1));
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif u2<=L && u2>=0 && u2+u1>=0 && u2>=u1
    Kp=((L-u2)*(b2+b4)+(L+u1)*b1+(L-u1)*b3)/(2*(2*L-u1));
    Kd=((L-u2)*(a2+a4)+(L+u1)*a1+(L-u2)*a2)/(2*(2*L-u1));
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif -u1>=-L && -u1>=0 && u2>=-u1 && u2>=u1
    Kp=((L-u1)*(b1+b2)+(L+u2)*b3+(L-u2)*b4)/(2*(2*L-u1));
    Kd=((L-u1)*(a1+a3)+(L+u2)*a3+(L-u2)*a4)/(2*(2*L-u1));
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif -u2>=-L && -u2<=0 && -u2+u1<=0 && u2+u1>=0
    Kp=((L-u2)*(b1+b3)+(L+u1)*b2+(L-u1)*b4)/(2*(2*L-u1));
    Kd=((L-u2)*(a1+a3)+(L+u1)*a2+(L-u2)*a4)/(2*(2*L-u1));
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif u1>=L && u2<=L && -u2>=-L
    Kp=((L+u2)*b1+(L-u2)*b2)/(2*L);
    Kd=((L+u2)*a1+(L-u2)*a2)/(2*L);
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif u2>=L && u1>=L
    Kp=b1;Kd=a1;
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif u2>=L && u1<=L && -u1<=-L
    Kp=((L+u1)*b1+(L-u1)*b3)/(2*L);
    Kd=((L+u1)*a1+(L-u1)*a3)/(2*L);
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif u2>=L && -u1>=-L
    Kp=b3;
    Kd=a3;
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif u1>=-L && -u2>=-L && u2<=L
    Kp=((L+u2)*b3+(L-u2)*b4)/(2*L);
    Kd=((L+u2)*a3+(L-u2)*a4)/(2*L);
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif -u2<=-L && -u1<=-L
    Kp=b4;
    Kd=a4;
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif -u2>=-L && -u1<=-L && u1<=L
    Kp=((L+u1)*b2+(L-u1)*b4)/(2*L);
    Kd=((L+u1)*a2+(L-u1)*a4)/(2*L);
    u=Kd*u1+Kp*u2;
elseif -u2<=-L && u1>=L
    Kp=b2;
    Kd=a2;
    u=Kd*u1+Kp*u2;
end
end

```

В командной строке Matlab введем значения коэффициентов  $K_e = 1$ ,  $K_{de} = 3.1$ ,  $K_e$ ,  $K_{du} = 4/K_e$ , найденные методом Циглера–Никольса [3], и запустим процесс моделирования системы управления нажатием  Start simulation. В блоках Display отразятся текущие значения коэффициентов  $K_e$ ,  $K_{de}$  и  $K_{du}$ . В ходе симуляции был получен график переходного процесса в окне Scope (рис. 5), который нарушает заданные границы.

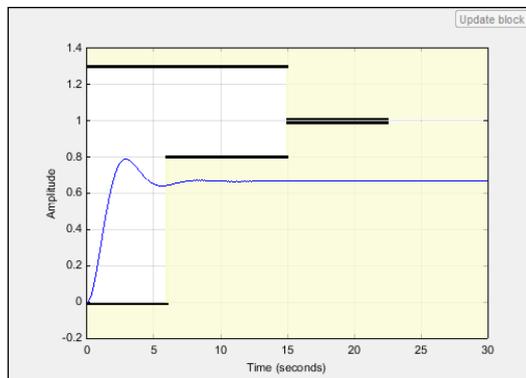


Рис. 5. Задание ограничений

Для поиска оптимальных параметров модели воспользуемся модулем Response Optimization пакета Simulink Design Optimization, в котором откроем окно “Design Optimization”. Перетащим мышью в поле Model Workspace параметры  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$ , подлежащие оптимизации. После чего введем переменные, за счет оптимизации которых будет улучшено качество переходного процесса. Для этого на вкладке Response Optimization в поле Design Variables Set выберем пункт New. Откроется окно “Create Design Variables Set”, в правой части которого выделим настраиваемые переменные  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_4$  и с помощью стрелки перенесем их в левую часть окна и зададим интервал поиска переменных с нижним пределом  $Min = 0$ , как изображено на рис. 6.

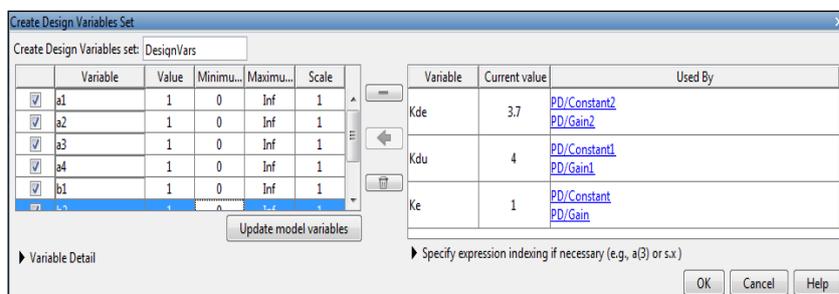


Рис. 6. Задание поисковых переменных  $a$  и  $b$

Поскольку график переходного процесса не укладывается в заданных границах коридора (рис. 5), на вкладке Optimization method установим метод оптимизации Gradient descent и алгоритмом Interior-Point (рис.7).

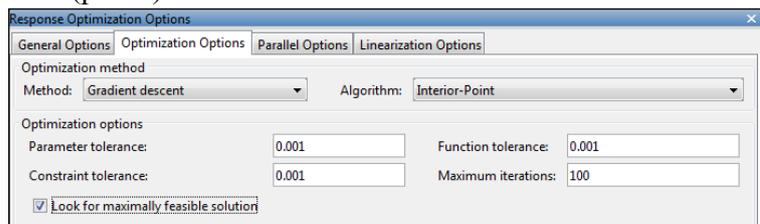


Рис. 7. Выбор алгоритма оптимизации Interior-Point

Данный алгоритм поиска параметров  $a$  и  $b$  следует запустить 3 раза, чтобы получить график переходного процесса. В разделе Data to Plot выберем PI/Check Step Response Characteristics. Далее кнопкой  запустим процесс оптимизации, сопровождающийся улучшением качества переходного процесса (рис. 8)

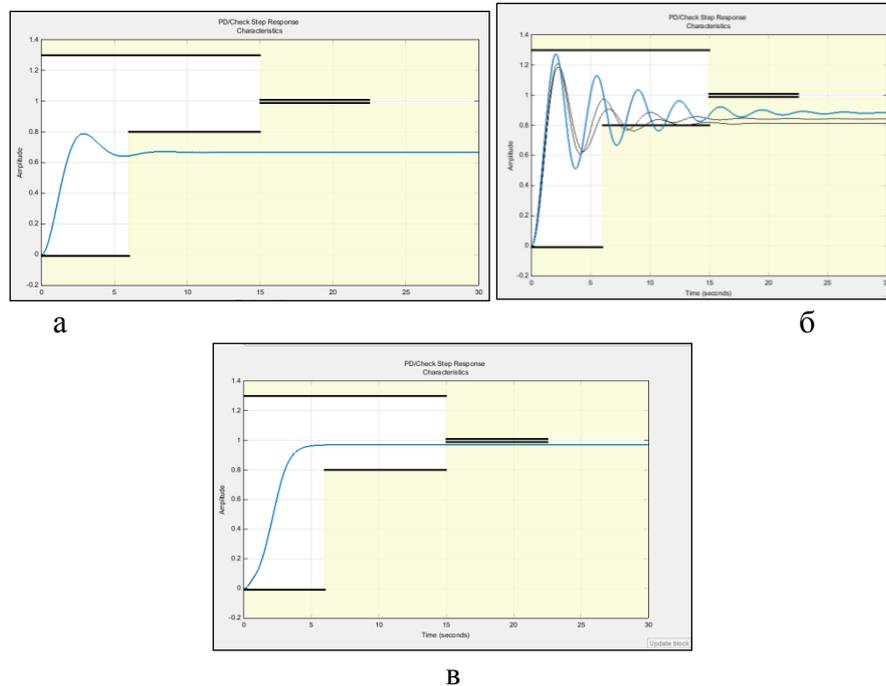


Рис. 8. Этапы поиска параметров  $a$  и  $b$ : от исходного (рис. 8,а) к промежуточному (рис. 8,б) и до конечного (рис. 8,в) этапов поиска.

Поскольку статическая ошибка нарушила ограничения, приступим к оптимизации коэффициентов  $K_e$ ,  $K_{de}$  и  $K_{du}$ . В поле Design Variables Set выберем пункт New. Откроется окно “Create Design Variables Set”, в правой части которого зададим настраиваемые переменные  $K_e = 1$ ,  $K_{de} = 3.7$  и  $K_{du} = 4$  и с помощью стрелки перенесем их в левую часть окна и зададим интервал поиска переменных с нижним пределом  $Min = 0$  (рис. 9).

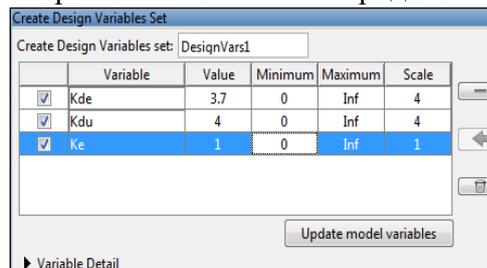


Рис. 9. Задание поисковых переменных  $K_e$ ,  $K_{de}$  и  $K_{du}$

Нажмём на кнопку Options и на вкладке Optimization method установим метод Simplex search и алгоритм Active Set (рис.10).

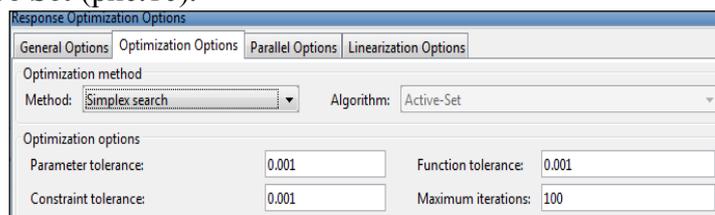


Рис. 10. Выбор алгоритма оптимизации Simplex search

Далее кнопкой  запустим процесс оптимизации, сопровождающийся улучшением качества переходного процесса (рис. 11).

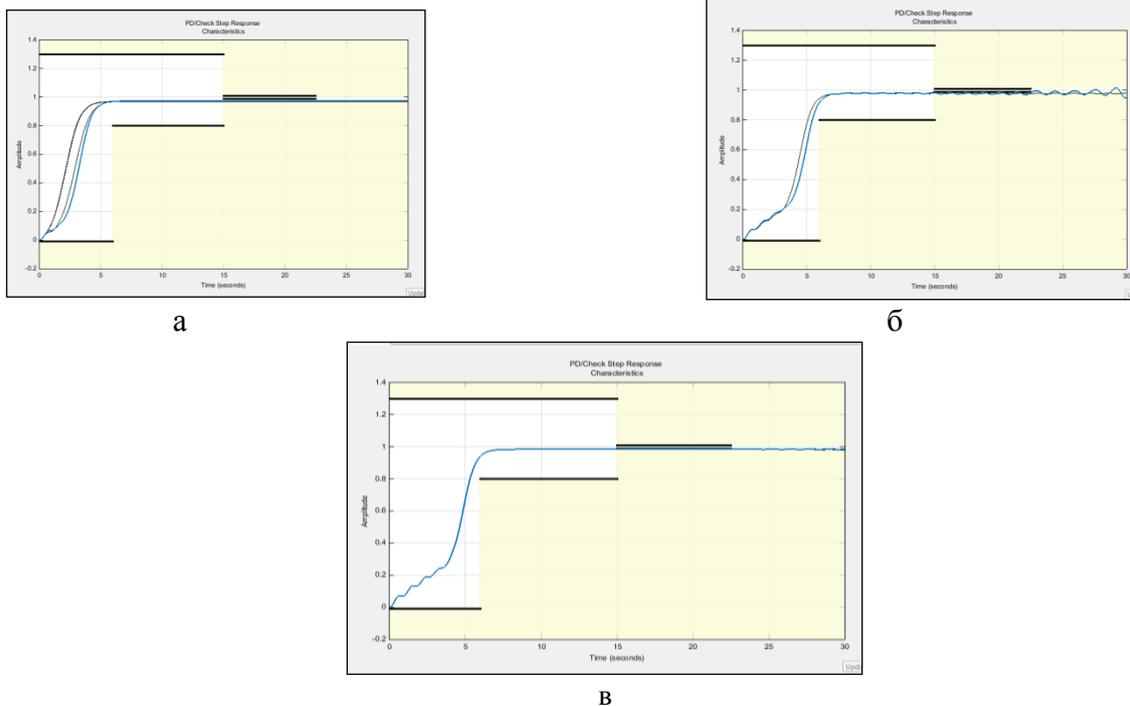


Рис. 11. Этапы поиска коэффициентов  $K_e$ ,  $K_{de}$  и  $K_{du}$ : а - от исходного, б - к промежуточному в - до конечного этапа поиска.

График на рис. 11, в характеризует удовлетворительное качество переходного процесса при следующих положительных значениях параметров  $a_i$ ,  $b_j$ :

$a_1=2.013$ ,  $a_2=0.00052$ ,  $a_3=0.00046$ ,  $a_4=61.66$ ,  $b_1=0.00080$ ,  $b_2=83.81$ ,  $b_3=0.00042$ ,  $b_4=0.00099$  и коэффициентов  $K_e$ ,  $K_{de}$ ,  $K_{du}$

$$K_e = 1.308, K_{du} = 6.314, K_{de} = 3.445.$$

Среднемодульная ошибка составила 2,31%, что подтверждает требуемое качество переходного процесса.

Работа выполнена при поддержке РНФ по проекту №14-19-01772.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кудинов, Ю.И. Методы синтеза и настройки нечетких ПИД регуляторов Мамдани [Текст] / Ю.И. Кудинов, А.Ю. Келина // Приложение к журналу «Информационные технологии». – 2012. – №6. – С. 2-32.
2. Chen, G. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems [Text] / G. Chen, T.T. Pham. – CRC Press, London, 2001. – 313 с.
3. Hao, Y. Fuzzy Control and Modeling [Text] / Y. Hao. – IEEE Press, New York, 2000. – 310 с.

Ключевые слова: аналитический TS нечёткий ПД регулятор, параметры настройки, оптимизация, декомпозиция параметров, MATLAB.

Сведения об авторах:

Кудинов Юрий Иванович, доктор технических наук, заведующий кафедрой информатики Липецкого государственного технического университета.

Пашенко Федор Федорович, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией Института проблем управления РАН, г. Москва.

Келина Анастасия Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры информатики Липецкого государственного технического университета.

Волкова Александра Андреевна, студент факультета автоматизации и информатики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kui\_kiu@lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 519.872

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ СИСТЕМ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GPSS**

Липецкий государственный технический университет

И.А. Седых, Н.В. Стеганцев

Рассмотрен пример применения системы массового обслуживания для моделирования цементного производства.

### **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О GPSS**

GPSS (General Purpose Systems Simulator – общецелевая система моделирования) – язык программирования, используемый для имитационного моделирования систем (в основном, массового обслуживания). Разработан в 1961 году.

Исходная программа на языке GPSS/PC, как и программа на любом языке программирования, представляет собой последовательность операторов. Операторы GPSS/PC записываются и вводятся в ПК в следующем формате: номер\_строки имя операция операнды; комментарий.

Все операторы исходной программы должны начинаться с номера 0\_строки – целого положительного числа от 1 до 9999999. После ввода операторов они располагаются в исходной программе в соответствии с нумерацией строк. Обычно нумерация производится с некоторым шагом, отличным от 1, чтобы иметь возможность добавления операторов в нужное место исходной программы. Некоторые операторы удобно вводить, не включая их в исходную программу. Такие операторы вводятся без номера строки. Отдельные операторы могут иметь имя для ссылки на эти операторы в других операторах. Если такие ссылки отсутствуют, то этот элемент оператора не является обязательным. В поле операции записывается ключевое слово (название оператора), указывающее конкретную функцию, выполняемую данным оператором [1, 2].

### **ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Выясним оптимальный объём складов на цементном производстве, используя известные данные производительности.

На данном рисунке (рис. 1) обозначена схема последовательного перехода материала с одного участка на другие.

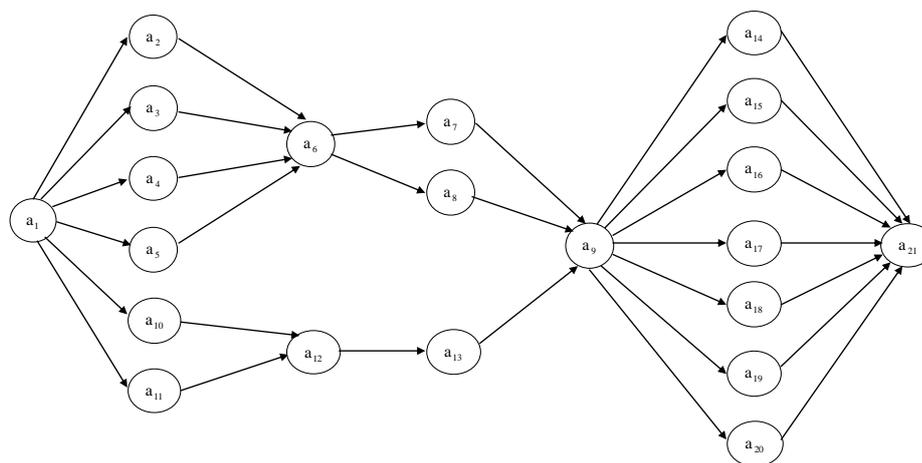


Рис. 1. Схема цементного производства:

$a_1$  – склад сырья;  $a_2$ – $a_5$  – сепараторные мельницы;  $a_6$  – силос сырьевой муки;  $a_7$ – $a_8$  – вращающиеся печи;  $a_9$  – склад клинкера;  $a_{10}$ – $a_{11}$  – трубные мельницы;  $a_{12}$  – силос сырьевой муки;  $a_{13}$  – вращающаяся печь;  $a_{14}$ – $a_{17}$  – цементные мельницы;  $a_{18}$ – $a_{20}$  – цементные мельницы;  $a_{21}$  – силос цемента

### ТАБЛИЦА ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Данную многофазную задачу можно решить с помощью языка имитационного моделирования GPSS. В таблице определений (таблица 1) показаны элементы GPSS и их интерпретация.

Таблица 1

Таблица определений

Элементы GPSS	Интерпретация
Транзакты: 1–ый сегмент 2–ой сегмент	Цементное производство Таймер (8760 часов)
Устройства: STOCK SeparatorMill SSM RotaryKilns TubeMill SSM2 RotaryKiln ClinkerStorage CementMill1 CementMill2 CementSilos	Склад сырья Сепараторные мельницы Силос сырьевой муки Вращающиеся печи Трубные мельницы Силос сырьевой муки Вращающаяся печь Склад клинкера Цементные мельницы Цементные мельницы Силос цемента
Очереди: QSTOCK QSM QSSM QRKs QTM QSSM2 QRK QCS QCM1 QCM2 QCeS	Очередь к складу сырья Очередь к сепараторным мельницам Очередь к силосу сырьевой муки Очередь к вращающимся печам Очередь к трубным мельницам Очередь к силосу сырьевой муки Очередь к вращающейся печи Очередь к складу клинкера Очередь к цементным мельницам Очередь к цементным мельницам Очередь к силосу цемента

## БЛОК-СХЕМА МОДЕЛИ

Блок-схемы решения задачи представлены на рисунках 2–5.

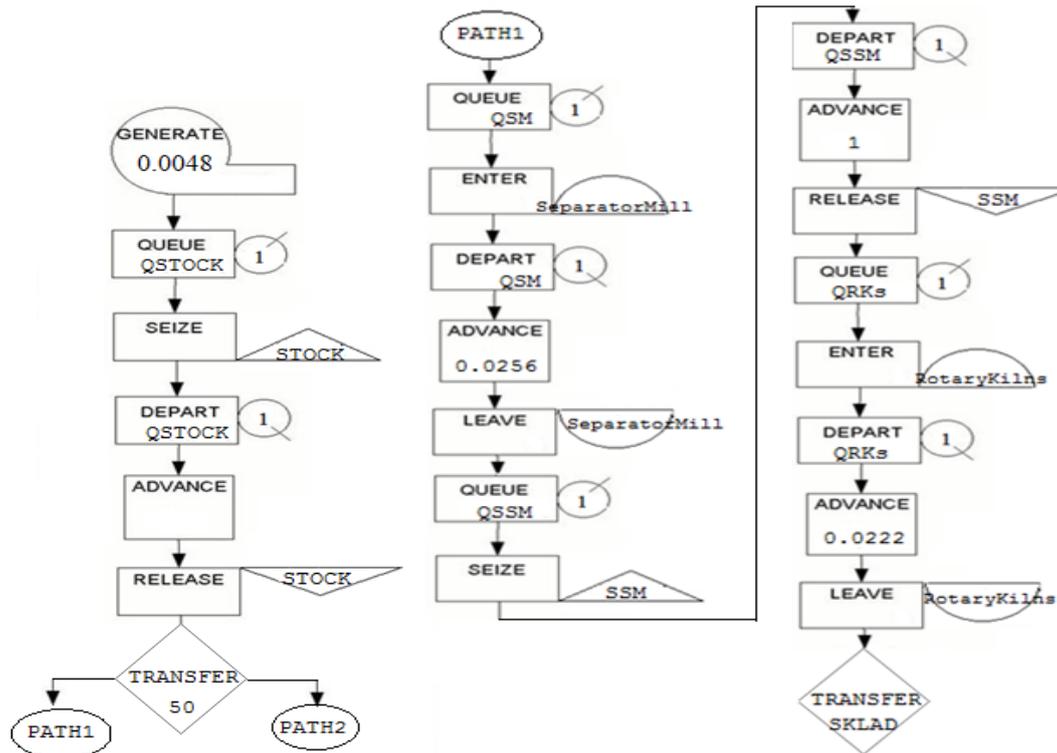


Рис. 2. Блок-схема первого сегмента, часть 1

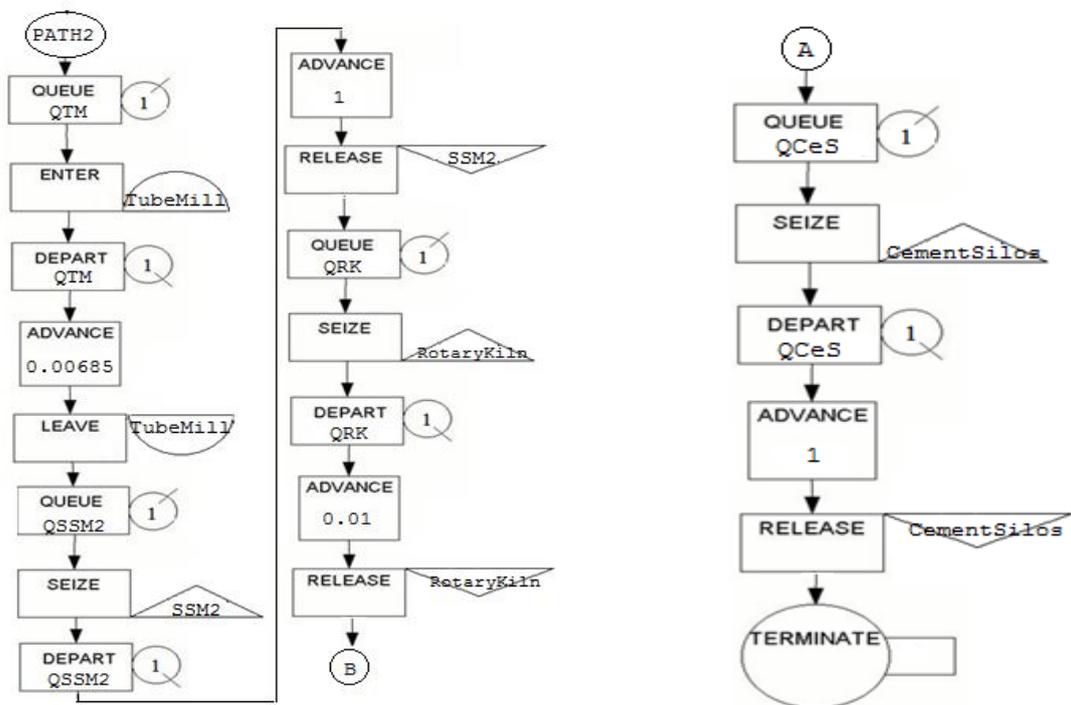


Рис. 3. Блок-схема первого сегмента, часть 2

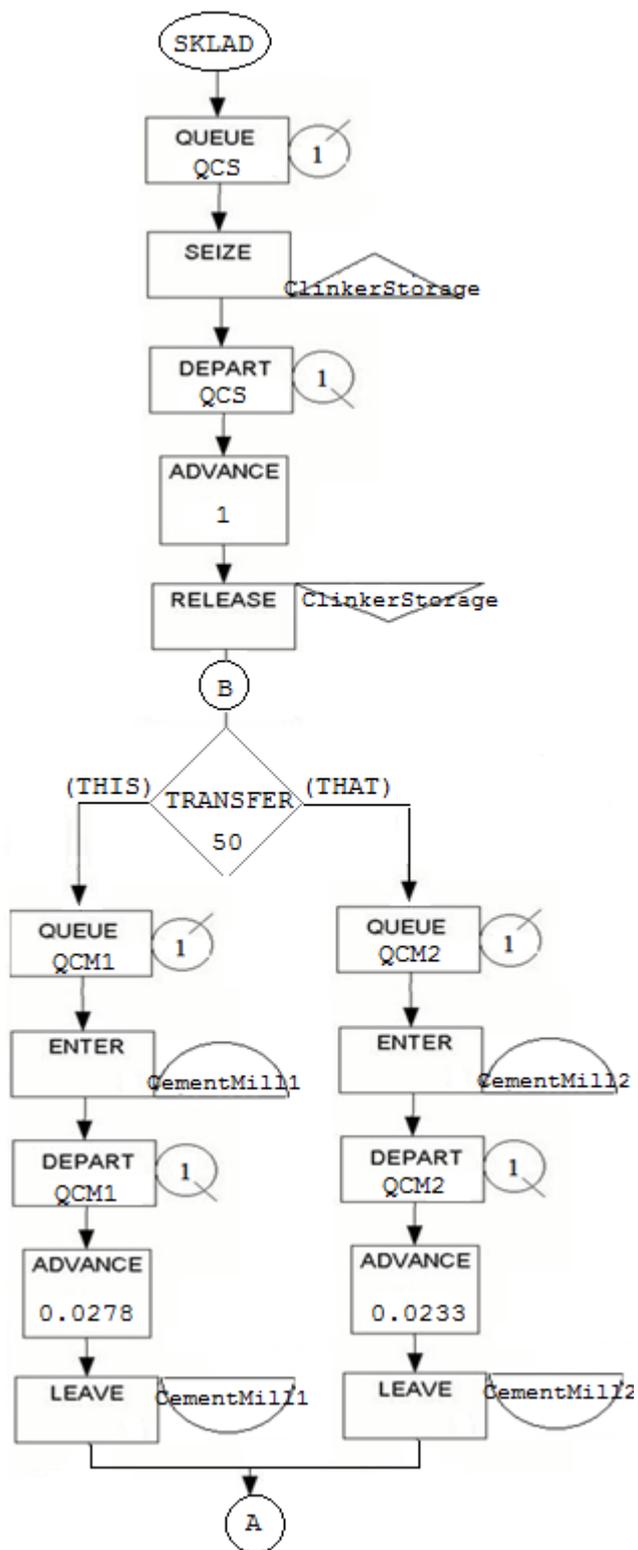


Рис. 4. Блок-схема первого сегмента, часть 3

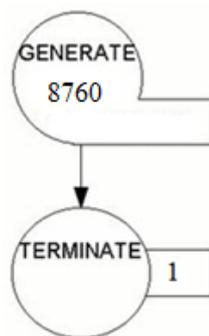


Рис. 5. Сегмент 2

## ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Отчёт по моделированию представлен на рисунке 6.

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
STOCK	1824999	0.000	0.000	1	0	0	0	0	0
SSM	875997	1.000	0.010	1	931599	0	0	0	492749
CLINKERSTORAGE	898614	0.513	0.005	1	0	0	0	0	0
CEMENTSILOS	75990	1.000	0.010	1	818012	0	0	0	22620
SSM2	109430	0.125	0.010	1	0	0	0	0	0
ROTARYKILN	109430	0.125	0.010	1	0	0	0	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QSTOCK	1	0	1824999	1824999	0.000	0.000	0.000	0
QSM	346820	346819	1715569	4	173517.887	886.013	886.015	0
QSSM	492749	492749	1368746	1	246373.665	1576.796	1576.797	0
QRKS	86811	86810	875996	2	43404.955	434.052	434.053	0
QCS	1	0	898614	800905	0.028	0.000	0.003	0
QCM1	4	0	853308	809594	0.015	0.000	0.003	0
QCM2	1	0	45306	45306	0.000	0.000	0.000	0
QCES	22622	22620	898610	6	11201.968	109.201	109.202	0
QTM	1	0	109430	109430	0.000	0.000	0.000	0
QSSM2	3	0	109430	96281	0.005	0.000	0.003	0
QRK	1	0	109430	109430	0.000	0.000	0.000	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
SEPARATORMILL	4	0	0	4	1368750	1	4.000	1.000	0	46819
ROTARYKILNS	2	0	0	2	789186	1	2.000	1.000	0	86810
TUBEMILL	2	2	0	2	109430	1	0.086	0.043	0	0
CEMENTMILL1	4	0	0	4	853308	1	2.708	0.677	0	0
CEMENTMILL2	3	3	0	3	45306	1	0.121	0.040	0	0

Рис. 6. Отчёт по моделированию системы

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ

В результате моделирования задачи были получены следующие результаты. Дадим интерпретацию полученных результатов.

Время начала рассматриваемого периода START TIME – 0.

Время окончания моделирования END TIME – 8760.

Количество блоков в программе BLOCKS – 63.

Количество устройств обслуживания заявок FACILITIES – 6.

Количество устройств накопителей STORAGES – 5.

Максимальная длина очередей: QSTOCK – 1; QSM – 346820; QSSM – 492749; QRKs – 86811; QTM – 1; QSSM2 – 3; QRK – 1; QCS – 1; QCM1 – 4; QCM2 – 1; QCeS – 22622.

По полученным данным выяснено, что оптимальный объём склада сырья – 926385 тонн, объём склада клинкера – 22627 тонн, объём склада силоса цемента – 75990 тонны. В

процессе моделирования было выяснено, что 2 трубные мельницы и 3 цементных мельниц в процессе производства иногда простаивали, но большую часть времени были задействованы в производстве. Это происходило из-за неравномерного поступления сырья.

В данной работе даны основные сведения по GPSS, рассмотрен пример многофазной системы с одноканальным и многоканальным обслуживанием: цементное производство. Показаны результаты моделирования задачи СМО. При рассмотрении задачи выделены основные части рассматриваемой системы, по которым написана программа на языке GPSS. Показаны результаты моделирования и сделаны соответствующие выводы.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Воробейников, Л.А. Методические указания для слушателей ФПКП по моделированию систем и сетей связи на GPSS/PC [Текст] / Л.А. Воробейников. – Москва: Московский технический университет связи и информатики, 1993. – 41 с.
2. Бочаров, П.П. Теория массового обслуживания [Текст] / П.П. Бочаров, А.В. Печинкин. – Москва: РУДН, 1995. – 530 с.

Ключевые слова: системы массового обслуживания, СМО, GPSS, устройства, очереди.

Сведения об авторах:

Седых Ирина Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Стеганцев Никита Владимирович, студент группы САУ-13-1 кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-07-00854 а

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 656.113

## **ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Липецкий государственный технический университет

В.А. Корчагин, С.А. Ляпин,  
В.Э. Клявин, В.В. Ситников

В статье предлагается концепция экспертной системы, создаваемой на базе метода «Ресурсы-Действия-Операции», направленной на поддержку принятия решений при разработке мер по профилактике и снижению уровня дорожно-транспортных происшествий.

Современный этап развития любого научно-технического направления неразрывно связан с информационными и компьютерными технологиями. Информационные технологии (ИТ) широко применяются для хранения и обработки больших массивов данных, моделирования сложных физических процессов и объектов. Также для описания предметной области установившимся стандартом является использование системного подхода, который предполагает наличие структуры и составных частей исследуемой области, формализацию

исследуемых объектов и процессов, возможность построения их аналитических моделей. В зависимости от точки зрения аналитика и поставленных задач, системы могут быть простыми и сложными. В сложных системах, как правило, невозможно построить адекватную математическую модель, либо такая модель очень сложна и не имеет решения [3, с. 17]. Для решения задач в сложных системах используются методы имитационного моделирования и методы искусственного интеллекта. Имитационное моделирование определяется как логико-математическое описание объекта, позволяющее наблюдать за исследуемым объектом (или всей системой) в его динамике [6]. Одним из наиболее развитых направлений искусственного интеллекта являются экспертные системы – сложные программные комплексы, позволяющие накапливать знания об определенной сфере деятельности и манипулировать знаниями для решения задач в своей предметной области [3, с. 60].

В отечественной практике имитационного моделирования сложных дискретных систем (СДС) широко распространен метод «Ресурсы-Действия-Операции» (РДО) [1, с. 46]. Универсальность данного метода обеспечивается введением абстракций, позволяющих описывать объекты (как физические, так и виртуальные), взаимосвязи объектов и процессы внутри любой системы. Ресурс определяется как элемент системы (реальный или виртуальный), имеющий набор свойств. В зависимости от постановки задачи, ресурсом может быть любой элемент системы. Ресурсы взаимодействуют между собой по определенным закономерностям и выполняют различные действия. Каждое действие связано с изменением состояния сложной системы – событие, в результате которого некоторые объекты могут менять свое состояние. Операцией называется совокупность правил, характеризующих выполнение множества однотипных действий, другими словами, операция – формальное описание множества однотипных действий. Знания о предметной области формализуются в продукционные правила (как простые, так и модифицированные), что позволяет с помощью метода РДО реализовывать не только имитационные модели, но и экспертные и гибридные системы [4, с. 162].

Улично-дорожная сеть (УДС) в масштабе города, области или даже в рамках района крупного города, несомненно, является сложной системой, которой невозможно эффективно управлять без использования современных специализированных программно-технических средств. Ряд проблем, возникающих при управлении транспортной системой, решается при помощи хорошо разработанных методик, основанных на теории транспортного потока. Для постоянного наблюдения за состоянием УДС используются интерактивные технические средства регулирования и организации дорожного движения (приборы фото-видео фиксации, детекторы транспортных средств и т.п.), а для анализа текущего состояния УДС и принятия решения о возможном изменении режима движения на участках УДС – специализированные информационные системы, нередко базирующиеся на технологиях искусственного интеллекта (например, [2]). В подобных системах создается модель транспортного потока, которая в качестве входных параметров принимает показания датчиков, расположенных непосредственно на проезжей части, информацию о пропускной способности конкретных участков УДС, направление движения транспортного потока в «часы пик» и т.п., а результатом обработки данных является решение об изменении режима работы светофорных объектов, рекомендации по перенаправлению части транспортного потока, информирование участников дорожного движения о возможных заторах и т.п. То есть, работа таких систем в основном сводится к расчету и анализу постоянно меняющихся параметров транспортного потока на определенной УДС и приведения этих параметров к оптимальным значениям при помощи формализованных знаний, хранящихся в системе.

При возникновении дорожно-транспортных происшествий, информация о них чаще всего используется лишь для информирования водителей о предстоящем препятствии, либо вообще не используется информационной системой из-за проблем с оперативностью получения информации о возникновении аварии. Исследования показывают, что в более 80% случаев места концентрации ДТП с пострадавшими и без пострадавших совпадают [7],

поэтому важной задачей является не только информирование всех участников дорожного движения о потенциально опасных участках дороги, но и более эффективное использование информации о ДТП в процессе функционирования указанных выше систем для выявления и устранения причин возникновения мест концентрации дорожно-транспортных происшествий.

В целях определения очагов аварийности, аварийно-опасных участков, прогнозирования уровня аварийности, а также для разработки мер по профилактике аварийности, предлагается использовать интеллектуальную экспертную систему, основанную на методологии РДО (рис. 1). Работа данной системы основывается на разностороннем анализе информации о дорожно-транспортных происшествиях и выработке управленческих решений на основе экспертных оценок и существующих нормативных документов. Учитывая, что автомобильный транспорт является неотъемлемой частью современного общества, а, следовательно, элементом социоприродоэкономической системы (СПЭС) [8], управляющее воздействие здесь направлено на составляющие «Водитель», «Дорога», «Среда» подсистемы СПЭС «Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда» (ВАДС), а также на пешеходов и велосипедистов. Основным видом воздействия на участников дорожного движения является информирование – о текущей дорожной ситуации, потенциально опасных участках, рекомендуемых режимах движения и т.п. Влияние же на составляющие «Дорога» и «Среда» (то есть на дорожную инфраструктуру) может носить более прикладной характер – это мероприятия по устранению дефектов проезжей части, изменению организации дорожного движения, установке (реконструкции) технических средств организации дорожного движения (ТСОДД), выставлению предписаний городским и дорожным службам, разработке (изменению) нормативно-правовых документов.

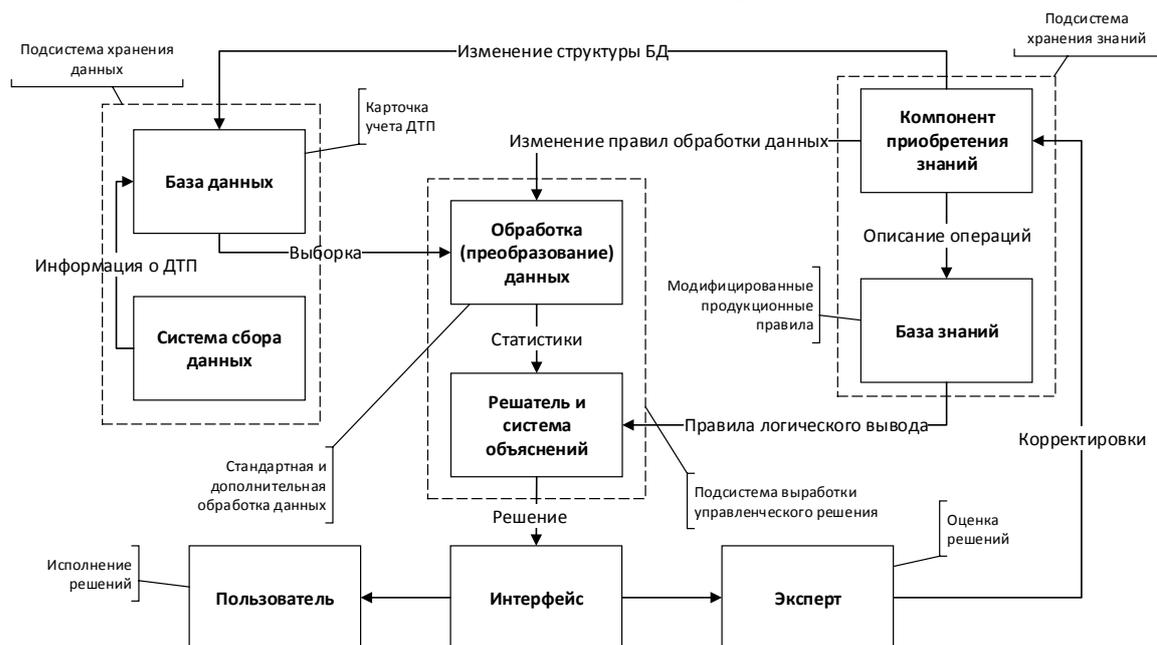


Рис.1. Концептуальная схема интеллектуальной экспертной системы мониторинга и обеспечения безопасности дорожного движения

В структуре системы имеются типовые для систем подобного класса компоненты:

- 1) подсистема хранения данных;
- 2) подсистема хранения знаний;
- 3) подсистема логического вывода;
- 4) интерфейс пользователей.

В качестве набора исходных данных в систему поступает информация о ДТП. С 1 июля 2012 г. в подразделениях Госавтоинспекции был осуществлен переход на новую, унифицированную карточку учета дорожно-транспортного происшествия. Карточка

содержит 10 разделов и более 100 полей для заполнения, что позволяет сохранять подробную информацию об аварии как с пострадавшими, так и без пострадавших, в едином формате. В базу данных (БД) рассматриваемой системы передается совокупность данных из полей карточки учета ДТП, позволяющая с одной стороны абстрактно, а с другой – наиболее емко описать каждую аварию и рассматривать ДТП в их массе. Таким образом, система не обрабатывает информацию, относящуюся к персональным данным. Система сбора данных может быть выполнена в виде интерфейса пользователя для ручного ввода, либо в виде программного интерфейса, для обмена данными в автоматическом режиме.

Подсистема хранения знаний содержит инструменты для получения и преобразования знаний, необходимых для функционирования системы, в модифицированные продукционные правила. В общем виде логическое правило выглядит следующим образом:

а источником знаний выступают нормативные документы, касающиеся обеспечения безопасности дорожного движения (например, [5]), а также экспертные оценки. Знания, которые содержатся в нормативной документации, вносятся в систему на стадии ее разработки, затем база знаний может пополняться новыми правилами, вводимыми в виде рекомендаций экспертов.

Формирование управляющего решения происходит в два этапа: сначала происходит обработка выборки из БД по определенным алгоритмам, описанным в документах нормативной базы или экспертом (расчет статистических показателей, расчет различных коэффициентов и т.п.), а затем к обработанным данным применяются правила логического вывода. Результат работы системы отображается в интерфейсе пользователя. Необходимо отметить, что в системе имеется возможность не только сохранять знания о предметной области в виде логических правил, но и при необходимости вносить корректировки в эти правила. Изменения или дополнения к существующим правилам вносятся экспертом в ходе работы системы, таким образом осуществляется обратная связь подсистемы хранения знаний и результата их применения в реальной ситуации. Также от внесенных в систему логических правил может зависеть структура хранимых данных и алгоритмы обработки этих данных.

Основными объектами, выделяемыми при описании предметной области, являются все четыре компонента системы ВАДС, карточка учета ДТП, а также такие сущности как само ДТП (факт совершения аварии) и нарушение правил дорожного движения, приведшее к аварии. Согласно методу РДО, ресурсом называется элемент сложной системы, внутренней структурой которого можно пренебречь, но наличие свойств его как единого целого важно для целей описания. В модели, описываемой в терминах РДО, множество участников дорожного движения будем рассматривать как множество ресурсов:

где  $R_i$  –  $i$ -й ресурс сложной системы,  $N$  – число ресурсов в системе в данный момент времени.

Такие ресурсы являются временными, так как могут поступать и покидать систему в процессе ее функционирования, и разделяются на три типа: водитель транспортного средства, велосипедист, пешеход.

Ресурсы в системе взаимодействуют друг с другом и выполняют различные действия. Каждое действие связано с изменением состояния сложной системы, такое изменение называется событием. Событие сообщает о переходе каких-либо объектов в новое состояние. В рассматриваемой модели событием, причем нерегулярным (случайным), будет нарушение правил дорожного движения. Так как событие является случайным, то в системе оно будет описываться лишь временем возникновения и состоянием ресурсов после события:

где  $t$  – время наступления нерегулярного события,  $S$  – состояние системы после наступления нерегулярного события.

Действие, как правило, представляет собой целенаправленное мероприятие, направленное на достижение определенной цели. В рассматриваемой системе действие –

есть само дорожно-транспортное происшествие, начало которого характеризуется случайным событием – нарушением ПДД.

Множество всех действий, относящихся к системе, может быть разделено на подмножества действий, имеющих одинаковую природу; такие подмножества имеют одинаковую логику взаимодействия ресурсов и различаются лишь конкретными ресурсами, участвующими в действии. В общем случае операцией называется формальное описание логики множества однотипных действий. В рассматриваемой системе определим операцию как совокупность информации, описывающей обстоятельства возникновения аварии и хранящейся в карточке учета ДТП.

Таким образом, в модели существует ресурс – участник ДД, который совершает действие – дорожно-транспортное происшествие. Действие связано с нерегулярным событием, возникающим в системе – нарушением правил дорожного движения или вследствие других факторов. Конкретный экземпляр операции содержит совокупность значений параметров конкретного ресурса (ресурсов), совершившего конкретное действие. Необходимо отметить главную особенность модели – описание операции не определяется заранее и становится известным только после совершения действия, другими словами, значения параметров, заносимых в карточку учета, становятся известными только после совершения ДТП.

Представленная выше концепция интеллектуальной экспертной системы является масштабируемой: в зависимости от поставленных задач, система может использоваться в подразделениях ГИБДД всех уровней, а вырабатываемые управленческие решения могут применяться при решении как локальных проблем, например – реорганизации движения на проблемном участке конкретной улицы, так и при разработке новых или изменении существующих нормативно-правовых документов.

Функции данной системы направлены на:

- 1) выявление массовых причин возникновения аварий;
- 2) оперативное информирование о возникновении мест концентрации ДТП;
- 3) выработку и поддержку управляющих решений, направленных на предотвращение аварийности;
- 4) оценку мероприятий, направленных на снижение дорожно-транспортного травматизма и аварийности.

Интеллектуальная экспертная система может использоваться как самостоятельный программный комплекс, так и как подсистема обеспечения безопасности дорожного движения интеллектуальной транспортной системы.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:**

1. Емельянов, В.В. Имитационное моделирование систем [Текст]: учеб. пособие / В.В. Емельянов, С.И. Ясиновский – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 584 с.
2. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: WWW. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное моделирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование) . – 20.04.2016.
3. Рыбина, Г.В. Технология построения динамических интеллектуальных систем [Текст]: учеб. пособие / Г.В. Рыбина, С.С. Паронджанов – Москва: Изд-во НИЯУ МИФИ, 2011. – 240 с.
4. Кириличев, Б.В. Моделирование систем [Текст]: учеб. пособие / Б.В. Кириличев – Москва: Изд-во МГИУ, 2009. – 274 с.
5. Интеллектуальная транспортная система Москвы [Электронный ресурс]: контакт-центр "Московский транспорт". – Режим доступа: WWW. URL: <http://www.gucodd.ru/index.php/component/content/article/58> . – 20.04.2016.

6. Информатизация как средство снижения аварийности [Текст] / В.Э. Клявин [и др.] // RS-10: итоги реализации первых этапов международного проекта, проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – 26-27 июля 2012 г. – Липецк, 2012. – С. 27-32.
7. Повышение безопасности движения автомобилей на основе анализа аварийности и моделирования ДТП [Текст] / В.А. Корчагин [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6-2. – С. 251-256.
8. Отраслевой дорожный методический документ ОДМ 218.4.005-2010 [Текст]: рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. – Москва: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2011. – 187 с.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие, аварийность, экспертная система, безопасность дорожного движения.

Сведения об авторах:

Корчагин Виктор Алексеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки России, зав. кафедрой управления автотранспортом Липецкого государственного технического университета.

Ляпин Сергей Александрович, доктор технических наук, профессор, декан факультета инженеров транспорта Липецкого государственного технического университета.

Клявин Владимир Эрнстович, кандидат технических наук, доцент кафедры управления автотранспортом Липецкого государственного технического университета.

Ситников Виталий Владимирович, аспирант кафедры управления автотранспортом Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kafedrauat@mail.ru

Адрес: 398600, г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 512.8

## **КОРРЕКЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОКРЕСТНОСТНОЙ СИСТЕМЫ И АЛГОРИТМ КАЧМАЖА**

Липецкий государственный технический университет

А.М. Шмырин, Н.М. Мишачёв,  
Е.П. Трофимов, А.Г. Кузнецов

В статье изучена связь алгоритма Качмажа методом коррекции коэффициентов линейных окрестностных систем при получении новых экспериментальных данных. Обсуждено применение алгоритма Качмажа к идентификации окрестностных систем, линейным по идентифицируемым параметрам.

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОКРЕСТНОСТНОЙ СИСТЕМЫ**

Мы рассматриваем линейные по идентифицируемым параметрам окрестностные системы (определение окрестностных систем см. в [2]), настроенные над окрестностными структурами (определение окрестностных структур см. в [3]). В частности, уравнения такой

системы могут содержать любые алгебраические или тригонометрические многочлены. Как и в обычных задачах аппроксимации функций, алгебраические (линейные, билинейные и т.д.) системы полезны для моделирования поведения реальных систем вблизи номинальных режимов. Тригонометрические могут претендовать на описание поведения в более широком диапазоне изменения состояний и управлений. В отличие от задачи управления, задача идентификации линейных по идентифицируемым параметрам окрестностных систем, как правило, сепарабельна в том смысле, что сводится к независимым задачам идентификации отдельных уравнений для узлов окрестностной структуры. Это связано с тем, что в приложениях мы обычно имеем экспериментальные данные для каждого из узлов, и потому коэффициенты соответствующего уравнения, то есть идентифицируемые параметры, можно найти как коэффициенты уравнения множественной регрессии. На противоположном полюсе находятся нейронные сети, которые в этом смысле максимально несепарабельны: данные имеются только для входа и выхода сети, а не для входов и выходов отдельных нейронов. Заметим еще, что нейронные сети, рассматриваемые как окрестностные системы, линейны по идентифицируемым параметрам только в случае тождественной функции активации. Далее для упрощения изложения мы предполагаем, что рассматриваемая окрестностная система скалярна в том смысле, что каждому узлу окрестностной структуры соответствует одно скалярное уравнение. Общий случай, когда имеется несколько уравнений для одного узла, легко сводится к скалярному с помощью дублирования узлов: каждый узел окрестностной структуры вместе со всеми связями дублируется столько раз, сколько имеется скалярных уравнений для этого узла. Последовательная подстановка кортежей экспериментальных данных в какое-либо уравнение линейной по идентифицируемым параметрам окрестностной системы приводит нас к системе линейных уравнений  $AZ = B$  относительно неизвестных параметров  $Z$  этого уравнения. В других уравнениях окрестностной системы эти параметры не участвуют. Таким образом, задача идентификации параметров распадается на  $N$  независимых задач, где  $N$  - количество узлов окрестностной структуры. В статье [3] для линейных систем данная ситуация подробно описана с помощью матрицы смежности окрестностной структуры и произведения Адамара. Нам для дальнейшего важно только то, что задача идентификации окрестностной системы с  $N$  узлами сводится к решению  $N$  (независимых) систем линейных уравнений  $A_i Z_i = B_i$ ,  $i = 1, \dots, N$ , где  $Z_i$  - неизвестные векторы.

## КОРРЕКЦИЯ (ПОДСТРОЙКА) ИДЕНТИФИЦИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Достаточно рассмотреть одно уравнение  $AZ = B$ . Напомним описанное в [1] правило коррекции идентифицированных параметров  $i$ -го уравнения окрестностной системы. Пусть  $Z^0$  - найденные коэффициенты (параметры), то есть  $Z^0$  - это псевдорешение системы  $AZ = B$ , и пусть  $aZ = b$  - дополнительное уравнение, соответствующее новому кортежу данных. Будем искать минимальную по норме поправку  $\Delta Z$  так, чтобы

$$a(Z^0 + \Delta Z) = b.$$

Тогда

$$\Delta Z = a^+(b - aZ^0)$$

или, в подробной записи

$$\Delta Z = \frac{a^T}{\|a\|^2} (b - aZ^0) = \frac{a^T}{\|a\|} \frac{b - aZ^0}{\|a\|}.$$

Первый множитель – это единичный нормальный вектор гиперплоскости  $aZ = b$ , второй – расстояние от  $Z^0$  до этой гиперплоскости с учетом знака. Таким образом, новый (скорректированный) вектор коэффициентов  $Z^0 + \Delta Z$  - это проекция вектора  $Z^0$  на гиперплоскость  $aZ = b$ .

## АЛГОРИТМ КАЧМАЖА РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Алгоритм Качмажа решения систем линейных уравнений [4] состоит в следующем. В качестве начального приближения берется произвольное решение первого уравнения системы. Полученный вектор проектируется на гиперплоскость, определяемую вторым уравнением системы, результат проектируется на гиперплоскость, определяемую третьим уравнением и т.д. На последнем шаге этого цикла текущий вектор проектируется на первую гиперплоскость и мы вновь получаем решение первого уравнения. Далее описанный цикл повторяется. Получается последовательность решений первого уравнения системы. Нетрудно доказать, что для систем с квадратной матрицей и единственным решением эта последовательность будет сходиться к решению системы. Это верно и для недоопределенных систем полного ранга. Заметим, что в этом случае нет гарантии, что процесс будет сходиться к нормальному решению. Для переопределенных систем полного ранга могут происходить заикливания. В этом случае помогает введение в рекуррентную формулу множителя релаксации  $0 < \lambda_k < 1$ ,  $\sum \lambda_k > 1$ , геометрический смысл которого состоит в том, что при очередном проектировании точка немного не доходит до очередной гиперплоскости. Рекуррентная формула имеет вид

$$X^{k+1} = X^k + \frac{(a^i)^T b_i - a^i X^k}{\|a^i\| \|a^i\|},$$

где  $a^i, b^i$  - коэффициенты  $i$ -го уравнения системы и  $k+1 \equiv i(\text{mod } n)$ ,  $n$  - число уравнений. Формула с релаксацией имеет вид

$$X^{k+1} = X^k + \lambda_k \frac{(a^i)^T b_i - a^i X^k}{\|a^i\| \|a^i\|}.$$

Таким образом, описанная в [1] коррекция коэффициентов представляет собой один шаг алгоритма Качмажа.

## АНТИЖАДНЫЙ АЛГОРИТМ ПРИОРИТЕТНОГО СИНТЕЗА

Пусть кортежи данных состоят из нескольких упорядоченных по приоритету пакетов.

Тогда коэффициенты системы, идентифицированные по данным из одного пакета, можно корректировать по данным из другого пакета и т.д. При этом алгоритм должен быть не жадным, а анти-жадным: начинать нужно с пакета, имеющего наименьший приоритет и заканчивать пакетом, имеющим наибольший приоритет. Это правило следует из геометрического смысла описанного выше правила коррекции коэффициентов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шмырин, А.М. Коррекция линейной окрестностной модели с учетом новых данных [Текст] / А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев, Е.П. Трофимов // Вестник Тамбовского университета – 2015. – Т.20, – вып 5. – С.1544–1546.
2. Блюмин, С.Л. Окрестностные системы [Текст] / С.Л. Блюмин, А.М. Шмырин. – Липецк: Липецкий эколого-гуманитарный институт, 2005. – 132 с.
3. Шмырин, А.М. Кластеризация окрестностной структуры [Текст] / А.М. Шмырин, Н.М. Мишачев, А.С. Косарева // Вестник Тамбовского университета – 2016. – Т. 21. Вып. 2. – С.457–462.
4. Kaczmarz, S. Approximate solution of systems of linear equations [Text] / S. Kaczmarz // Internat. J. Control. – 1993. – V. 57, N 6. – P. 1269 – 1271.

Ключевые слова: окрестностные системы, идентификация, коррекция, алгоритм Качмажа, нейронные сети, жадный алгоритм.

Работа поддержана грантом РФФИ (код проекта 16-07-00854 а).

Сведения об авторах:

Шмырин Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Мишачев Николай Михайлович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Трофимов Евгений Павлович, магистр института машиностроения Липецкого государственного технического университета.

Кузнецов Артем Геннадьевич, магистр института машиностроения Липецкого государственного технического университета.

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

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 624.012 (07)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ОКОНТУРЕННЫХ ПЛИТ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ РАСПОРА**

Липецкий государственный технический университет

И.А. Суслов

В статье рассмотрен вопрос определения несущей способности железобетонных прямоугольных оконтуренных плит с учетом влияния распора кинематическим способом предельного равновесия.

Приведены возможные схемы разрушения плит. За расчетную принята та, которой соответствует минимальная нагрузка, полученная из равенства виртуальных работ.

Применение метода предельного равновесия к расчету железобетонных плит позволяет получить достаточно простые выражения несущей способности для различных схем загрузки. Обычно плиты рассчитываются кинематическим способом, заключающимся в рассмотрении совокупности возможных схем разрушения, из которых за расчетную принимается та, которой соответствует минимальная нагрузка, полученная из равенства виртуальных работ. Важное значение имеет реальность рассматриваемых схем и, в особенности, расчетной, так как в противном случае несущая способность окажется сниженной.

Общий метод расчета сооружений по предельному равновесию разработан и применен к плитам А.А. Гвоздевым [1], даны общие положения расчета плит по методу предельного равновесия; рассмотрены особенности напряженного состояния плиты вблизи линии излома; определены условия образования угловых элементов для равноармированной плиты с использованием условия равновесия.

А.Р. Ржаницын [2] теоретически обосновал несущую способность плит для различных случаев загрузки, исследовал схемы разрушения, образованные положительными радиальными и отрицательными криволинейными линиями излома, в предположении, что нейтральная плоскость располагается вблизи срединной поверхности, что соответствует железобетонным плитам с большим процентом армирования. Однако следует отметить, что в обычно применяемых плитах это предположение не выполняется, так как нейтральная плоскость значительно смещена с середины в сторону сжатой зоны.

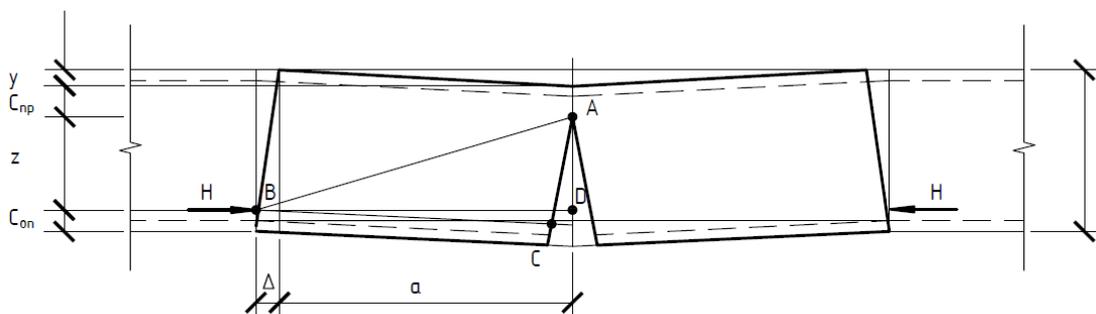


Рис.1. Рассматриваемая схема разрушения

Предположим, что в обычно армированных плитах при загрузке равномерно-распределенной нагрузкой возможно образование отрицательной линии излома (на рис. 1 представлена рассматриваемая схема разрушения).

Внутренняя часть плиты стремится раздвинуться на величину  $\Delta$ . Из схемы (см. рис. 1) перемещение точки В, лежащей на линии излома, можно выразить следующим образом:

$$\Delta = a \cdot \left[ \sqrt{1 + 2 \cdot \frac{y \cdot (h - c_{on} - c_{np}) - \frac{y}{2}}{a^2}} - 1 \right]$$

и

$$BD = \sqrt{AB^2 - AD^2} = \sqrt{BC^2 + AC^2 - AD^2} = \sqrt{a - 2y(h - c_{on} - c_{np}) - y^2}, \quad (1)$$

где,  $a$  – радиус-вектор точки, лежащей на отрицательной линии излома;

$y$  – прогиб плиты;

$c_{on}$   $c_{np}$  – высота сжатой зоны бетона соответственно на положительных и отрицательных линиях излома;

$h$  – высота сечения плиты.

Для упрощения выражения (1) разложим в степенной ряд первое слагаемое и, учитывая малую величину второго под корнем по сравнению с единицей, ограничимся членами первого порядка.

Тогда выражение (1) примет вид

$$\Delta = y \cdot \frac{h - c_{on} - c_{np}) - \frac{y}{2}}{a}. \quad (2)$$

Из выражения (2) следует, что величина  $\Delta$  при малых значениях прогибов пропорциональна  $y$  и зависит от высот сжатых зон бетона.

Перемещению  $\Delta$  препятствует внешняя неразрушенная часть плиты, которая является жестким диском по отношению к внутренней.

Таким образом, в железобетонных плитах контур обрушения должен выходить полностью или частично, в зависимости от характера излома, на опорный контур; так, в случае общей схемы разрушения, последний ограничивает и определяет схему.

При работе железобетонных плит, оконтуренных ребрами либо примыкающих в составе перекрытий к другим конструкциям, препятствующим свободным горизонтальным смещениям контура  $\Delta$ , возникает «арочный эффект» – распор, увеличивающийся по мере проявления неупругих свойств железобетона вследствие смещения физической оси [3] сечений с возрастанием усилий в конструкции.

Распор оказывает влияние на работу железобетонных элементов с контуром, ограничивающим их смещения на всех стадиях работы конструкции, но особенно после проявления текучести арматуры. Вследствие распора уменьшаются прогибы элементов, в особенности при нагрузках, близких к предельным, а также возрастает несущая способность конструкции.

### Основные расчетные положения

1. Несущая способность плит определяется методом предельного равновесия, исходя из схем излома, аналогичных разрушений плит, работающих без распора (рис. 2).

2. Положение пластических шарниров по высоте сечений в расчетной схеме принято по их физической оси. При этом предполагается, что предельное состояние наступает вследствие текучести арматуры.

3. Схема излома задается с точностью до неизвестных параметров, определяемых вектором  $\{K\}$ . Для квадратной и балочной плит (рис. 2, в, г) схемы излома определены

однозначно. Для прямоугольной (рис. 2, а) схема излома определена с точностью до одного параметра  $K$ .

4. При составлении уравнений работы внешних и внутренних сил на виртуальных перемещениях учитывается как работа предельных моментов, так и нормальных сил распора. При вычислении предельных моментов учитывается наличие нормальных сил.

5. Усилие распора принимается распределенным по зависимостям, предложенным в [4].

6. Параметр обобщений предельной нагрузки  $q$  определяется из решения экстремальной задачи

$$q = \max_{\{H\}} \min_{\{K\}} (A, K, H) \quad (3)$$

где  $\{A\}$  – вектор заданных параметров конструкций (характеристики материалов, геометрия, параметры армирования и распределения нагрузки);

$\{H\}$  – вектор усилий распора.

7. При решении экстремальной задачи усилия распора должны варьироваться в пределах  $0 \leq H_i \leq H_{\max}$ , где максимальное усилие  $H_{\max}$  определяется как наименьшая из величин, удовлетворяющих условиям (4)...(6).

8. Условие максимума несущей способности при недеформированной схеме конструкции определяется [1].

$$H_i \leq (R_b l_j h + R_s A_s^{1on} - R_s A_s^{on} + R_s A_s^{1np} - R_s A_s^{np}), \quad (4)$$

где  $R_b$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию;  $h$  – толщина плиты;

$l_j$  – ширина плиты, на которой действует усилие распора  $H_i$ ;  $R_s$  – расчетное сопротивление арматуры;  $A_s^{1on}$ ,  $A_s^{on}$  – площадь арматуры сжатой и растянутой зон в опорном сечении плиты на ширине  $l_j$ ;  $A_s^{1np}$ ,  $A_s^{np}$  – то же, в пролетном.

9. Условие разрушения вследствие текучести арматуры

$$H_i \leq h_0 \xi_R R_b - \max \left\{ A_s^{on} R_s - A_s^{1on} R_s, A_s^{np} R_s - A_s^{1np} R_s \right\}, \quad (5)$$

где  $h_0$  – рабочая высота плиты;  $\xi_R$  – граничная высота сжатой зоны, определяемая в соответствии с п. 3.12 СНиП 2.03.01-84.

10. Условие прочности контурных конструкций, препятствующих горизонтальному смещению:

$$H_i \leq [N_{on}^i] \quad (6)$$

где  $[N_{on}^i]$  – предельная нагрузка на контурные конструкции соответствующего направления.

11. Аппликата пролетной пластической линии в расчетной схеме без учета прогиба плиты принимается равной разности между высотой сечения  $h$  и расстояниями от крайних сжатых волокон до физической оси в пролетном и опорных сечениях (см. рис. 2, г):

$$Z = h - c_{on} - c_{np}, \quad (7)$$

$$H_i + R_s A_s^{np} - R_s A_s^{1on} / 2R_b l_j$$

где

$$H_i + R_s A_s^{on} - R_s A_s^{1on} / 2R_b l_j$$

12. При смещении контурных конструкций на величину  $\Delta$  аппликата  $Z$  уменьшается до величины  $Z_1$  (см. рис. 2, д):

$$Z_1 = \sqrt{Z^2 - l_1 \Delta - \Delta^2} \quad (8)$$

13. Прогиб  $w$  за счет деформации плиты к моменту исчерпания несущей способности вычисляется, исходя из рассмотрения расчетной схемы в виде системы дисков, шарнирно соединенных линиями излома, по формуле

$$W = \sum_{i=1}^n N_i \Delta_i, \quad (9)$$

где  $N_i$  – нормальная сила в  $i$ -м элементе расчетной схемы от единичной силы, приложенной в направлении искомого прогиба;

$\Delta_i = \int_0^{l_i} \varepsilon_x dx$  - суммарное укорочение оси, соединяющей опорный и пролетный

пластические шарниры, в сечении  $i$ -го диска расчетной схемы, имеющего длину  $l_i$ .

Интегрирование рекомендуется выполнить суммированием усредненных деформаций по участкам, вычисляемых по формулам норм проектирования с уточнениями [19, 20], для стадии, близкой к разрушению.

Для симметрично нагруженных плит (см. рис. 2, а, б, в) уменьшенная после прогиба аппликата  $Z_2$  (рис. 2, е) определяется по формуле

$$Z_2 = \sqrt{Z_1^2 - 2\alpha_1 \Delta_1 + \Delta_1^2}. \quad (10)$$

14. Расчет несущей способности плит по пп. 1-13 состоит в минимизации по параметрам схемы излома конструкции значения предельной нагрузки (3) с учетом величины распора, максимизирующих ее. Величины распора варьируются в пределах от минимального значения, определяемого по формулам (4)...(6), до нуля. Расчет ведется с учетом деформации плиты и контурных конструкций к моменту исчерпания несущей способности. Так как деформации зависят от величины предельной нагрузки, на которую, в свою очередь, влияет геометрия конструкции, расчет ведется последовательными приближениями (рис. 3).

15. Для прямоугольных плит с постоянным армированием в пролете, загруженных равномерно распределенной нагрузкой, реализуются схемы излома рис. 2, а, б, в и выражение (3) для расчета несущей способности сводится к формулам, приведенным в табл.

Тип плиты	Расчетные формулы
Прямоугольная, защемленная по контуру (рис. 2, а)	$q = \max_{\{H\}} \left\{ \frac{24}{l_1^2 k (3 - \gamma k)} [k(M_{11} + M_{21}) + \gamma(M_{21} + M_{22}) + 0.5H_1 k (2z_{21} - \gamma k z_{21} + \gamma k z_{01}) + 0.5H_2 \gamma (z_{22} + z_{02})] \right\},$ <p>где</p> $k = \sqrt{A^2 + 3A/\gamma} - A$ $A = \gamma \frac{M_{21} + M_{22} + 0.5H_2 (z_{22} + z_{02})}{M_{11} + M_{12} + 0.5H_1 (3z_{01} + z_{21})}$ $\gamma = \frac{e_1}{e_2}$
То же, квадратная (рис. 2, б)	$q = \max_{\{H\}} \left\{ \frac{24}{l} [M_1 + M_2 + 0.5H(z_2 + z_1)] \right\}$
Защемленная по двум сторонам – балочная (рис. 2, в)	$q = \max_{\{H\}} \left\{ \frac{8}{l^2} (M_1 + M_2 + Hz_2) \right\}$

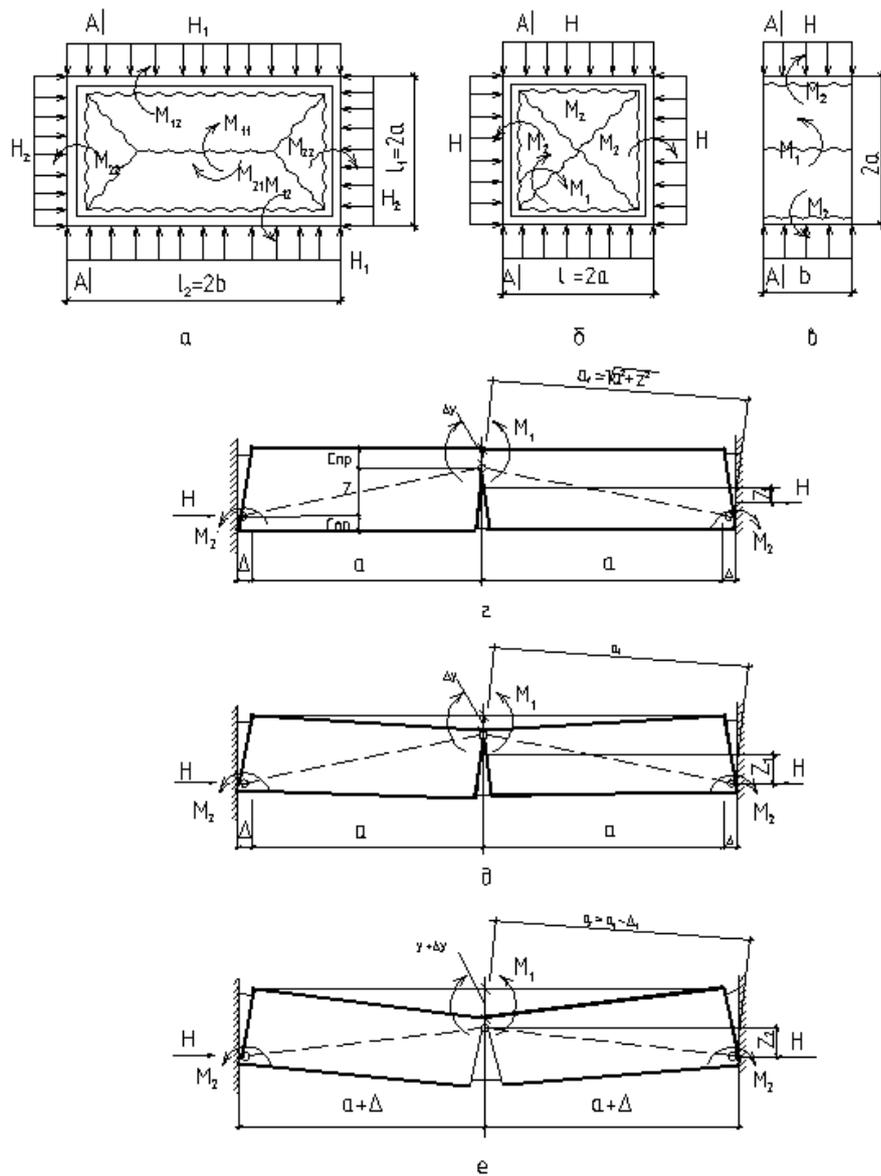


Рис. 2. К расчету несущей способности плит, работающих с распором:  
 а – схема излома защемленной прямоугольной плиты;  
 б – схема излома защемленной квадратной плиты;  
 в – схема излома защемленной балочной плиты;  
 г – расчетная схема (сечение А-А) для неформированной плиты, при учете прогиба от податливости контура;  
 д – расчетная схема (сечение А-А) для неформированной плиты, при учете прогиба податливости контура;  
 е – расчетная схема (сечение А-А) для неформированной плиты, при деформации плиты

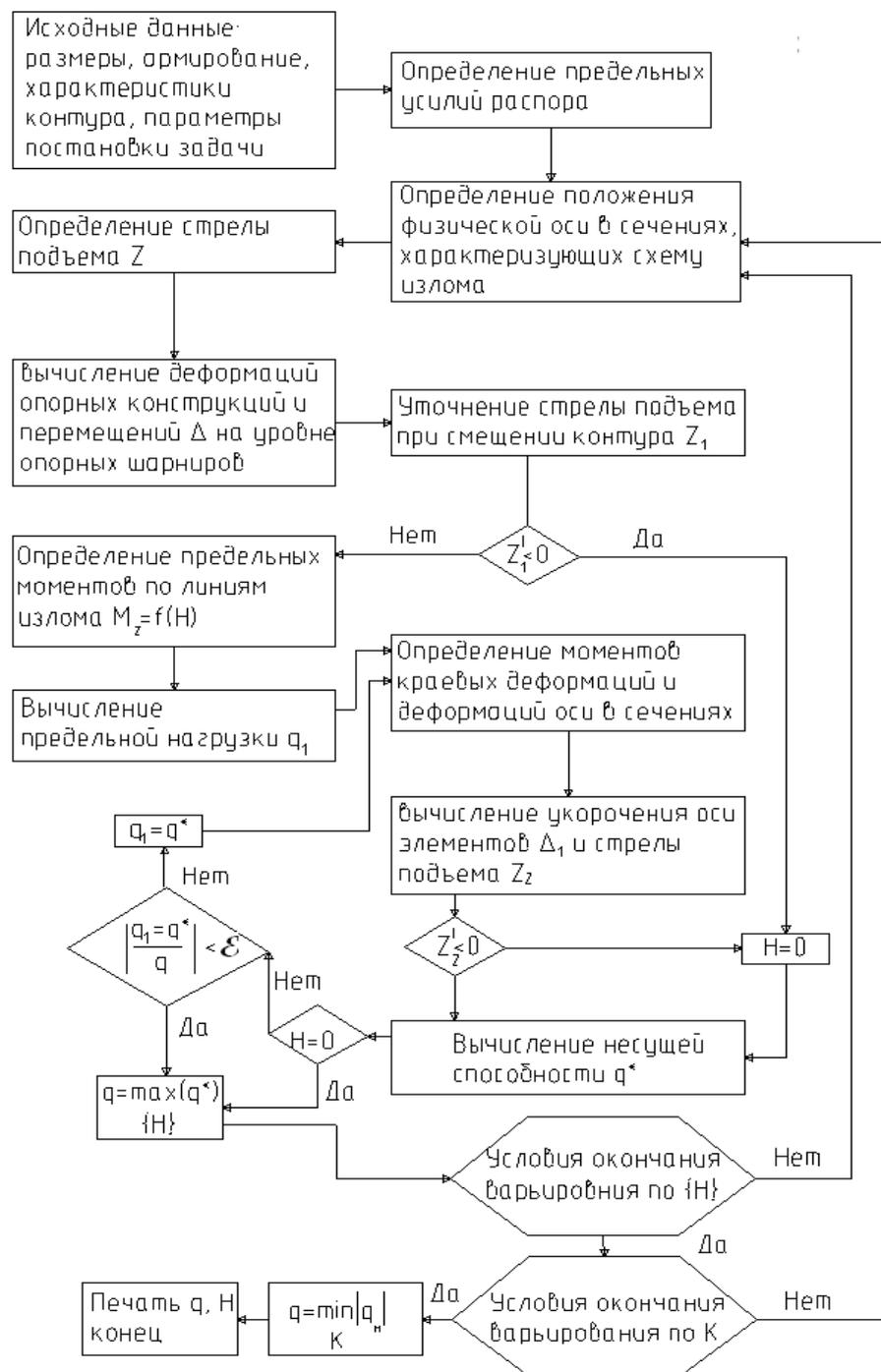


Рис. 3. Схема алгоритма расчета несущей способности плит с учетом влияния распора

В этом случае варьирование ведется только по усилиям распора  $\{N\}$ , так как значение параметра схема излома  $K$  при каждом фиксированном значении  $\{N\}$  для прямоугольной плиты определяется аналитически, исходя из минимизации несущей способности, по формуле, приведенной в табл.; для квадратной и балочной плит схема излома определена однозначно.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гвоздев, А.А. Метод предельного равновесия в применении к расчету железобетонных конструкций. [Текст]/А.А. Гвоздев // Инженерный сборник. т. V, Москва. – 1949г. – 281 с.

2. Ржаницын, А.Р. Расчет сооружений с учетом пластических свойств материалов [Текст] / А.Р. Ржаницын. – Москва: Госстройздат – 1954. – 367 с.
3. Янкелевич, М.А. К расчету железобетонных балок и плит, работающих с распором. [Текст] / М.А. Янкелевич // Строительные конструкции. В.7 – Киев: Будівельник– 1982. – С. 25-30.
4. Бедов, А.И. К определению распора, действующего со стороны контурных ребер на вуютовую полку ребристой плиты покрытия. [Текст] / А.И Бедов, И.А. Суслов // Строительные конструкции, здания и сооружения: сб. трудов – Белгород, 1988. – С. 51-59.

Ключевые слова: кинематический способ предельного равновесия, распор, линия излома.

Сведения об авторе:

Сулов Иван Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры Липецкого государственного технического университета

E-mail: marrammm@inbox.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 621.822.6.004.67: 668.3: 631.3.02

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ В РОЛИКОПОДШИПНИКЕ С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Липецкий государственный технический университет  
Каршинский инженерно-экономический институт

Р.И. Ли, И.Ж. Тоиров, А.В. Мироненко,  
Е.Ю. Гончаров, В.В. Сериков

В статье приведены методика и результаты экспериментальных исследований распределения нагрузки в роликоподшипнике с полимерным покрытием. Проведено сравнение размеров пятен контакта со стандартным подшипником. Вычислены коэффициенты распределения нагрузки между телами качения в исследуемых подшипниках.

Подшипники качения широко применяются при конструировании опор валов в механизмах. Одной из основных причин отказа подшипниковых узлов является износ посадочных мест подшипников качения вследствие фреттинг-коррозии. Перспективным методом восстановления посадочных мест подшипников в корпусных деталях является их восстановление с использованием полимерных материалов. При этом практически исключается появление фреттинг-коррозии и значительно увеличивается ресурс подшипникового узла. Полимерный материал, нанесенный на наружное кольцо подшипника, выполняет роль упругой подкладки. При приложении радиальной нагрузки на подшипник, наружное кольцо последнего деформируется и принимает форму эллипса. Исследования шарикоподшипников с полимерным покрытием показали, что из-за деформации наружного кольца нагрузка на центральное тело качения снижается и перераспределяется на боковые тела качения, что существенно снижает контактные напряжения и многократно повышает ресурс подшипниковых узлов [1, 2, 3]. Ещё одним фактором, влияющим на долговечность подшипников с полимерным покрытием, является локальная деформация наружного кольца подшипника в месте контакта с телами качения, в результате чего увеличиваются размеры пятна контакта и соответственно уменьшаются контактные напряжения. Подобные исследования для роликоподшипников с полимерным покрытием проводились ограниченно и исследование данного вопроса представляет научный интерес.

Цель исследований – изучение распределения нагрузки между телами качения в роликоподшипнике с полимерным покрытием.

**Методика исследований.** Объектом исследования являлся подшипник 42209 с однобортовым внутренним кольцом, в первом случае без полимерного материала, во втором случае со слоем полимерного материала на наружном кольце.

Полимерный материал – лак Ф-40 послойно наносили на наружное кольцо подшипника кистью. Затем проводили термообработку в сушильном шкафу при температуре 160°C в течение 3 ч. Толщина слоя полимерного материала составляла 0,2 мм.

Нагрузку на подшипник осуществляли на специальном стенде. Пятно контакта представляет собой прямоугольник с длиной, равной длине ролика  $l_p$  и шириной  $b$ , которая зависит от нагрузки на подшипник [9, 10]. Для построения тарировочного графика нагружали один ролик (рис. 1, а), для исследования распределения нагрузки между роликами – 7 роликов (рис. 1, б). Центральное тело качения устанавливалось вдоль оси действия нагрузки.

Испытания проводили при радиальной нагрузке на подшипник  $P = 2895; 4938$  и  $6980$  Н. Через  $0,25$  ч нагрузку снимали и разбирали подшипник. Пятна контакта (отпечатки) на белой глянцевой бумаге исследовали под микроскопом МПБ-2, определяя значения ширины  $b$  пятна контакта центрального тела с дорожкой качения наружного кольца подшипника. Площадь пятна контакта рассчитывали по формуле

$$S = l_p b,$$

где  $l_p$  – длина ролика.

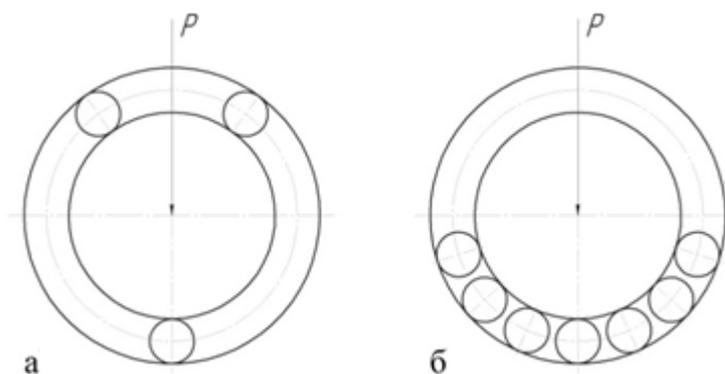


Рис. 1. Схема расположения тел качения в подшипнике:  
а - для построения тарифовочного графика; б - для исследования распределения нагрузки

Контактные напряжения под центральным телом качения рассчитывали по формуле [9]

$$\sigma_0 = \frac{2Q_0}{\pi l_p b_0},$$

где  $b_0$  – ширина пятна контакта под центральным телом качения;  $Q_0$  – нагрузка на центральное тело качения.

Коэффициенты распределения нагрузки между центральным и первыми боковыми телами качения  $k_{p1}$  и между центральным и вторыми боковыми телами качения  $k_{p2}$  определяли по формулам [4]:

$$k_{p1} = \frac{Q_1}{Q_0}; k_{p2} = \frac{Q_2}{Q_0},$$

где  $Q_0, Q_1, Q_2$  – нагрузки на центральное, первое и второе боковое тела качения.

**Результаты исследований.** На начальном этапе исследований строили тарифовочный график, который позволяет определять значения нагрузки  $Q$  на тело качения по размеру пятна контакта (рис. 2).

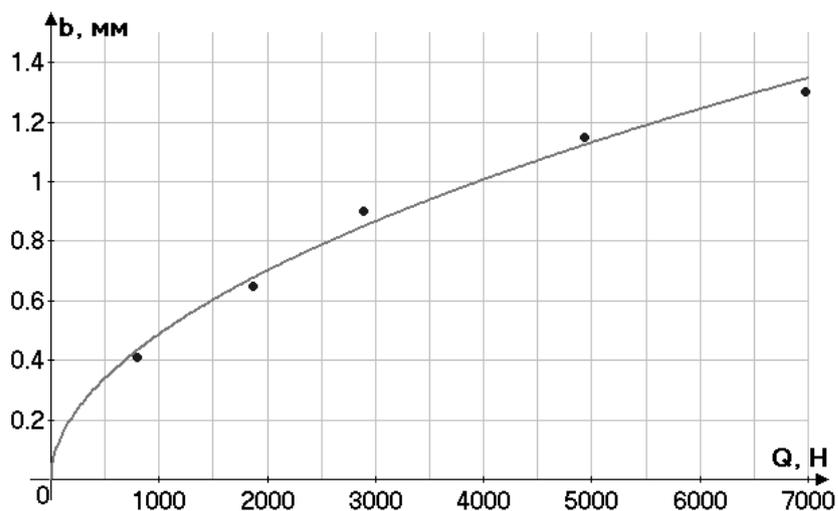


Рис. 2. Зависимость ширины пятна контакта  $b$  между телом качения и беговой дорожкой наружного кольца подшипника 42209 от нагрузки  $Q$

На следующем этапе по тарировочному графику определяли нагрузки на тела качения в исследуемых подшипниках. Результаты приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Распределение нагрузки между телами качения в стандартном подшипнике 42209**

Обозначения	Нагрузка на подшипник $P$ , Н		
	2895	4938	6980
<b>Центральное тело качения</b>			
$b_0$ , мм (ширина пятна контакта)	0,47	0,60	0,72
$S_0$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	4,7	6,0	7,2
$Q_0$ , Н (нагрузка на центральное тело качения)	850	1500	2100
$\sigma_0$ , МПа (контактное напряжение)	120	159	186
<b>Первое боковое тело качения</b>			
$b_1$ , мм (ширина пятна контакта)	0,43	0,55	0,62
$S_1$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	4,3	5,5	6,2
$Q_1$ , Н (нагрузка на первое боковое тело качения)	750	1300	1750
<b>Второе боковое тело качения</b>			
$b_2$ , мм (ширина пятна контакта)	0,33	0,45	0,50
$S_2$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	3,3	4,5	5,0
$Q_2$ , Н (нагрузка на второе боковое тело качения)	450	750	1100
<b>Третье боковое тело качения</b>			
$b_2$ , мм (ширина пятна контакта)	0,15	0,25	0,28
$S_2$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	1,5	2,5	2,8
$Q_2$ , Н (нагрузка на третье боковое тело качения)	150	250	350

**Распределение нагрузки между телами качения в подшипнике 42209 с полимерным покрытием**

Обозначения	Нагрузка на подшипник Р, Н		
	2895	4938	6980
<b>Центральное тело качения</b>			
$b_0$ , мм (ширина пятна контакта)	0,45	0,58	0,7
$S_0$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	4,5	5,8	7,0
$Q_0$ , Н (нагрузка на центральное тело качения)	800	1380	1950
$\sigma_0$ , МПа (контактное напряжение)	113	151	167
<b>Первое боковое тело качения</b>			
$b_1$ , мм (ширина пятна контакта)	0,43	0,55	0,65
$S_1$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	4,3	5,5	6,5
$Q_1$ , Н (нагрузка на первое боковое тело качения)	750	1300	1850
<b>Второе боковое тело качения</b>			
$b_2$ , мм (ширина пятна контакта)	0,35	0,47	0,53
$S_2$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	3,5	4,7	5,3
$Q_2$ , Н (нагрузка на второе боковое тело качения)	500	800	1200
<b>Третье боковое тело качения</b>			
$b_2$ , мм (ширина пятна контакта)	0,17	0,25	0,28
$S_2$ , мм <sup>2</sup> (площадь контакта)	1,7	2,5	2,8
$Q_2$ , Н (нагрузка на третье боковое тело качения)	200	250	350

Затем построили графики распределения нагрузки между телами качения в подшипниках при нагрузке 6980 Н (рис. 3).

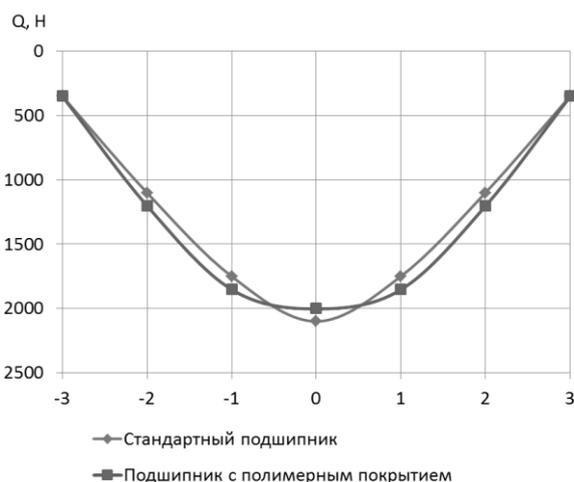


Рис. 3. Распределение нагрузки между телами качения в стандартном подшипнике и подшипнике с полимерным материалом при радиальной нагрузке  $P = 6980 \text{ Н}$ : 0;  $\pm 1$ ;  $\pm 2$ ;  $\pm 3$  – центральное, первые, вторые и третьи тела качения соответственно

Из полученных данных следует, что нагрузка на центральное тело качения снижается в подшипнике с полимерным покрытием на 7,2%, а на вторые и третьи боковые тела качения увеличивается на 5,7% и 9,0% соответственно в сравнении со стандартным подшипником. Нагрузка перераспределяется с центрального на боковые тела качения.

Результаты расчета коэффициентов распределения нагрузки между телами качения для роликоподшипника 42209 (стандартного и с полимерным покрытием) приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Коэффициенты распределения нагрузки между телами качения в роликоподшипнике 42209**

Коэффициент распределения нагрузки	Нагрузка на подшипник Р, Н			Среднее
	2895	4938	6980	
<b>Стандартный подшипник</b>				
$k_{p1}$	0,88	0,87	0,83	0,86
$k_{p2}$	0,53	0,50	0,52	0,52
<b>Подшипник с полимерным покрытием</b>				
$k_{p1}$	1,00	0,93	0,93	0,95
$k_{p2}$	0,63	0,57	0,60	0,60

Коэффициент распределения нагрузки для подшипника с полимерным материалом между центральным и первыми боковыми телами качения на 10% больше по сравнению со стандартным подшипником и приближается к единице. Коэффициент распределения нагрузки между центральным телом качения и вторыми боковыми телами качения в подшипнике с полимерным покрытием так же выше на 15% аналогичного показателя для стандартного подшипника.

Контактные напряжения в месте контакта центрального тела с дорожкой качения наружного кольца будут самыми высокими в подшипнике, так как сила, передающаяся через центральное тело качения на дорожку качения наружного кольца больше сил, передающихся от боковых тел качения ( $Q_0 > Q_1 > Q_2$ ). Поэтому от напряжения в контакте центрального тела с дорожкой качения будет зависеть долговечность всего подшипника. Рассчитав напряжения в зоне контакта центрального тела и дорожки качения наружного кольца, получили, что в подшипнике с полимерным покрытием контактные напряжения до 10% меньше, чем в стандартном подшипнике. Известно, что даже незначительное снижение контактных напряжений может привести к значительному повышению долговечности подшипника [4, 5].

**Выводы**

1. В результате экспериментальных исследований установлено, что при радиальном нагружении роликоподшипника с полимерным покрытием происходит перераспределение нагрузки с центрального на боковые тела качения. Нагрузка на центральное тело качения уменьшается, а на боковые тела качения увеличивается.

2. Снижение нагрузки на центральное тело качения приводит к соответствующему снижению контактных напряжений и создает условия для увеличения срока службы роликоподшипника.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Курчаткин, В.В. Восстановление посадок подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами [Текст] : дис ... докт. техн. наук : 05.20.03 / В.В. Курчаткин – Москва, 1989. – 407с.

2. Ли, Р.И. Восстановление неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственной техники полимерными материалами [Текст] : дис ... докт. техн. наук : 05.20.03 / Р.И. Ли – Москва, 2001. – 340 с.

3. Ли, Р.И. Модель и программа расчета напряженного состояния клеевого соединения типа «вал-подшипник» [Текст] / Р.И. Ли, М.М. Кузнецов, А.В. Мироненко // Вестник ЛГТУ. – 2013. – № 1(21). – С. 71-76.

4. Перель, Л.Я. Подшипники качения: расчет, проектирование и обслуживание опор [Текст] : справочник / Л.Я. Перель. – Москва: Машиностроение, 1983. – 543 с.
5. Сприщевский, А.И. Подшипники качения [Текст] / А.И. Сприщевский. – Москва: Машиностроение, 1969. – 632 с.

Ключевые слова: подшипник, полимер, контакт, нагрузка, напряжение

Сведения об авторах

Ли Роман Иннакентьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспортных средств и техносферной безопасности Липецкого государственного технического университета.

Тоиров Ильхам Жураевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин Каршинского инженерно-экономического института.

Мироненко Александр Вячеславович, аспирант кафедры транспортных средств и техносферной безопасности Липецкого государственного технического университета.

Гончаров Евгений Юрьевич, студент 4 курса факультета инженеров транспорта Липецкого государственного технического университета.

Сериков Владислав Вячеславович, студент 4 курса факультета инженеров транспорта Липецкого государственного технического университета.

E-mail: romanlee@list.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 621.74.01

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЧУГУНА С ВЕРМИКУЛЯРНЫМ ГРАФИТОМ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ КОРПУСОВ ЗОЛОТНИКОВЫХ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ**

Липецкий государственный технический университет

А.А. Суслов, И.А. Лупова, О.А. Клыкова

В статье проведены полномасштабные ресурсные испытания золотниковых гидрораспределителей, корпуса которых были отлиты из различных типов чугуна, и выявлена целесообразность применения чугуна с вермикулярным графитом для изготовления литых корпусов гидрораспределителей, обеспечивающих наибольшую эксплуатационную долговечность.

В настоящее время в связи с повышением требований по надежности и увеличению эксплуатационного ресурса деталей гидрооборудования вопросы разработки и применения прогрессивных материалов, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками и сроком службы, приобретают особую актуальность. Наметившиеся в последние годы изменения в экономической ситуации, следствием которых является рост цен на импортные комплектующие и связанное с этим повышение стоимости продукции машиностроения в целом, становятся дополнительным стимулом для изыскания и широкого внедрения в производство новых типов конструкционных чугунов отечественного производства, обеспечивающих сравнительно невысокую себестоимость изделий и требуемые служебные и технологические показатели. В первую очередь к материалам

подобного рода следует отнести высокопрочный чугун с шаровидным графитом (ЧШГ) и чугун с вермикулярным графитом (ЧВГ). Замена традиционных серых чугунов на ЧВГ и ЧШГ является значительным резервом повышения надежности и долговечности продукции машиностроения и что наиболее важно – снижения материалоемкости и стоимости изделий.

Реальный экономический эффект может быть обеспечен за счет широкого использования ЧВГ и ЧШГ для изготовления ответственных корпусных деталей гидросистем, эксплуатируемых в условиях экстремальных механических нагрузок, высокого давления, трения, колебания температур и резких теплосмен. К подобным изделиям прежде всего следует отнести литые элементы корпусов деталей гидропневмосмазочного оборудования – силовые элементы гидроприводов, различного рода корпуса насосов, клапанов, гидрораспределителей, гидромоторов и ряд других. В настоящее время для корпусного литья деталей гидрооборудования наиболее широко применяются серые чугуны марок СЧ-20, СЧ-25 и СЧ-30, ограниченно используется высокопрочный чугун марки ВЧ-50. Однако постоянно возрастающие требования по повышению рабочего давления гидросистем, по гидроплотности, износостойкости, кавитационно-эрозионной стойкости резко расширяют область применения высокопрочных чугунов, особенно ЧВГ, удачно сочетающего в себе высокие физико-механические показатели, близкие ЧШГ, с экономичностью и технологичностью, присущей традиционным серым чугунам с пластинчатым графитом. Цель проведенных исследований заключалась в определении перспективной марки чугуна для изготовления литых корпусов золотниковых гидрораспределителей взамен уже устаревшего серого чугуна марки СЧ-30. В качестве рекомендуемых материалов рассматривали чугун с вермикулярным графитом ЧВГ-40 и чугун с шаровидным графитом ВЧ-50. Попутно ставилась задача определить, какой именно вид износа – кавитационно-эрозионное разрушение корпуса или его механический износ при трении в паре «корпус-золотник» является основной причиной выхода из строя и малого эксплуатационного ресурса гидрораспределителей. В ходе более ранних экспериментов было установлено, что по износостойкости в условиях трения с высоким контактным давлением в масляной ванне о цементированное стальное контртело, имитирующее золотник, низколегированный серый чугун СЧ-30 с перлитной металлической основой превосходит нелегированные ЧВГ и ВЧШГ с перлито-ферритной матрицей, однако, по мере увеличения доли перлита, разрыв сокращается.

Как следует из данных, где для удобства восприятия по оси ординат отложена абстрагированная величина износостойкости  $R$ , обратная потере массы образца за время испытаний в миллиграммах, износостойкость ЧВГ монотонно увеличивается с возрастанием доли перлита в металлической основе, причем наиболее резкое увеличение соответствует максимальному содержанию перлита. Аналогичная зависимость наблюдается и для ВЧШГ, но при содержании более 70% перлита ЧШГ начинает уступать ЧВГ по износостойкости.

На первый взгляд полученные данные не вполне согласуются с традиционными представлениями о том, что износостойкость чугуна возрастает при переходе от вермикулярной формы графита к шаровидной, однако в рассматриваемом случае изнашивание происходит в среде масла при скорости вращения образца 1 450 об/мин и высоком контактном давлении. В подобных условиях очень важное значение приобретает фактор наличия либо отсутствия смазочной пленки между поверхностями образца и контртела, где масло может удерживаться в различного рода микронеоднородностях рельефа.

Если условно принять стальное цементированное контртело, обладающее твердостью вдвое выше твердости чугунных образцов абсолютно плоским, то определяющим становится микрорельеф исследуемых образцов. Возвышенности микрорельефа формируются на наиболее твердых участках структуры, занятых перлитом, а понижения, где может задерживаться смазочная пленка – в местах наличия включений графита и окружающего его феррита, которые изнашиваются в первую очередь. Таким образом, более протяженные вермикулоиды графита, окруженные оторочкой феррита, обеспечивают удержание смазочной пленки на большей части поверхности образца по сравнению с более компактными

сфероидами. Разрывы сплошности масляной пленки, более вероятные для структуры ЧШГ, приводят к скачкообразному переходу от трения со смазкой к сухому трению, что резко увеличивает износ за счет образования задиров и приводит к общему снижению износостойкости материала.

Кроме того, в процессе износа происходит интенсивный разогрев поверхностей трения, приводящий к локальному повышению температуры масла до температуры кипения или, как минимум, к значительному понижению вязкости масла, что дополнительно усиливает влияние микрорельефа образца и теплопроводящей способности материала, где ЧВГ имеет определенные преимущества вследствие более высокой, по сравнению с ЧШГ, теплопроводности.

Ввиду того, что полученные лабораторные данные не позволили сделать окончательный вывод об однозначных преимуществах какого либо материала, равно как и определить основную причину износа корпусов, было решено провести полномасштабные ресурсные испытания золотниковых гидрораспределителей, корпуса которых выполнены из различных марок чугуна – СЧ-30, ЧВГ-40 и ВЧ-50. По три распределителя марки 1ВЕ6, корпуса которых были изготовлены из вышеуказанных марок чугуна, были установлены на стенд, на котором была проведена наработка на 1 этапе до 2,5 млн, а на 2 этапе – до 5 млн циклов срабатываний. До начала испытаний и после каждого этапа были измерены утечки масла через кольцевые зазоры между золотником и корпусом, величина которых и явилась показателем эксплуатационной надежности. По действующей нормативной документации максимальная утечка при любом положении золотника не должна превышать 120 куб.см в минуту после 5 млн циклов срабатывания.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Низколегированный серый чугун СЧ-30, традиционно применяемый для изготовления корпусов гидрораспределителей, не обеспечивает требуемого ресурса эксплуатации изделий.

2. Наилучшие показатели имеет высокопрочный чугун с шаровидным графитом и перлитно-ферритной металлической основой марки ВЧ-50, однако, как ВЧ-50, так и ЧВГ-40 с аналогичной матрицей в равной мере обеспечивают требуемую стандартами эксплуатационную долговечность и работоспособность золотниковых гидрораспределителей.

3. Более высокие литейные свойства ЧВГ и возможность изготовления литых корпусов по оснастке, используемой для изготовления отливок из СЧ-30, позволяют считать ЧВГ-40 перспективным материалом для литья корпусов золотниковых гидрораспределителей. Переход на ВЧ-50 приведет к неизбежному увеличению прибыли и потребует полного переоснащения производства.

4. Более полное совпадение данных по ресурсным испытаниям и данных по исследованию воздействия кавитационного разрушения позволяют считать преимущественной причиной износа корпусов золотниковых гидрораспределителей кавитационную эрозию отсечных кромок.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Чугун [Текст]: справ.издание / под ред. А.Д. Шермана, А.А. Жукова. – Москва: Металлургия, 1991. – 576 с.

2. Богачев, И.Н. Кавитационное разрушение железоуглеродистых сплавов [Текст] / И.Н. Богачев, Р.И. Минц. – Москва: Машгиз, 1959. – 109 с.

Ключевые слова: литьё, чугун с вермикулярным графитом, чугун с шаровидным графитом, износостойкость, кавитационно-эрозионная стойкость, ресурс, золотниковый гидрораспределитель.

Сведения об авторах:

Суслов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств Липецкого государственного технического университета.

Лутова Ирина Александровна, старший преподаватель кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств Липецкого государственного технического университета.

Клыкова Оксана Анатольевна, ассистент кафедры оборудования и процессов машиностроительных производств Липецкого государственного технического университета.

Е-mail: suslov.lipetsk@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

УДК 697

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОТЕПЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВОПОЖАРОБЕЗОПАСНОЙ УСТАНОВКИ ТУРБУЛЕНТНОГО РАЗОГРЕВА ВЯЗКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Липецкий государственный технический университет  
ООО «Мтеллтрейд»  
ООО «РЦИ»

В.Н. Гринавцев, В.С. Попов,  
О.В. Гринавцев, А.И. Володин,  
Е.Г. Чугуевец, В.В. Пикалов

В статье приводится объяснение принципа работы разогревателя турбулентного типа и описание установки для исследования энергетических и тепловых параметров такого разогревателя. Приведены результаты исследований, которые показали высокую эффективность работы подобных устройств и возможность их применения для разогрева нефтепродуктов, других вязких жидкостей в отопительных системах жилых и промышленных зданий, технологических установках и других отраслях.

В современной промышленности разогрев вязких жидкостей, таких, как нефть, дизельное топливо, газовый конденсат и другие, является трудоемкой и важной задачей. Основой устройств для нагрева таких жидкостей служат змеевики различной формы, обогреваемые горячими газами. В современных установках достаточно широко применяются ТЭНы [1], но работа этих устройств связана с наличием высоких температур, что не исключает возможности возникновения пожара или взрыва.

Из области термодинамики известно, что наиболее эффективным способом разогрева жидкости является выделение тепла в объеме жидкости за счет внутреннего трения при высокой турбулентности потока [2]. Для разрешения проблемы одновременного разогрева и решения задачи пожаробезопасности создано принципиально новое направление изучения подобных процессов и разработаны устройства для реализации созданной технологии. Принцип работы и устройство разогревателей подобного типа показаны на рис. 1.

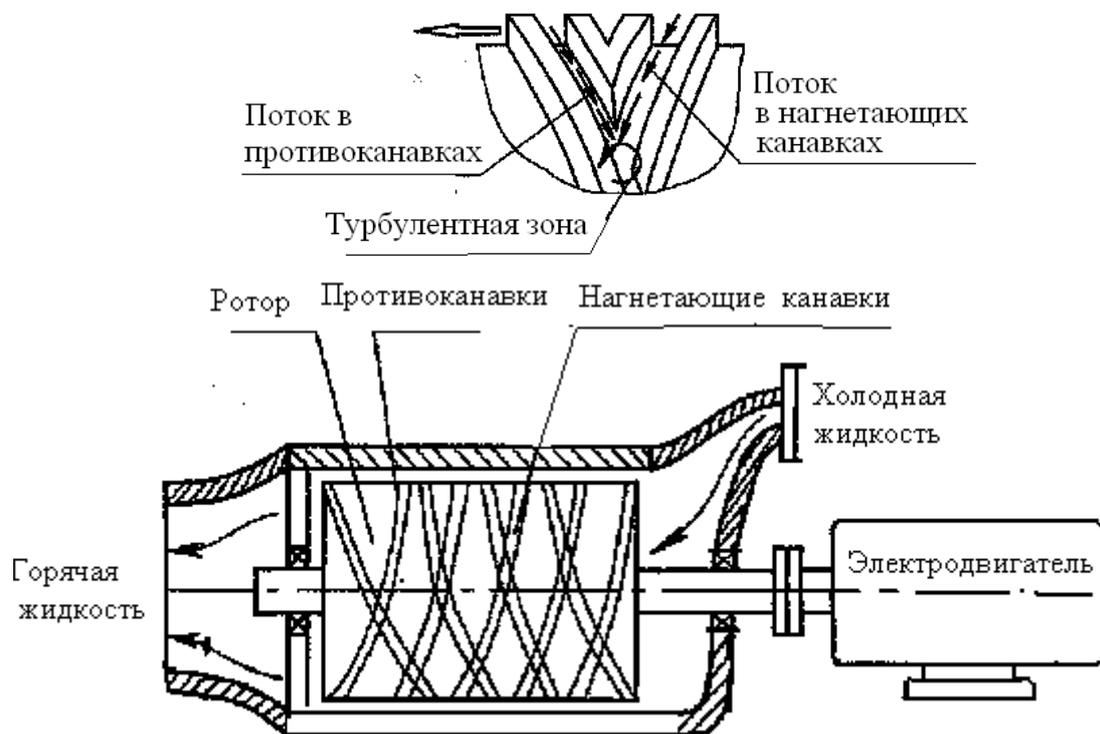


Рис. 1. Принцип работы роторного разогревателя

Внутри цилиндрического корпуса установлен ротор, на поверхности которого имеются нагнетающие канавки и противоканавки определенного профиля. При вращении ротора электродвигателем нагнетающие канавки создают поток жидкости одного направления, а противоканавки создают встречный поток.

Потоки, пересекаясь, инициируют зоны высокой турбулентности, в результате которой внутреннее трение в жидкости способствует интенсивному выделению тепла. Число нагнетающих канавок превышает число противоканавок, за счет этого создается поток разогретой жидкости повышенного давления, т.е. наряду с разогревом осуществляется прокачка уже разогретой жидкости.

Особенность турбулентного разогревателя в том, что он не имеет высокотемпературных элементов в виде ТЭНов или других устройств, которые могут вызвать возгорание. В предложенной конструкции нет трущихся поверхностей и быстроизнашивающихся частей. Срок его эксплуатации ограничен только сроком службы подшипников и электродвигателя и составляет 15 – 20 лет.

Поскольку тепло выделяется непосредственно в жидкости за счет внутреннего трения, то КПД разогревателя достаточно высок и достигает 95 – 98%. Следует отметить, что с ростом температуры до определенной величины вязкость жидкости уменьшается и дальнейший нагрев ее прекращается, поэтому перегрев, а следовательно, и опасность возгорания становится невозможной. Разработанная технология и устройство для ее реализации защищены патентами России [3,4].

Для исследования энерготепловых параметров в СКБ ЛГТУ разработана лабораторная установка (рис. 2), состоящая из разогревателя турбулентного 1, приводимого во вращение электродвигателем переменного тока типа 4А160М4У3 через клиноременную передачу 2, емкости с вязкой жидкостью 3 (использовалась отработка моторного масла), соединительных трубопроводов 4 и контрольно-измерительной аппаратуры 5.

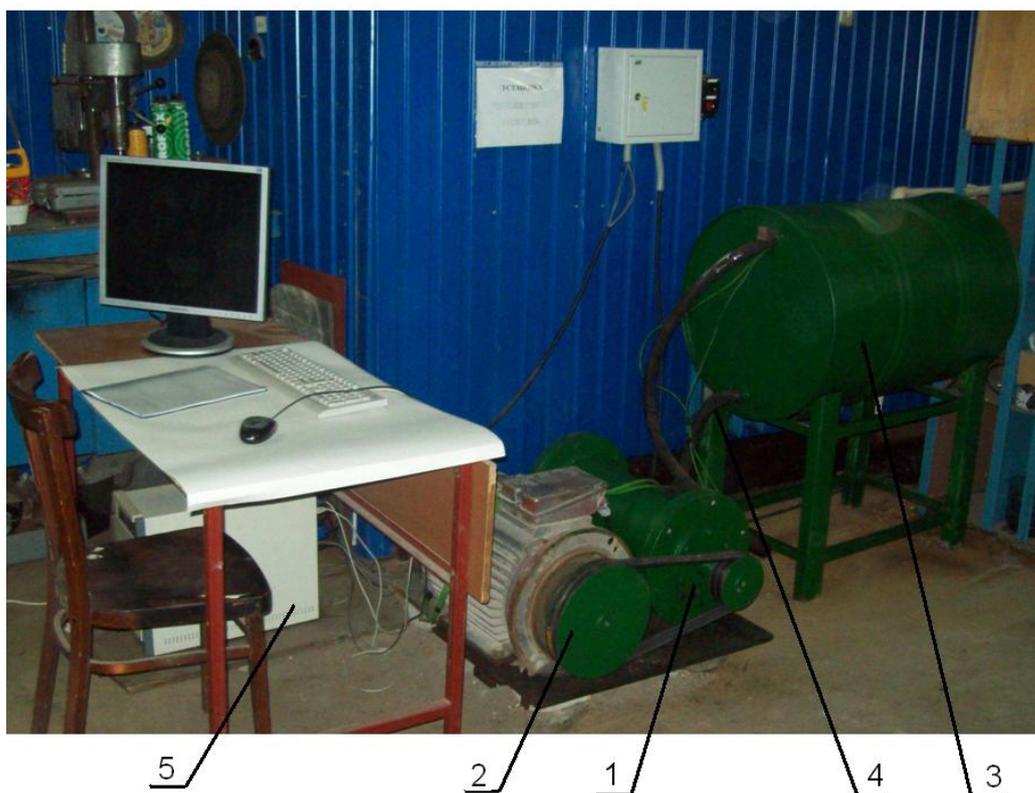


Рис. 2. Общий вид установки для исследования турбулентного разогревателя

Установка оборудовалась полупроводниковыми температурными датчиками типа DS18B20, которые были установлены на входе и выходе из разогревателя, на входе и внутри емкости с маслом и контроля температуры окружающей среды.

Запись параметров текущей температуры осуществлялась на жесткий диск компьютера с помощью микроконтроллера типа ATtiny45 с интервалом 20 с. Одновременно велась запись потребляемой мощности электродвигателя с помощью анализатора качества электроэнергии СА8335.

Результаты измерений представлены в табл. 1, из которой видно, что разогрев жидкости происходит достаточно интенсивно. Так, время разогрева 100 л моторного масла от  $18,5\text{C}^0$  до температуры  $74,5\text{C}^0$  составляет 19 минут.

В табл. 2 приведены данные замеров потребляемой мощности, а расчеты энергетических затрат на разогрев и обобщенный КПД приведены в табл. 3.

Таблица 1

### Результаты измерений температуры

Время замера	Температура окружающей среды, $\text{C}^0$	Температура жидкости в разогревателе, $\text{C}^0$	Температура жидкости в емкости, $\text{C}^0$
13.29.08	11,31	45,5	37,12
13.31.56	11,62	53,0	49,31
13.35.05	11,93	59,5	58,81
13.37.53	12,12	65,0	65,31
13.41.02	12,31	70,0	71,37
13.44.53	12,5	74,5	77,25

**Замеры затрат электроэнергии**

Время замера	Подводимая мощность без учета механических потерь в опорах и ременной передаче, Вт
13.29.08	17116,1
13.31.56	14258,1
13.35.05	11795,6
13.37.53	10532,5
13.41.02	9632,5
13.44.53	5133

Таблица 3

**Данные расчетов затрат энергии на разогрев, подводимой мощности и КПД разогревателя**

Текущее время	Затраты энергии на разогрев, Вт	Подводимая мощность, Вт	КПД
13.29.03	9649,92	10309	0,936
13.31.56	8734,7	8429	0,965
13.35.05	6754,8	6921	0,976
13.37.53	4987,8	51741	0,964
13.41.02	4488,6	4637	0,968
13.44.53	4228,5	4337	0,975

Обобщенные результаты теплотехнических расчетов затрат энергии с учетом потерь в ременной передаче, подшипниках опор показывают, что КПД в рабочем режиме, когда жидкость разогревается до расчетной величины, достигает 97,5%, тогда как КПД наиболее эффективных термоэлектрических нагревателей не превышает 70%.

Так, экспериментальные исследования разогрева вязкой жидкости винтоканавочным турбулентным разогревателем, проводимые в Херсонском филиале УГМТУ, показали значение КПД 95%, по сравнению с высоконапорным шестеренным насосом, у которого значение КПД не превысило 57% [5].

Основными достоинствами установки турбулентного разогрева являются:

- отсутствие трущихся и взаимодействующих частей, что увеличивает срок службы до 15 – 20 лет;
- разогреватель не требует специального обслуживающего персонала;
- позволяет заменять дорогостоящие импортные присадки–разжижители, убрав зависимость работы нефте- и продуктопроводов от импортных веществ, т.е. позволяет реализовать один из пунктов программы импортозамещения в современных условиях.

Предлагаемая конструкция турбулентного разогревателя может применяться не только для разогрева нефтепродуктов, но и в отопительных системах жилых и промышленных зданий, технологических установках и многих других отраслях.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Пат. 2269211 Российская Федерация, МПК<sup>3</sup>Н05В, F24Н 3/40. Проточный нагреватель [Текст] / Волочков В.В., Ершов М.Н., Струсов А.И.; заявитель и патентообладатель Ершов М.Н., Струсов А.И. – № 2002101177/09; заявл. 21.02.02; опубл. 27.01.06. Бюл. № 03. – 3 с.

2. А.с. 1751417 СССР, МКИ F 04D 3/02. Винтоканавочный насос [Текст] / В.Н. Гринавцев, В.С. Глущенко [и др.] (СССР) - № 4776292, заявл. 14.11.89; опубл. 30.07.92, Бюл. № 28. - 2 с.

3. Пат. 2459158 Российская Федерация, МПК<sup>3</sup> F24J 3/00. Нагреватель [Текст] / Гринавцев В.Н., Гринавцев О.В., Черногиль В.Б.; заявитель и патентообладатель Гринавцев В.Н., Гринавцев О.В., Черногиль В.Б., - № 2010145211/06; заявл.03.11.10; опубл. 20.08.12, Бюл. № 23, - 3 с.

4. Пат. 2468306 Российская Федерация, МПК F 24J 3/00. Разогреватель турбулентный [Текст] / Гринавцев В.Н., Гринавцев О.В., Черногиль В.Б. Ганул А.О.; заявитель и патентообладатель Гринавцев В.Н., Гринавцев О.В., Черногиль В.Б. Ганул А.О. - № 2010145076/06; заявл., 03.11.10; опубл. 27.11.12, Бюл. № 33. - 4.с.

5. Щедролосев, А.В. Экспериментальное исследование эффективности применения насосов в качестве источников тепловой энергии в устройствах разогрева вязких жидкостей. [Текст] / А.В. Щедролосев // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: междунар. сб. науч. тр. - вып. № 14. - Донецк, 2000.- С.116-121.

Ключевые слова: вязкая жидкость, роторный разогреватель, энерго-тепловые параметры, коэффициент полезного действия

Сведения об авторах:

Гринавцев Валерий Никитич, доктор технических наук, профессор кафедры экономики Липецкого государственного технического университета.

Попов Виктор Сергеевич, кандидат технических наук, инженер отдела по науке Липецкого государственного технического университета.

Гринавцев Олег Валерьевич, инженер ООО «Мтеллтрейд».

Володин Александр Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры объемно-пластического деформирования Липецкого государственного технического университета.

Чугуевец Евгений Григорьевич, инженер ООО «РЦИ».

Пикалов Владимир Владимирович, студент факультета автоматизации и информатики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: vnov1939@gmail.com

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

---

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

---

## ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

---

УДК 316.012

### КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ КАК ВЕКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ОБЩЕСТВА

Липецкий государственный технический университет

Т.В. Большунова

В статье рассмотрена компьютерная революция, запускающая процессы глобальной трансформации современного общества, последствия которой носят многоаспектный характер и трудно предсказуемы. Внедрение в повседневную жизнь компьютеров не способствует созданию нового знания, меняет социальную структуру общества, приводит к замене социальной реальности на виртуальную.

Компьютеризация всех сфер общественной деятельности и повседневной жизни человека – самый впечатляющий феномен последней четверти XX в.

Для достижения аналогичного уровня распространенности, какой к началу XXI в. имеет компьютер, телевизору в свое время потребовалось около сорока лет, а автомобилю порядка семидесяти. Помимо количественного роста, большое впечатление на любого аналитика производит рост числа функций – способов применения компьютерных технологий. Из просто вычислительной машины, именуемой ныне полузабытой аббревиатурой ЭВМ, компьютер превратился в универсальное устройство, которое с равным успехом может служить профессиональным инструментом ученого, инженера, бизнесмена, юриста, врача, а также средством обучения, повседневного общения, развлечения. Логично ожидать, что компьютеризация привлечет повышенный интерес социологов-теоретиков и будет интерпретирована в моделях трансформации современного общества как ключевая тенденция.

Парадоксально, но внедрение в жизнь человека компьютера не приближает нас к информационному обществу, а скорее удаляет нас от того информационного общества, о котором писали Д. Белл, А. Турен, Э. Тоффлер, П. Дракер, З. Бжезински, Й. Масуда и др.

Теоретиками социологии и футурологами в 60-90-е гг. XX в. выделялись следующие основные черты информационного общества:

1) научное знание является определяющим фактором общественной жизни в целом. Оно вытесняет труд (ручной и механизированный) как фактор стоимости товаров и услуг. Экономические и социальные функции капитала переходят к информации. Как следствие, ядром социальной организации, главным социальным институтом становится университет как центр производства, переработки и накопления знания. Промышленная корпорация теряет главенствующую роль;

2) определяющим фактором социальной дифференциации становится уровень знаний, а не собственность. Очаг социальных конфликтов перемещается из экономической сферы в сферу культуры. Результатом борьбы и разрешения конфликтов является развитие новых и упадок старых социальных институтов;

3) инфраструктурой информационного общества является новая "интеллектуальная", а не "механическая" техника. Социальная организация и информационные технологии образуют "симбиоз". Общество вступает в эру, когда социальные процессы становятся программируемыми.

Такого рода информационное общество нигде не состоялось, хотя основные технико-экономические атрибуты постиндустриальной эпохи налицо: преобладание в ВВП доли услуг, снижение доли занятых во "вторичном" и рост доли "третичного" сектора экономики тотальная компьютеризация и т.п. Университет не заменил промышленную корпорацию в качестве базового института "нового общества", скорее академическое знание было инкорпорировано в процесс капиталистического производства. Общество сейчас мало походит на целостную программируемую систему институтов. Оно, по признанию того же Турена, больше похоже на мозаичное поле дебатов и конфликтов по поводу социального использования символических благ [3].

Прогнозы теоретиков информационного общества оказались несостоятельны в первую очередь потому, что их авторы отождествляют информацию и знание. Информации в современном обществе много, она играет колоссальную роль, но отсюда вовсе не следует, что в современном обществе знание – сила.

Сегодня создается ничуть не больше интеллектуальной продукции или знания, чем в Античности или Средневековье. Картина мира каждой эпохи строится из конечного числа моделей, приводящих имеющиеся факты в удобную систему объяснений. Геоцентрическая модель Птолемея позволяет рассчитывать видимое положение планет ничуть не хуже, чем гелиоцентрические модели Коперника и Галилея; доклады Римскому клубу дают примерно такие же прогнозы о будущем человечества, что и средневековые пророчества о Страшном суде; классификации элементарных частиц в XX в. столь же многочисленны и сложны и в той же степени связаны с опытными данными, что и классификации ангелов и демонов в веке XV. В настоящее время больше физики и меньше демонологии, тогда как пятьсот лет назад соотношение было обратным, но по общему числу моделей эпохи принципиально не различаются.

Принципиальная разница заключается в ином – сейчас неизмеримо больше коммуникаций. Тиражирование (не путать с созданием) интеллектуального продукта, передача сведений о нем посредством печатных изданий, телеграфа, радио, телевидения, лекций и семинаров в рамках системы всеобщего образования, а теперь еще и сети Internet – вот что коренным образом отличает современное общество как информационное. И за словом "информация" кроется именно коммуникация, а не знание [3].

Отказ от не критического восприятия модели информационного общества с характерным для нее технологическим детерминизмом открывает перспективу более адекватной интерпретации компьютерной революции как одной из тенденций трансформации общества. В этой перспективе принципиально важным оказывается тот факт, что приоритетным в последние годы XX в. – первой четверти XXI в. стало развитие не информационных, а симуляционных технологий – технологий виртуальной реальности. Всякий раз прирост технического потенциала компьютера расходуется в большей мере на совершенствование визуальных и звуковых эффектов, чем на развитие функций. Эту тенденцию, технологически совершенно парадоксальную, Иванов В.Д. успешно интерпретирует социологически.

Компьютеризация повседневной жизни вводит в обиход виртуальную реальность в качестве компьютерных симуляций реальных вещей и поступков: покупки в интернет-магазинах, общение в чатах и социальных сетях, сетевые игры и т.д.

Взаимодействие, осуществляемое посредством компьютера лишено привычной социальности, общества как среды взаимодействия. Общество в традиционном его понимании замещается виртуальным пространством. С помощью технологий виртуальной реальности воссоздается видимость институциональности обмена. Обмен осуществляется как симуляция – виртуальный аналог реального социального взаимодействия. Происходит

замещение реального исполнения социальных ролей симуляцией, создается образ реальных атрибутов институциональности.

Столь интенсивное в последние годы использование технологий виртуальной реальности имеет социальный смысл – замещение социальной реальности ее компьютерными симуляциями. Этот социальный аспект развития компьютерных технологий явно превалирует над техническим аспектом. Именно поэтому наращивание быстродействия процессора и объема оперативной памяти практически без остатка конвертируется в совершенствование графики и звучания компьютерных симуляций и не сопровождается ощутимыми функциональными изменениями. Обнаружение социального смысла развития технологий виртуальной реальности приводит социологов к необходимости идеи использовать понятие виртуальности для объяснения общественных изменений.

Более того, волна цветных революций, охватившая ряд регионов Северной Африки и Ближнего Востока тоже была организована и срежиссирована посредством компьютеров, а именно социальных сетей. Создание псевдореальных событий в сети интернет и на телевидении, их стремительное распространение позволяет вести гибридные войны. Кроме того, тотальная слежка за гражданами различных стран в значительной степени облегчает процессы управления в обществе, т.е. компьютерная революция изменила и политическую сферу общества, предложив новые технологии управления в политике.

Помимо виртуализации пространства и изменения политических технологий, есть и другие аспекты трансформации общества посредством компьютерной революции: социальный – изменение социальной структуры, экономический – снижение потребления и рост безработицы.

По мнению Р. Коллинза [5] уже в ближайшем будущем мир столкнется с долгосрочным кризисом капитализма. Историческая перспектива позволяет констатировать, что капиталистическая инновация свершилась благодаря трудосберегающим технологиям. Развитие этих технологий способствовало росту производства, сокращению потребности в ручном труде. Структурная тенденция к безработице и низкому уровню потребления компенсировалась ростом занятости среднего класса. Современное общество находится в новой фазе: благодаря информационным технологиям начинает действовать тот же процесс в отношении конторских служащих и административного звена. Компьютеризация и электронные средства связи вытесняют тружеников среднего класса со своих мест. Эта нарастающая тенденция приведет к тому, что усилится социальное неравенство: богатство сосредоточится в самом верхнем слое общества – у 10-20% населения, в то время как средний класс будет все больше вытесняться сокращением штатов и конкуренцией, становясь низкооплачиваемым пролетариатом, «белыми воротничками». В будущем это создаст угрозу для капитализма – как в связи с высоким уровнем безработицы и неполной занятости, так и в связи с недостатком потребительского спроса.

Престижность раннего усвоения инноваций и боязнь отстать от времени – эти факторы стали двигателями экономического бума, что иллюстрируется не только прогрессом вооружений, но также и распространением модных сотовых средств связи, которому сопутствует постоянное внедрение новых частных систем развлечений, не говоря уже об офисной компьютеризации. В этом смысле причуды высоких технологий положительно влияют на экономику. Но на смену каждой из таких причуд, должна вскоре прийти новая. Добавьте к этому долгосрочный эффект вытеснения среднего класса с рабочих мест информационными технологиями, и мы получим составляющие будущего структурного кризиса.

В зависимости от уровня экономического развития и размеров среднего класса, отдельные регионы мира в разной мере подвержены влиянию компьютеризации среднего класса.

Бедным странам в наименьшей мере угрожает вытеснение среднего класса с рабочих мест в результате компьютеризации. Высокие информационные технологии относительно

дороги, тем более если речь идет о том, чтобы оставаться на престижной передовой непрекращающейся инновации. Но некоторые из тех стран, которые в данный момент испытывают экономический подъем, могут получить от глобального развития информационных технологий определенную выгоду (пусть и сугубо временную). К ним относится Индия с ее сравнительно низкооплачиваемой образованной рабочей силой, на долю которой в недавнее время пришлось значительная часть аутсорсинга. Китай также обладает преимуществом наличия в этой стране дешевой рабочей силы, хотя до сих пор в рамках мировой экономики Китай чувствовал себя уютно в нише производственного сектора, и пока еще не компьютеризировал свой средний класс в той же мере.

Размеры существующего среднего класса также должны повлиять на размах этого кризиса. Особую важность имеет объем занятости среднего класса в государственном секторе – является ли он результатом активности сильных рабочих партий и социалистических режимов или же слабых государств и экономики, как это было в странах третьего мира, где политические процессы в основном вращаются вокруг получения выгодных постов в правительстве. (Это было также и в богатых странах, примером тому могут служить городские политические «машины» в Чикаго, Бостоне, Нью-Йорке и т.д.). Важным аргументом традиционной нелиберальной экономики является то, что «раздутая занятость в государственном аппарате тормозит развитие», поскольку оно сокращает предпринимательство, но в контексте потенциального давления компьютеризации на занятость среднего класса, именно подобная занятость может стать тем компромиссом, который позволит поддержать потребительский спрос.

Свою лепту в изменение социальной структуры вносит и инфляция массового, в особенности высшего образования. Высшее образование, став массово доступным, в том числе и благодаря компьютерным технологиям, перестает играть роль критерия стратификации и социального лифта в обществе. Кроме того, доступность информации снижает и ценность высшего образования, поскольку не вырабатывает способности критического осмысления и создания нового, а способствует только воспроизведению и тиражированию.

Таким образом, следует подчеркнуть, что массовое распространение и использование компьютеров не привело к научной революции и созданию нового знания, а способствовало тиражированию информации и облегчению коммуникаций. Кроме этого компьютеризация обыденной жизни привела к формированию ограниченной эгоцентричной личности, что не оказывает позитивного развития на общество в целом. Виртуализация общения и подмена социальной реальности виртуальной, зачастую приводит к подмене приоритетов и психической дестабилизации личности.

Изменение социальной структуры общества, происходящие за счет компьютеризации управленческих процессов, выражающиеся в сокращении и вытеснении среднего класса, имеет серьезные политические, социальные и экономические последствия. В сочетании с процессом снижения высшего образования подрывает и культурную, негативно отражаясь на науке в том числе.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество, культура [Текст]: пер. с англ. / М. Кастельс; под научн. ред. С.И. Шкаратана. – Москва: ГУ ВШЭ, 2000. - 353 с.
2. Гринфилд, С. Социальные сети создают поколение инфантильных людей [Электронный ресурс] / С. Гринфилд – Режим доступа: WWW.URL: <http://psyfactor.org/news/socialweb2.htm>
3. Иванов, Д.В. Виртуализация общества [Текст] / Д.В. Иванов. – Санкт-Петербург: Петербургское Востоковедение, 2000.
4. Иванов, Д.В. Феномен компьютеризации как социологическая проблема. Информационное общество: фантом постиндустриальной эры [Электронный ресурс] / Д.В. Иванов – Режим доступа: WWW.URL: <http://www.follow.ru/article/117>

5. Коллинз, Р. Массовое образование как жертва технологического развития [Электронный ресурс] / Р. Коллинз – Режим доступа: WWW.URL: <http://polit.ru/article/2010/10/08/rk/>

Ключевые слова: компьютерная революция, виртуализация реальности, информационное общество, коммуникации

Сведения об авторе:

Большунова Татьяна Валерьевна, кандидат социологических наук, доцент кафедры социологии Липецкого государственного технического университета.

E-mail: b\_28@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 005.912

## **ДОКУМЕНТИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ**

Липецкий государственный технический университет

О.А. Хромых

Рассматривается документирование деятельности Липецкой областной универсальной научной библиотеки как в традиционной форме, так и с применением системы электронного документооборота.

Деятельность любого предприятия, учреждения и организации, независимо от форм собственности, нуждается в документировании. Под документированием понимают запись информации на носителе по установленным правилам.

Государственное бюджетное учреждение культуры Липецкая областная универсальная научная библиотека (ГБУК ЛОУНБ) создано для выполнения работ и оказания услуг в целях обеспечения права граждан на приобщение к ценностям культуры и науки, на свободный поиск и получение информации как в традиционной форме, так и с использованием современных телекоммуникационных сетей. Предметом деятельности является библиотечно-информационная деятельность.

Учредителем и собственником имущества ГБУК ЛОУНБ является Липецкая область. Полномочия учредителя от имени Липецкой области осуществляет Управление культуры и искусства Липецкой области. Полномочия собственника имущества от имени Липецкой области осуществляет Управление имущественных и земельных отношений Липецкой области. ГБУК ЛОУНБ находится в ведомственном подчинении Управления культуры и искусства Липецкой области.

Библиотеку возглавляет директор, который назначается на должность и освобождается от нее Управлением культуры и искусства Липецкой области. Заместители директора и главный бухгалтер назначаются на должность директором по согласованию с

Управлением культуры и искусства Липецкой области. По согласованию с вышестоящей организацией директор, в пределах своих полномочий, утверждает штатное расписание и структуру библиотеки, в которой 19 структурных подразделений и штат сотрудников составляет 117 человек. Взаимоотношения директора и работников, возникающие на основе трудового договора, регулируются законодательством о труде.

Ввиду малого документооборота, отдельного структурного подразделения, ведающего вопросами делопроизводства в библиотеке нет. Вся работа по документационному обеспечению деятельности библиотеки, осуществлению контроля за исполнением изданных приказов и распоряжений и за соблюдением сроков исполнения указаний и поручений директора возложена на редактора канцелярии, который в своей работе руководствуется инструкцией по делопроизводству, своей должностной инструкцией и нормативными документами ГБУК ЛОУНБ.

В учреждении применяется три вида бланков: бланк приказа, бланк письма и бланк протокола, остальные виды документов оформляются на бланках письма. На рис. 1 и 2 показаны образцы бланков библиотеки.

<b>УПРАВЛЕНИЕ КУЛЬТУРЫ И ИСКУССТВА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ</b> Государственное бюджетное учреждение культуры <b>Липецкая областная универсальная научная библиотека</b> <b>П Р И К А З</b>	
№ _____	г. Липецк

Рис. 1. Бланк приказа библиотеки

Управление культуры и искусства Липецкой области	
<b>ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ</b> <b>ЛИПЕЦКАЯ ОБЛАСТНАЯ УНИВЕРСАЛЬНАЯ</b> <b>НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА</b>	
ул. Кузнечная, 2, г. Липецк, 398050 E-mail: info@library.lipetsk.ru	Телефоны: директор 27-06-42 приемная 27-07-30 Факс: (4742) 27-07-30
_____ № _____ На № _____ от _____	Адресат

Рис. 2. Бланк письма библиотеки

Несмотря на то, что бланки разработаны в соответствии с ГОСТ Р 6.30-2003 «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов», были допущены следующие распространенные ошибки многих учреждений - не указано официальное сокращенное название, нет реквизитов: кода организации, основного государственного регистрационного номера (ОГРН) юридического лица, идентификационного номера

налогоплательщика/кода причины постановки на учет (ИНН/КПП). На рис. 3 показан пример правильного оформления бланка письма.

<p>Управление культуры и искусства Липецкой области ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ КУЛЬТУРЫ Липецкая областная универсальная научная библиотека ГБУК ЛОУНБ ул. Кузнечная, 2, г. Липецк, 398050 директор 27-06-42; тел./ факс: (4742) 27-07-30 E-mail: info@library.lipetsk.ru ОКПО 00000000, ОГРН 00000000000000 ИНН/КПП 0000000000/0000000000</p>	
№ _____	[
] _____	
на № _____	от _____

Рис. 3. Правильное оформление бланка письма

В приложении к инструкции по делопроизводству даны Перечень документов, на которых проставляется оттиск печати, и Перечень документов, подлежащих утверждению.

Документационное обеспечение деятельности библиотеки включает следующие группы документов: организационно-правовые, распорядительные, информационно-справочные и документы, отражающие специфику библиотечной работы.

Организационно-правовые документы определяют статус, структуру, штатную численность, должностной состав, функции учреждения, его структурных подразделений, права, обязанности и ответственность сотрудников. В библиотеке к таким документам относятся: Устав, Правила внутреннего трудового распорядка, Коллективный договор, Положение об обработке и защите персональных данных работников ГБУК ЛОУНБ, Положение об оплате труда работников ГБУК ЛОУНБ, Положение о премировании работников ГБУК ЛОУНБ, штатное расписание, положения о структурных подразделениях, должностные инструкции сотрудников.

Главным назначением распорядительных документов является фиксация решения административных и организационных вопросов. К таким документам относятся приказы и распоряжения. Приказы издаются по основной деятельности, по личному составу и отдельно выделены приказы о командировках и отпусках. Приказы по основной деятельности готовит зам. директора по распоряжению директора, приказы по личному составу и о командировках и отпусках готовит лицо, ответственное за делопроизводство. В табл. 1 и на рис. 4 приведены данные о количестве и соотношении распорядительных документов библиотеки за 2011-2015 гг.

## Количество распорядительных документов за 2011-2015 гг.

Распорядительные документы	2011	2012	2013	2014	2015	Всего за 5 лет	Рост в % за 5 лет
Приказы по основной деятельности	73	101	126	73	95	468	+ 30%
Приказы по личному составу	158	189	135	137	155	774	-
Приказы о командировках и отпусках	126	126	177	157	153	739	+ 20%
Распоряжения	20	10	8	10	12	60	-
Итого за год	377	426	446	377	415	2041	+ 10%

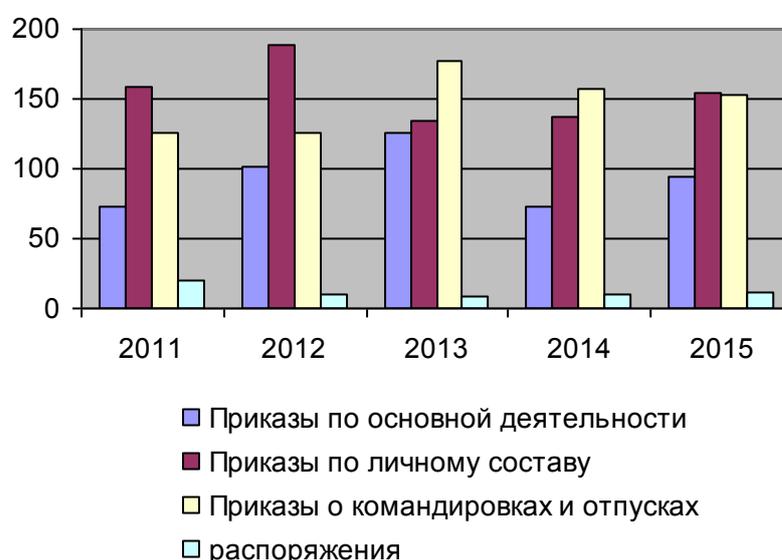


Рис. 4. Соотношение распорядительных документов за 2011-2015 гг.

Увеличение приказов по личному составу в 2012 г. на 20% связано с установлением дополнительных соглашений с сотрудниками библиотеки. Увеличение приказов о командировках и отпусках в 2013 г. на 40% связано с тем, что в декабре 2012 г. был приобретен комплекс информационно-библиотечного обслуживания (КИБО), предназначенный для обслуживания населения области информационно-библиотечными услугами, и в связи с этим увеличилось количество командировок сотрудников библиотеки в районы Липецкой области.

Информационно-справочные документы носят вспомогательный характер по отношению к организационно-правовым и распорядительным документам, но содержат сведения, побуждающие принимать управленческие решения. К таким документам относятся: письма, акты, справки, докладные, служебные, объяснительные записки.

К документам, отражающим специфику библиотечной работы, относятся инвентарные книги учета фонда и книга суммарного учета библиотечного фонда, которые ведутся и хранятся в отделе комплектования. К документам, отражающим специфику библиотечной работы, относятся также каталоги и картотеки, но так как объем фонда ГБУК ЛОУНБ составляет 2 284 400 экз. изданий, и каждое из них отражено в каталогах, то

каталоги и картотеки с их многомиллионными карточками в данной работе рассматриваться и учитываться не будут.

На рис. 5 показано соотношение групп управленческих документов.

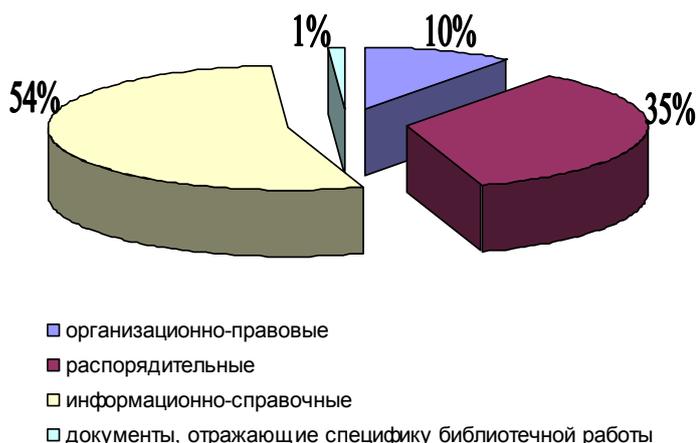


Рис. 5. Соотношение групп управленческих документов

Из рис. 5 видно, что наибольшую группу составляют информационно-справочные документы из-за активного взаимодействия библиотеки с различными организациями.

Документооборот в библиотеке состоит из следующих документопотоков: входящие, исходящие и внутренние документы. Входящие документы, в свою очередь, подразделяются на входящие из Министерства культуры РФ и Управления культуры Липецкой области и прочих организаций; исходящие также подразделяются на документы, отправляемые в Министерство культуры РФ и Управление культуры Липецкой области и прочие организации. Внутренние документы не предназначены для выхода за пределы учреждения и представлены следующими документами: приказы, протоколы, акты, заявления. В таблице 2 и на рисунке 6 показано количество документов по документопотокам и объем документооборота за 2011-2015 гг.

Таблица 2

Количество документов по документопотокам за 2011-2015 гг.

Документопотоки	2011	2012	2013	2014	2015	Всего за 5 лет	Рост в % за 5 лет
Входящие	238	188	304	225	261	1216	+ 10%
Исходящие	313	403	341	289	307	1653	-
Внутренние	606	659	678	587	645	3175	+ 7%
Итого за год	1157	1250	1323	1101	1213	6044	+ 5%

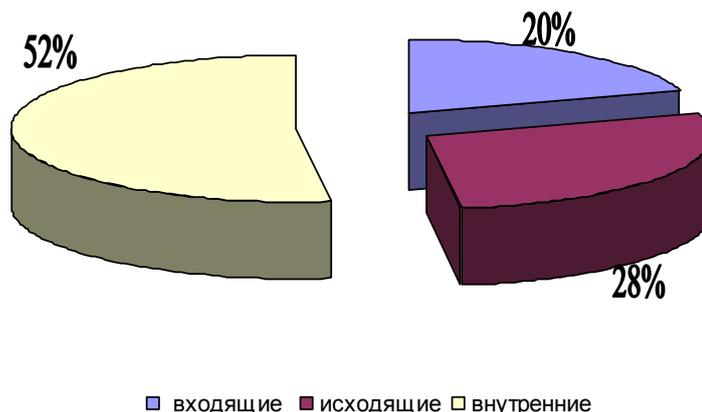


Рис. 6. Объем документооборота за 2011-2015 гг.

Несмотря на то, что в 2012 г. произошло увеличение исходящих документов на 30% из-за переписки с вышестоящей организацией по вопросам финансово-хозяйственной деятельности, в целом, за 5 лет рост документооборота составил всего 5%, что для учреждения с небольшим документооборотом является естественным и говорит о хорошо отлаженной и стабильной работе по документационному обеспечению деятельности библиотеки.

В 2012 г. в библиотеке приступили к внедрению системы электронного документооборота (СЭД) администрации Липецкой области «ДЕЛО-Web». Эта система начала работать в администрации Липецкой области с 2003 г., однако активное внедрение СЭД началось только в 2010 г. с целью создания единой системы электронного документооборота региональных и муниципальных органов власти. В течение 2011-2012 гг. к ней подключились органы местного самоуправления, муниципальные предприятия, учреждения и организации, в том числе и ГБУК ЛОУНБ.

В таблицах 3-5 показаны образцы работы с СЭД «ДЕЛО-Web». Регистрационная карточка (РК) документа в СЭД аналогична традиционной регистрационной карточке. Открыть РК можно в одной из папок «Поступление», «На исполнение».

Таблица 3

Первая страница системы «ДЕЛО-Web»

Папки кабинета	Последние сохраненные запросы
Поступившие	По номеру
На исполнение	Поручения за последнюю неделю
На контроле	РК входящих документов
В дело	РК исходящих документов
Управление проектами	РК за последнюю неделю
	Зарегистрированные сегодня
	РК внутренних документов
	Поиск по журналу передачи
	Поиск поручений
	РК писем граждан

В таблице 4 отображен внешний вид папки «Поступившие», в которой находятся записи о документах, присланных на исполнение.

## Внешний вид папки «Поступившие»

№ РК	Дата РК	Содержание	Корр./Подписал	Автор резолюции	Исполнитель	Текст поручения	Дата исп.	файлы
34-р	01.022 016	О мерах по обеспечению надлежащего санитарного состояния территорий населенных пунктов	Королев О.П. – Глава администрации Липецкой области	Катрич Ф.Н. нач. отд.	Паненкова директор ГБУК ЛОУНБ	Прошу подготовить письмо		2
02-16/ 270	02.02 2016	Руководителям по освещению мероприятий	Демьянова Н.В. нач. упр. по делам печати	Катрич Ф.Н. нач. отд.	Паненкова директор ГБУК ЛОУНБ	Прошу учесть при проведении мероприятий		1

В таблице 5 отображен внешний вид папки «На исполнение», в которой находятся записи о документах, принятых к исполнению, но еще не исполненных.

## Внешний вид папки «На исполнение»

№ РК	Дата рег.	Содержание	Корр./подписал	Автор Резолюции /№ пункта	Исполнитель	Текст поручения	Дата исп.	файлы
167	24.08. 2015	О направлении списков культурных ценностей, подлежащих эвакуации	Управление культуры и искусства Липецкой обл. – Волков В.Г.	Паненкова директор ГБУК ЛОУНБ	Шаренкова, зам. дир.	Подготовить ответ с пометкой ДСП		1
3414 /01-08	20.01. 2016	О подготовке паспорта культурной жизни региона	Волков – нач. управления культуры и искусства	Паненкова директор ГБУК ЛОУНБ	Шаренкова, зам. дир	Подготовить ответ до 25.03.2016		2

В таблице 6 показан алгоритм действий при регистрации входящих и исходящих документов в СЭД «ДЕЛО-Web».

Алгоритмы действия при регистрации входящих и исходящих документов в СЭД  
«ДЕЛО-Web»

Алгоритм действия при регистрации входящих документов	Алгоритм действия при регистрации исходящих документов
1. Поступление документа	1. Чтобы зарегистрировать исходящий документ, необходимо сделать связь с входящим документом
2. Распечатка документа	2. Кликнуть «создать связанную РК»
3. Регистрация входящего документа традиционным способом	3. Выбрать исходящий документ («исходящий документ нашей организации»)
4. Открыть РК, клик на «Принять к исполнению»	4. Ввести номер исходящего документа
5. Перейти в папку «На исполнение»	5. Ввести дату исходящего документа
6. Ввести резолюцию (поручение)	6. Ввести количество экземпляров
7. Указать автора резолюции	7. Ввести состав, т.е. сколько листов или количество документов
8. Ввести текст поручения	8. Выбрать категорию доступа (общий, ДСП, конфиденциально)
9. Добавить исполнителя	9. Указать план/факт документа (план – когда сдать проект документа, план – когда сдать окончательно оформленный документ)
10. В папке «На исполнение» автоматически заполняются пункты «автор резолюции», «исполнитель», «текст поручения»	10. Указать, кто подписал и чья электронно-цифровая подпись (ЭЦП) будет стоять
11. По исполнению поручения делается отчет	11. Ввести исполнителя
12. На РК кликнуть «исполнитель»	12. При необходимости указываются визы
13. Указать дату и текст «исполнено», «принято к сведению»	13. Обязательно указывается содержание и, если есть, примечание
14. РК автоматически удаляется из кабинета	14. Кликнуть «записать»
15. Хранение РК в электронном архиве	15. Автоматически создается карточка зарегистрированного документа
	16. Для добавления файлов войти в картотеку для редактирования. Добавить файлы, которые нужно отправить, кликнув «добавить»
	17. Подписать ЭЦП
	18. Проверить подлинность ЭЦП
	19. Автоматически показывается: «файлы», «подписали», «исполнители»
	20. Указывается связка с входящим документом, на который отвечают
	21. При необходимости вводится резолюция
	22. Для отправки письма выбирается адресат из функции «подразделения»
	23. Проверить дату отправки
	24. Кликнув, отметить отправку
	25. Письмо отправлено

Документы, созданные в системе электронного документооборота, имеют юридическую силу только тогда, когда они подписаны электронной подписью. Правом электронной подписи в ГБУК ЛОУНБ обладают следующие лица: директор, зам. директора, гл. бухгалтер, зам. гл. бухгалтера и экономист.

Благодаря системе электронного документооборота «ДЕЛО-Web» стало возможным более оперативно взаимодействовать с партнерами в сфере культуры и другими организациями нашего региона. Повысилась эффективность информационно-справочной работы по документам, появилась возможность быстрого поиска сведений о документе, его местонахождении. Оформление документов, учет и регистрация, контроль исполнения документов – все это выполняется в системе электронного документооборота. Одними из главнейших функций СЭД являются функция «Показать протокол», в которой можно посмотреть, кто создал или внес изменения в РК, и функция «Протокол просмотра», в котором отображается, кто и когда просматривал РК. К недостаткам СЭД можно отнести возникающие в некоторых случаях сбои в системе и громоздкий алгоритм действий.

Несмотря на отдельные, легко устранимые недостатки, прослеживается четкая организация работы с документами. Грамотное сочетание традиционных форм делопроизводства и системы электронного документооборота, четкое распределение обязанностей повышает эффективность работы библиотеки и уровень информационно-библиотечного обслуживания пользователей.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. ГОСТ Р 6.30-2003. Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов [Текст]. – Введ. 2003 – 07 – 01. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 19 с.
2. ГОСТ Р 7.0.8-2013. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения. [Текст]. – Введ. 2014 – 03 – 01. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 18 с.
3. Российская Федерация. Закон: № 63-ФЗ [принят 06.04.2011] Об электронной подписи [Текст] //Собрание законодательства РФ. 2011. – № 15. Ст. 2036.
4. [lounb.ru](http://lounb.ru) официальный сайт ГБУК [Электронный ресурс] – «Липецкая областная универсальная научная библиотека».

Ключевые слова: документирование, документооборот, система электронного документооборота.

Сведения об авторе:

Хромых Ольга Алексеевна, ассистент кафедры истории, теории государства и права и конституционного права

E-mail: [Olga.Kr.L@yandex.ru](mailto:Olga.Kr.L@yandex.ru)

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

## ПРАВО КАК РЕГУЛЯТОР ОБЩЕСТВЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ В ТРУДАХ ЗАПАДНЫХ ФИЛОСОФОВ

Липецкий государственный технический университет

А.А. Щербинин

Право выступает особым официальным государственным регулятором общественных отношений. В этом и заключается его основное назначение. Регулируя те или иные общественные отношения, оно придает им правовую форму, в результате чего отношения приобретают юридический аспект, становясь правовыми.

С помощью этого нормативного воздействия государственная власть переводит общественные отношения под свою защиту и юрисдикцию, придавая им упорядоченность и желаемую направленность.

Разрешая одни действия и запрещая другие, право определяет общественно полезные варианты поведения членов общества, ограничивает либо наоборот расширяет сферу их личных желаний, пресекая вредную для общества деятельность.

По сравнению с другими социально значимыми регуляторами право является наиболее эффективным властно-принудительным и одновременно цивилизованным регулятором.

Любые общественные отношения приобретают характер правоотношений только в том случае, если они возникают на правовых нормах и не противоречат при этом воле государства.

В данной статье мы рассмотрим основные подходы к пониманию природы и роли права в истории философской мысли.

Основоположником этого направления в философии и юриспруденции является профессор Геттингенского университета Густав Гуго (1768-1844). Виднейшими представителями и последователями этой концепции также являются немецкие ученые Фридрих Карл фон Савиньи (1779-1861) и Георг Фридрих Пухта (1798-1866).

Естественно-правовая доктрина является главной мишенью их критики. Историческая школа определяет право как закономерный исторический продукт общественной жизни, а не как итог естественной необходимости. Сторонники исторической школы истолковывали появление и существование юридических норм и институтов в виде определенного объективного хода событий вещей.

Так, Савиньи доказывал, что право не может быть установлено волей отдельно взятого лица, т.к. оно выступает продуктом народного духа, которое проявляется во всех членах общества и приводит к одному правосознанию. Иначе говоря, право создается народными нравами и верованиями и уже затем юриспруденцией.

Георг Фридрих Пухта полагал, что народный дух – это сила, которая действует в народной жизни и существует в независимости от сознания отдельных членов общества. Народный дух все производит из себя, в том числе и право. Таким образом, отдельная личность не участвует в образовании права. Вся история общественного развития понимается им как раскрытие того, что изначально уже было заложено в народном духе.

Таким образом, с позиции основателей и последователей исторической школы право выступает продуктом народного духа, народного убеждения. Роль права в общественном регулировании заключается в том, что народный дух обнаруживает объективно содержащиеся в праве нормы, в связи с чем право существует в виде живого представления правовых, а не в виде формальных прав, а правоведы лишь извлекают правило из нормы посредством проведения комплексного анализа.

Философским проблемам права как общественного регулятора, его сущности и направлениям развития уделяли внимание Карл Маркс (1818-1883) и Фридрих Энгельс (1820-1895). Марксистская теория права по своим основаниям представляет собой онтологическую объективную концепцию. В своих трудах Карл Маркс считает позитивное право отражением материального бытия и вторичной реальностью.

Исследуя экономический фундамент права и его общественную сущность, Карл Маркс пришел к фундаментальному выводу о том, что классовые отношения и различия начинаются с материальных отношений и неравенств между людьми, совокупность которых и является базисом общества.

Карл Маркс считал, что право является надстройкой над экономическим базисом, это юридическое оформление сложившихся в обществе отношений [2, с.9].

Таким образом, Карл Маркс первым четко определяет право в качестве регулятора общественных отношений.

Идеологическое выражение классовых интересов находит свое выражение в том, что в государстве существует лишь один вид права – это право экономически господствующего класса, а государство – лишь средство реализации интересов этого класса.

Право имеет тесную связь не только с экономикой, а еще и с политикой, выступающей концентрированным выражением экономической системы. К. Маркс подчеркивал, что правовая и политическая идеологии образуют неразрывное единство, направленное на формирование политико-правового мировоззрения отдельно взятого члена общества: на справедливость и несправедливость, обязанность и право, государственное устройство и власть и т.д. В основу марксистской философии права заложен тезис о том, что право – это прежде всего фактическое выражение и закрепление воли экономически господствующего класса.

К. Маркс и Ф. Энгельс в качестве альтернативы классового гражданского общества выделяли общество, в котором не будет межклассовой эксплуатации и частной собственности. Переход к такому идеальному, по их мнению, обществу должен совершить пролетариат посредством социалистической революции.

Приблизительно в один временной промежуток с диалектико-материалистической философией возник позитивизм, родоначальником которого по праву считают французского философа Огюста Конта (1798-1857). Суть позитивизма заключается в стремлении сделать из философии полезную науку. Огюст Конт выдвинул утверждение о том, что только лишь системы знаний, подтвержденные опытом, являются научными (истинными).

Таковыми истинами, по мнению Конта, являются естественные законы. Познавая эти законы и действуя по ним, человек выполняет свой общественный и гражданский долг и, в конечном итоге, обретает свободу.

Свобода в понимании Конта - это осознанная необходимость, а в правовом поле – это выполнение своего долга [1, с.158].

На позитивистской стороне стоял и английский теоретик права Джон Остин (1790-1859), его позиция на рассмотрение права сводилась к формуле *закон есть закон*.

Его принципиальная позиция сводилась к стремлению очистить право от морали, психологии, политики и других составляющих, делающих само право размытым и неконкретным.

В основу юридического позитивизма положена мысль о том, что право нельзя оценивать с общественно значимых позиций. Например, общественное мнение не имеет ничего общего со сферой права, т.к. оно выступает позитивной моралью, где уместны нравственные критерии. Право же таковым быть не может. Право - это право, а закон - это закон. Не смотря на это, можно констатировать, что позитивизм превращает право в систему знаний без учета эмоций и общественно значимых ценностных установок.

XX век в истории философии права преимущественно представлен западноевропейской философско-правовой мыслью.

Правовой позитивизм в значительной мере получил подпитку со стороны общеправовых понятий, что выражается в его мировоззренческо-методологическом обосновании.

Проявляется это, прежде всего, в попытках практического применения тезиса, предложенного Контом, «каждая наука сама себе философия» к юриспруденции. Отсюда и стремление заменить общей теорией права философию права. Исходя из этого, ряд общепризнанных юридических концепций стал называться философией права, а философско-правовые идеи стали необоснованно включаться в юриспруденцию. С позиции позитивизма правовая реальность была исследована Г. Хартом и Г. Кельзенем.

Ганс Кельзен (1881-1973) рассматривал философию права в качестве нормативной науки, исследующей право в виде совокупности определенных норм, регулирующих общественное поведение. Правом устанавливается принудительный порядок, который неукоснительно и четко поддерживается государственной властью.

В своей теории права Ганс Кельзен стремился выявить универсальные моменты позитивного права, исключая при этом случайные и исторические элементы. В значительной степени Ганс Кельзен определяет общественную природу права посредством разграничения мира сущего и должного. По мнению ученого, право формирует только должное.

Г. Харт (1907-1993) в своих трудах и публикациях определяет право как признание и идею согласия большинства. Право он связывает со свободным волеизъявлением, а не с обязанностью или существующей необходимостью.

Харт выдвигает точку зрения на правовую реальность, связанную с правилами «признания» или легитимности власти. Философ провозгласил о своем отказе от точки зрения, согласно которой основанием правовой системы в обществе является необходимость подчиняться неограниченному суверену. Он заменяет её концепцией высшего правила признания, придающего критерий действительности существующей системе норм и правил.

Одной из важнейших концепций естественного права, которая возникла в парадигме мировой философии права XX столетия, является неокантианское правопонимание.

К крупным теоретикам неокантианства, оказавшими огромное влияние на развитие философско-правовой мысли, относят Р. Штамллера, Г. Радбруха [3, с.245].

Так, немецкий правовед Рудольф Штаммлер (1856-1938) доказал первичность права по отношению к реальности как должного по отношению к сущему.

По мнению ученого вся человеческая жизнь основывается на правовых нормах, понимаемых как априорное знание, а развитие общества осуществляется в результате частичных изменений в области права. Для него социальная жизнь «подстраивается» под юридическую форму, а не юридические формы соотносятся с социальной жизнью.

В своих трудах Г. Радбруха (1878-1949) утверждает, что право может быть понято только исходя из некоего идеала, который и определяет цели человека. Именно этот идеал и определяет цель права.

Г. Радбрух выделяет в качестве ценностных ориентиров:

- справедливость;
- четкую определенность цели;
- правовую стабильность.

В XX веке произошла гуманизация философии права. Свое развитие она получила в таком явлении, как экзистенциализм.

С философией М. Хайдеггера (1889-1976), К. Ясперса (1883-1969) и Ж. Сартра (1905-1980) связано появление философско-правовой концепции, которая получила название экзистенциальное право. Сущность ее сводится к тому, что человек, находясь в критической ситуации, не только оказывается перед выбором варианта необходимого поведения, но и вынужден принимать кардинальное жизненно значимое решение (в данной ситуации это так называемое экзистенциальное право).

Звеном, связывающим сознание человека и создающуюся ситуацию, по мнению Жан Поля Сартра, является восприятие, постигающее смысл конкретного явления. Причем, смысл этому явлению придает не только сама ситуация, но и внешнее окружение [3, с.197].

Мишелю Фуко (1926-1984) удалось в своих трудах интерпретировать философско-правовые вопросы, исходя из структурализма и теории психоанализа.

Таким образом, философия права как регулятора общественных отношений, зародившись как осмысление правовых аспектов жизнедеятельности общества, в XX веке стала самостоятельной научной дисциплиной.

Ведущим для западной философии права прошлого столетия является принцип справедливости, отличающийся очень сложной философско-идейной структурой. В нем тесно переплелись идеи неокантианства, естественно-правовые идеи, этика ценностей, идеи позитивизма и экзистенциализма и др. Справедливость в западной философии постулируется как главная правовая ценность и основа высшего принципа человеческого бытия.

Подводя итоги, отметим, что право выступает как причиной возникновения и существования общественных отношений, так и их результатом. Наравне с тем, как ряд общечеловеческих ценностей рассматривается в концептуальных рамках общества, ценности права и совокупность базовых ценностей можно рассматривать в качестве общих контуров правовой культуры любого общества.

История развития права как доминирующего регулятора общественных отношений в западной философии свидетельствует о произошедшей смене ценностей в иерархии права: юридический формализм стал доминировать над справедливостью.

Таким образом, речь идет не только о кризисе права как важнейшем регуляторе общественных отношений западноевропейского общества, но и острейшем кризисе самого общества, поскольку его единственная опора не справилась с возложенной функцией.

Если у формы отсутствует содержание, то возникает реальная возможность юридического произвола, так как в этом случае идет речь об отсутствии опоры на морально-нравственные и этические нормы в рамках национальных правовых систем, а также в международных отношениях.

Вышеизложенное утверждение вовсе не означает проповедования правового отрицания и нигилизма, но выступает четким призывом обратить внимание на право, как на феномен определенного общества и культуры, без сравнения с западными образцами и использования соответствующей терминологии в рамках устоявшихся норм, концепций и общественных укладов. В обратном случае возникнет огромный разрыв между теорией и законодательством с одной стороны, и реальным правопорядком с другой.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Конт, О. Курс позитивной философии [Текст] / О. Конт. – Санкт-Петербург: Изд-во Безобразова В. – 1906. – 540 с.
2. Маркс, К. К критике политической экономии. Предисловие [Текст] / К.Маркс, Ф. Энгельс. Собр. соч.. – 2-е изд. – Т. 13. – Москва: Государственное издательство политической литературы, 1959. -771с.
3. Реале, Дж. Западная философия от истоков до наших дней [Текст] / Дж. Реале, Д. Антисери. – Санкт-петербург: Петрополис, 2012. – 349 с.

Ключевые слова: правовое регулирование, общество, западные философы

Сведения об авторе:

Щербинин Александр Александрович, аспирант кафедры философии Липецкого государственного технического университета.

E-mail: s.a.alexandr@mail.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

## ПРЕДСКАЗАНИЯ И НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ: ИХ РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Липецкий государственный технический университет

И.П. Полякова, Т.А. Печурова

В статье рассматривается проблема исследования предсказаний и предвидения с древних времен и до наших дней, а также влияние научного и обыденного прогнозирования на построение будущей картины мира, на формирование образа будущей реальности и затрагивается проблема социальной ответственности за прогнозы, которые влекут за собой неминуемые последствия в общественной жизни.

Сегодня, в крайне непростой для научной и философской мысли период переосмысления ценностей современного общества, вопрос о будущем и, соответственно, о предвидении будущих социальных изменений выходит на первый план. Предвидение представляет собой форму опережающего отражения действительности; в зависимости от степени конкретности и характера исследуемых процессов выделяют несколько форм предвидения: гипотезу, прогноз и план. В данной статье мы будем использовать понятие «прогнозирование», имея в виду научное предвидение.

Как идеи и представления о грядущем могут влиять на материальные процессы действительности? Существует ли взаимосвязь между представлением о событиях в перспективе и реальными предстоящими изменениями? Данное исследование ставит перед собой задачу попытаться ответить на эти вопросы.

Идея о том, что сила мысли способна менять события и влиять на общественные процессы издавна занимала умы ученых и религиозных деятелей. Ещё Конфуций призывал человечество работать над очищением мыслей. Все мировые религии призывают своих последователей иметь чистые помыслы, объясняя, что наказуемы не только дела, но также слова и мысли, так как мысль и желание её воплотить приводят к совершению греха. У. Шекспир писал: «... нет ничего хорошего или плохого: то и другое создает мысль». Известный учёный В.И. Вернадский видел необходимость материалистически объяснить возможности мысли. В своей статье "Несколько слов о ноосфере" учёный размышляет: «Мысль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы?»[1].

Орлов В.В. прямо указывает, что «психические явления неразрывно связаны с более простыми, физиологическими ... каждое психическое явление имеет свою проекцию, индивидуальную основу, физиологический «эквивалент» [14, с. 231]. То есть психические процессы способны до некоторой степени организовывать течение процессов физических.

Иначе говоря, видимый мир не самодостаточен и не включает в себе «достаточной причины» самого себя[3, с.24].

Вопрос о влиянии мысли на материальные процессы с необходимостью поднимает проблему постижения мысли как понятия. Что науке известно о сущности данного понятия? Справочная литература предлагает нам определение мысли как «процесса или результата мышления». [15] Толковый словарь В.И. Даля рекомендует понимать мысль как «всякое одиночное действие ума, разума, рассудка;... представление чего-то, идея» [18]. Таким образом, предлагается понимать мысль как идею или представление отдельного индивида или целого общества о чем-либо.

Феномен мысли очень слабо изучен, и поэтому породил множество теорий о своей природе. Мысль передаёт информацию, распространяется мгновенно, имеет высокую проникающую способность, то есть проникает через все известные естественные среды. Мысль имеет несколько основных способов выражения (таких как звук, визуальный образ, словосочетание, ощущение) и многолика в своих проявлениях (воспоминания, ассоциации,

чувства, убеждения, теории и гипотезы). Таким образом, мы приходим к заключению, что информация о будущем социальной системы (прогноз), содержащаяся в мыслях людей, не имеет преград к распространению, причём распространяется со сверхвысокой скоростью. Для проникновения в самую суть вопроса обратимся к философскому пониманию материи. Материя (от лат. *materia* — вещество) — философская категория для обозначения объективной реальности, которая отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них (объективно) [5].

В данном исследовании предлагается рассмотреть вопрос о влиянии мысли (субъективного представления) как основы построения той или иной прогностической модели на траекторию развития социальной системы.

Мы полагаем, что сложная динамически развивающаяся социальная система - человеческое общество - способна менять направление траектории развития при прогнозировании ее динамики. Наглядным примером является широко известный благодаря А.М. Гендину «прогностический эффект Эдипа» [7, 13]. Остановимся на феномене подробнее. Следует учитывать, что в далёком прошлом способность некоторых людей предвидеть будущее не вызвала сомнений. Более того, наши предки знали о возможных последствиях осуществлённого акта предвидения, когда предсказание события само моделирует будущую ситуацию, как бы являясь толчком к неременному воплощению его в реальность. Под «эффектом Эдипа» в настоящее время понимается феномен «самоосуществления» или «саморазрушения» прогноза целенаправленными решениями или действиями с его учетом [13, с.128]. А. Богданов, выдающийся мыслитель XX века, формулировал этот парадокс несколько иначе, а именно как «принципиальная невозможность предсказания управляемых явлений» [8, с. 611].

В данном исследовании предлагается рассмотреть вопрос о влиянии мысли (субъективного представления) как основы построения той или иной прогностической модели на траекторию развития социальной системы.

Мы полагаем, что сложная динамически развивающаяся социальная система - человеческое общество - способна менять направление траектории развития при прогнозировании ее динамики. Наглядным примером является широко известный благодаря А.М. Гендину «прогностический эффект Эдипа» [7, 13]. Остановимся на феномене подробнее. Следует учитывать, что в далёком прошлом способность некоторых людей предвидеть будущее не вызвала сомнений. Более того, наши предки знали о возможных последствиях осуществлённого акта предвидения, когда предсказание события само моделирует будущую ситуацию, как бы являясь толчком к неременному воплощению его в реальность. Под «эффектом Эдипа» в настоящее время понимается феномен «самоосуществления» или «саморазрушения» прогноза целенаправленными решениями или действиями с его учетом [13, с.128]. А. Богданов, выдающийся мыслитель XX века, формулировал этот парадокс несколько иначе, а именно как «принципиальная невозможность предсказания управляемых явлений» [8, с. 611].

Принимая во внимание данный феномен, необходимо акцентировать внимание не только и не столько на самом прогнозе, но и на возможных последствиях, если он получит воплощение. Необходимо отметить, что при осуществлении прогнозирования философская проблема ценностей и проблема социальной ответственности должны выходить на передний план. Данное обстоятельство дополняет формально-логическую рациональность классической науки представлениями о целерациональных и ценностно-рациональных действиях, направленных в будущее.

Итак, сознание влияет на бытие. Обыденное сознание, несомненно, содержит прогностические элементы. Все его составляющие, начиная с коллективных принципов должного поведения, и заканчивая личными предчувствиями отдельных людей, насыщены представлениями о будущем. В обыденном сознании древних славян содержалось немалое

количество глаголов действия, имеющих отношение к предвидению: предсказывать, предрекать, пророчествовать, прорицать, пророчить, напророчить, накаркать, накликать, и т.п. [11, с.32]. Информация о будущем всегда была значима для людей, именно поэтому древнеславянские слова, связанные с представлениями о будущем, прочно вошли в современный лексикон русского народа. В сложный период социальных, экономических, политических, культурных, моральных и иных трансформаций, затрагивающих общество в настоящее время, представления о будущем стоят в социальной системе на переднем плане, а значит, и влияние данных мыслей на будущее системы многократно усиливается, что делает проблему исследования мысли как прогноза особенно актуальной.

Как однажды заметил А.Н. Уайтхед, «дело будущего быть опасным» [17, с. 176]. Попытаемся доказать, что идеи, «запускаемые» в общественное сознание с помощью СМИ, работают на создание будущего социума – либо негативного, либо позитивного – в зависимости от качества и направленности самих идей. Причём неопределённость (имеется в виду информационная) в данном случае играет важную роль «социального демпфера»<sup>1</sup>.

В 1948г. американским социологом Р.К. Мертоном был предложен термин «самореализующееся пророчество» (англ. *self-fulfilling prophecy*)[9, 10]. Учёный предложил так называть предсказания, влияющие на поведение людей независимо от их волеизъявления, которые в итоге приводят к заранее предсказанным результатам. Самореализующееся пророчество представляет собой изначально ложное определение ситуации, порождающее новое поведение, которое, в свою очередь, и делает изначально ложное представление истинным. Подходящим примером является ситуация, когда, вследствие напряженных отношений война между двумя странами кажется неизбежной. Представители обеих держав, убеждённые в этом, продолжают отчуждение и, соответственно, отвечают на «враждебные» действия противной стороны «оборонительными» действиями. Как следствие, идет подготовка к войне, и в конечном итоге ожидание войны приводит к тому, что она действительно происходит.

Поставленные психологами многочисленные эксперименты<sup>2</sup> показали, что ожидания реализации пророчества во многом определяют как характер действий личности, так и истолкование ею (причём не всегда верное) реакции окружающих, что и провоцирует самоосуществление пророчества. Результаты экспериментов доказывают высказанное нами предположение о том, что любая мысль, а в особенности мысль, связанная с будущими событиями, несёт в себе как элемент определённости, так и неопределённости. Благодаря исследованиям, проведённым для проверки гипотезы о самореализации пророчества, вслед за известным уже «эффектом Эдипа» появился «эффект Пигмалиона», названный так американскими психологами Р. Розенталем и Л. Якобсоном<sup>3</sup>. Суть данного эффекта можно выразить так называемой теоремой Томаса: «Если человек определяет ситуацию как реальную, она — реальна по своим последствиям». Таким образом, мы приходим к заключению, что прогнозируемое явление подвержено субъективному влиянию человеческой мысли и под воздействием этого влияния оно может менять направление развития. Данное обстоятельство делает практически невозможным однозначное

---

<sup>1</sup> Демпфер-(Dämpfer — глушитель, от dämpfen — заглушать)- устройство для гашения, ослабления (демпфирования) или предотвращения механических колебаний, возникающих в машинах и приборах при их работе (гидравлические, механические, пневматические). ru.wikipedia.org/wiki/Демпфер.

<sup>2</sup> Например, эксперимент с симпатией, результатом которого стал факт копирования поведения другого человека в паре, если такое поведение было заранее известно, причем независимо от того, истинно оно или ложно. Curtis, R. C., & Miller, K. (1986). Believing another likes or dislikes you: Behavior making the beliefs come true. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51.

<sup>3</sup> «Эффект» получил своё название по смысловой ассоциации с пьесой Б. Шоу «Пигмалион», в которой профессор выигрывает пари, превращая цветочницу в настоящую леди.

предсказание конкретного события. Таким образом, первостепенной задачей «...пробуждающего прогноза может быть только одно: напомнить человеку о нем самом» [16, с. 9]. С другой стороны, прогностическая способность мысли позволяет повлиять на формирование желаемого будущего в разумных пределах. Основой данного умозаключения является древнегреческое учение о логосе (Λόγος). Одним из основополагающих составляющих данного понятия является категория мысли, или намерения, предвечной божественной мысли, которая постоянно творит материальный мир, пронизывает его и связывает воедино. Возвращаясь к теме «самореализующегося пророчества», отметим, что для прекращения деструктивного движения по кругу, то есть для выхода из положения, когда верование определяет реальность, необходимо отказаться от первоначальной дефиниции ситуации, запуская круговое движение. И когда первоначальное предположение ставится под вопрос и вводится новое, расширенное, определение ситуации, дальнейшее развитие событий опровергает предположение. Обратимся к рассмотрению идеи альтернативы прогнозируемого события.

Многие известные предсказатели указывали на наличие некоей альтернативы при претворении предсказания в жизнь. Об этом, в частности, говорил Р. Неро<sup>4</sup>. Провидец, скрывающийся под псевдонимом «Чёрный паук», рассчитал второй вариант для многих событий; он утверждал, что изменение, коррекция судьбы возможно не только для отдельной личности, но и для народов, и всей цивилизации в целом. Неро подчеркивал, однако, что лучшая альтернатива не даётся без приложения коллективных сознательных усилий. Кроме Р. Неро, о возможности иного, альтернативного будущего упоминали и другие предсказатели, такие как Ванга и Хейро (граф Луис Хамон). Можно предположить, что альтернативность будущего обусловлена как неустойчивостью и нелинейностью самой социальной системы, с одной стороны, так и неопределённостью мысли, с другой. Неопределённость – ситуация, когда точное предсказание живым существом поведения какого-либо объекта в принципе невозможно, например, из-за ограниченности возможностей («мощности») сознания [12, с.34]. Апеллируя полученными данными, произведём некоторые уточнения. Существуют потенциальные состояния за точкой неустойчивости социальной системы, которые могут быть достигнуты при условии преодоления ограниченности социального сознания в процессе прогнозирования. Методика разработки альтернативных прогнозов в настоящее время активно разрабатывается в различных областях человеческой деятельности<sup>5</sup>. Для выполнения условия достоверности альтернативных сценариев необходимо соблюдение ряда условий, или принципов, как-то: принцип непрерывности (систематический сбор и изучение поступающей дополнительной информации и внесения изменений в прогноз по мере её поступления). Для достижения данного принципа целесообразно использование современных методов математического моделирования с применением метода нечетких множеств. Не менее важен принцип параллельности – для построения одного целостного прогноза с достоверными альтернативными сценариями развития целесообразно привлекать специалистов различного профиля, например, философов, математиков, экономистов и ряд других не менее важных принципов. Подробное рассмотрение принципов альтернативного социального прогнозирования – задача широкомасштабная и её осуществление не представляется возможным в рамках данного исследования.

В заключение хотелось бы привести слова Б.Паскаля, как нельзя лучше обобщающие сказанное выше: «Сегодня вы там, куда вас привели вчерашние мысли, а завтра будете там, куда вас приведут сегодняшние»[19].

---

<sup>4</sup> Свои предсказания Р. Неро увековечил в "Вечной книге", написанной не позднее XVII века. Рапо Неро в переводе означает «Чёрный паук». Считается, что под этим псевдонимом писал монах-францисканец, живший в XIV-XV вв. во Флоренции.

<sup>5</sup> Например, альтернативные прогнозы явлений погоды, альтернативное прогнозирование социальных изменений. Причем, в настоящее время появляются таблицы оправдываемости альтернативных прогнозов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вернадский, В.И. Научная мысль как планетное явление [Текст] / В.И. Вернадский / Отв. ред. А.Л. Яншин. – Москва: Наука, 1991.- 68с.
2. Петросян, Я.В. Методика разработки альтернативных прогнозов явлений погоды на основе нейронных сетей: [Текст] дис. канд. геогр. наук: 25.00.30 / Я.В. Петросян. - Воронеж, 2001.- 175 с.
3. Хэтчер, У. Размышления о Всевышнем [Текст] / У. Хэтчер. – Санкт-Петербург: Комкон, 1994. – С. 24-27.
4. Успенский, В.Ф. Апология математики [Текст] / В.Ф. Успенский. – Санкт-Петербург: Амфора, 2011.- 48 с.
5. Материя [Электронный ресурс] URL: ru.wikipedia. org/wiki/ (дата обращения 17.05.2016г.)
6. Гендин, А.М. Предвидение и цель в развитии общества [Текст] / А. М. Гендин. - Красноярск: КГПИ, 1970. - 435 с.
7. Гендин, А. М. "Эффект Эдипа" и методологические проблемы социального прогнозирования [Текст] / А.М. Гендин // Вопросы философии. – 1970. – № 5. – С. 80-89.
8. Социология в России [Текст] / Под ред. В.А. Ядова. -2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство Института социологии РАН, 1998. - 722с.
9. Merton, R. K. Social Theory and Social Structure [Text] / R.K. Merton // Free Press, 1968. – P. 477.
10. Merton, R. K. The Self-Fulfilling Prophecy [Text] / R.K. Merton // The Antioch Review – Vol. 8. – No. 2 (Summer, 1948) – P. 193-210.
11. Асеева, И.А. Образы прогностического опыта в науке и культуре: на пути к интегративной модели: [Текст] дис. д-ра филос. наук: 09.00.08 / И.А. Асеева. – Москва, 2010. - 344 с.
12. Бутейко, В.К. Модель интеллекта для решения задач управления качеством мышления [Текст] / В.К. Бутейко // Кибернетика и высокие технологии XXI века: IX междунар. науч.-практ. конф., 13-15 мая 2008 г. – Воронеж, 2008. – Т. 1. – С. 28-39.
13. Васильев, Я.Ю. Эффект Эдипа и его гносеологический анализ [Текст] / Я.Ю. Васильев // Философские исследования. – 2006. – № 1. – С. 126-141.
14. Орлов, В.В. Основы философии. Общая философия: учеб. пособие [Текст] / В.В. Орлов. – Пермь: Пермский университет. – 2006. – 377 с.
15. Философский словарь [Текст] / Под ред. И.Т. Фролова. – Москва: Республика, 2001. - 719 с.
16. Пантин, В.И. Философия исторического прогнозирования: ритмы истории и перспективы мирового развития в первой половине XXI века [Текст] / В.И. Пантин, В.В. Лапкин. – Дубна: Феникс+, 2006. – 448 с.
17. Уайтхед, Альфред Норт. Приключения идей [Текст] / Альфред Норт Уайтхед; перевод с англ. Л.Б. Тумановой. – Москва: ИФРАН, 2009. – 383 с.
18. Даль, В.И. Толковый словарь живого великорусского языка [Текст] / В.И. Даль. – Москва: Пашков дом, 2004. – 136 с.
19. Блез Паскаль. Мысли [Электронный ресурс] URL: <http://azbyka.ru/otechnik/konfessii/mysli-paskal/> (дата обращения: 06.08.2016).

Ключевые слова: прогнозирование, представление, мысль, материальные процессы, самореализующееся пророчество.

Сведения об авторах:

Полякова Ирина Павловна, доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой философии Липецкого государственного технического университета.

Печурова Татьяна Анатольевна, ассистент кафедры истории, теории государства и права и конституционного права Липецкого государственного технического университета.

E-mail: Ir.P.Polyakova@yandex.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 697.4

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В  
ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ СЕКТОРЕ**

Липецкий государственный технический университет

Т.Г. Мануковская, В.А. Стерлигов,  
Е.М. Крамченков, Ю.И. Дедов

В статье на примере двух квартир проведен сравнительный анализ годовых платежей индивидуальных собственников в многоквартирных жилых домах в г. Липецке. Предложены мероприятия, направленные на повышение энергоэффективности жилищно-коммунального сектора, которые приведут к снижению коммунальных платежей.

В регионах России с 2010 года при участии Фонда содействия реформированию ЖКХ в процессе строительства многоквартирных домов и проведения капитальных ремонтов зданий используются энергоэффективные технологии. Это позволяет сократить потребление энергоресурсов и уменьшить размер платежей за коммунальные услуги [1].

В последние годы весьма интенсивно развивается жилищное строительство в городах и поселениях страны. Так только в г. Липецке в 2015 году сдано в эксплуатацию более 500 тысяч м<sup>2</sup> современного жилья, которое ежегодно вливается в структуру жилищно-коммунального хозяйства.

На этапе строительства и ввода в эксплуатацию нового и реконструируемого жилья, интеграция его в существующее городское хозяйство является одной из основных задач ЖКХ городов и поселений. При этом энергоэффективность коммунального сектора это не только экономическая, но и общегосударственная задача, решение которой должно обеспечить как создание комфортных условий проживания населению страны, так и снижение финансовых затрат по услугам ЖКХ. При проведении реформ в ЖКХ одной из главных целей является энерго- и ресурсосбережение и затем на их основе снижение затрат за коммунальные услуги [2]. Для этого в ближайшие годы необходима разумная интеграция объектов нового строительства в инфраструктуру городов и поселений, модернизация инженерных сетей и систем энергопотребления зданий, ликвидация аварийного жилья, и создание мотивации к сокращению расходов потребления энергоресурсов.

Энергоэффективность ЖКХ определяется реформированием механизма ценообразования, переходом к экономически обоснованным тарифам на энергоресурсы при одновременной социальной поддержке малоимущих граждан. Следует отметить, что в среднем по России оплата потребителями услуг ЖКХ составляет 88,5% от стоимости, выставяемой управляющими компаниями и другими структурами, эксплуатирующими здания и инженерные системы. При этом, потребители по-прежнему оплачивают существенные потери ресурсов и энергии: потери воды достигают 20%, электроэнергии до 15%, тепловой энергии до 40% [3].

В Российской Федерации с ноября 2009 года действует закон № 261-ФЗ об энергосбережении, обязывающий собственников устанавливать приборы учета ресурсов тепловой и электрической энергии и расплачиваться только по их показаниям, а также определяет требования к энергетической эффективности зданий. На основании этого должна проводиться разработка и реализация программ повышения энергоэффективности. Однако в деятельности ЖКХ четко прослеживается решение только текущих задач. Так, например, в

Приморском крае в ходе анализа целевых муниципальных программ энергосбережения формально подошли к обязательному энергетическому обследованию зданий и разработке планов повышения энергетической эффективности территорий. Завышены удельные расходы теплоты на отопление зданий, имеет место рост тарифов на тепло- и водоснабжение и т.д. [4]. В публикации [5] при оценке потенциала энергосбережения в коммунальных системах теплоснабжения отмечены энергетические затраты, завышенные в стоимостном выражении в 1,66...1,83 раза в сравнении с эффективно работающей системой.

Реформирование жилищно-коммунальной сферы – длительный процесс и, несмотря на ряд преобразований и изменений в этой области, многие проблемы российского жилищного фонда все еще остаются нерешенными. В частности, вопросы повышения эффективности потребления энергоресурсов в жилищном фонде можно поставить на одно из первых мест в сфере ЖКХ. По мнению авторов [6] снижения энергопотребления в ЖКХ можно добиться путем образования во всех субъектах федерации так называемых «классов энергоэффективности». В соответствии с законом № 261-ФЗ и постановлением Правительства РФ №18 от 25.01.2011г. в настоящее время зданиям, вновь вводимым в эксплуатацию, и после проведенного капитального ремонта, присваиваются классы энергетической эффективности. При этом одной из задач по повышению энергоэффективности ЖКХ и снижению коммунальных платежей является необходимость повышения эффективности не только самих зданий, но и систем отопления, горячего водоснабжения, электроснабжения и др.

Для потребителей эффективность и в том числе энергоэффективность ЖКХ определяется в виде коммунальных платежей за использование энергоресурсов и услуги. Затраты в структуре оплаты за предоставленные жилищно-коммунальные услуги (ЖКУ) зависят не только от качества эксплуатации здания, но и от энергоэффективности систем жизнеобеспечения. Для их оценки выполнен статистический анализ годовых платежей индивидуальных собственников квартир в многоквартирных жилых домах. На рис.1, 2 в качестве примера представлены годовые платежи собственникам двух квартир, выставленные управляющими компаниями г. Липецка. Квартиры характеризуются следующими показателями. Одна трехкомнатная квартира, промежуточная, общей площадью 84,7 м<sup>2</sup>, на 8-м этаже 10-ти этажного крупнопанельного дома, постройки 2003 г. Квартира оснащена приборами учета холодной и горячей воды. Горячее водоснабжение выполнено по закрытой схеме. Другая квартира четырехкомнатная, промежуточная, общей площадью 101,4 м<sup>2</sup>, на 3-м этаже пятиэтажного кирпичного дома постройки 1975г. Приборы учета холодной и горячей воды отсутствуют. Горячее водоснабжение выполнено по открытой схеме. Обе квартиры оборудованы приборами учета электрической энергии.

Обработка квитанций на оплату коммунальных услуг по квартирам за год позволила получить данные по среднегодовой структуре платежей за ЖКУ (рис.1, 2). Так среднегодовая месячная плата (в ценах 2015 года) за ЖКУ для трехкомнатной квартиры составила 4930 руб., для четырехкомнатной – 7487 руб. Картина платежей за предоставляемые услуги показана на рисунках.

Анализ рис.1, 2 показывает, что основные платежи за коммунальные услуги в течение года составляют платежи на содержание жилья (39,71% и 24,38%) и платежи за тепловую энергию на отопление – 36,33 и 26,16%. Затраты за потребленную электроэнергию примерно одинаковы и составляют 9,84 и 11,95%.

Существенное расхождение в доле платежей составляет оплата за воду. Так за горячую воду в квартире при закрытой схеме ГВС и наличии приборов учета доля платежей составляет 5,35%, а при открытой схеме и отсутствии приборов учета – 24,71% .

Оплата за холодную воду при наличии приборов учета составила 2,79%, без приборов учета – 7,5%. Соответствующее расхождение имеют и платежи за водоотведение – 1,54 и 5,88%.

Из рисунков видно, что основными затратами в структуре платежей за ЖКУ является плата за содержание жилья и отопление. Анализ платежей по некоторым другим жилым

зданиям в г.Липецке также показывает, что эти затраты являются наибольшими. Ориентируясь на проведенное исследование считаем, что энергоэффективность ЖКХ в первую очередь должна быть повышена за счет снижения затрат на отопление, а именно повышением теплозащиты зданий, конструктивной эффективностью и управляемостью системы отопления и поквартирным учетом расходов теплоты на отопление.

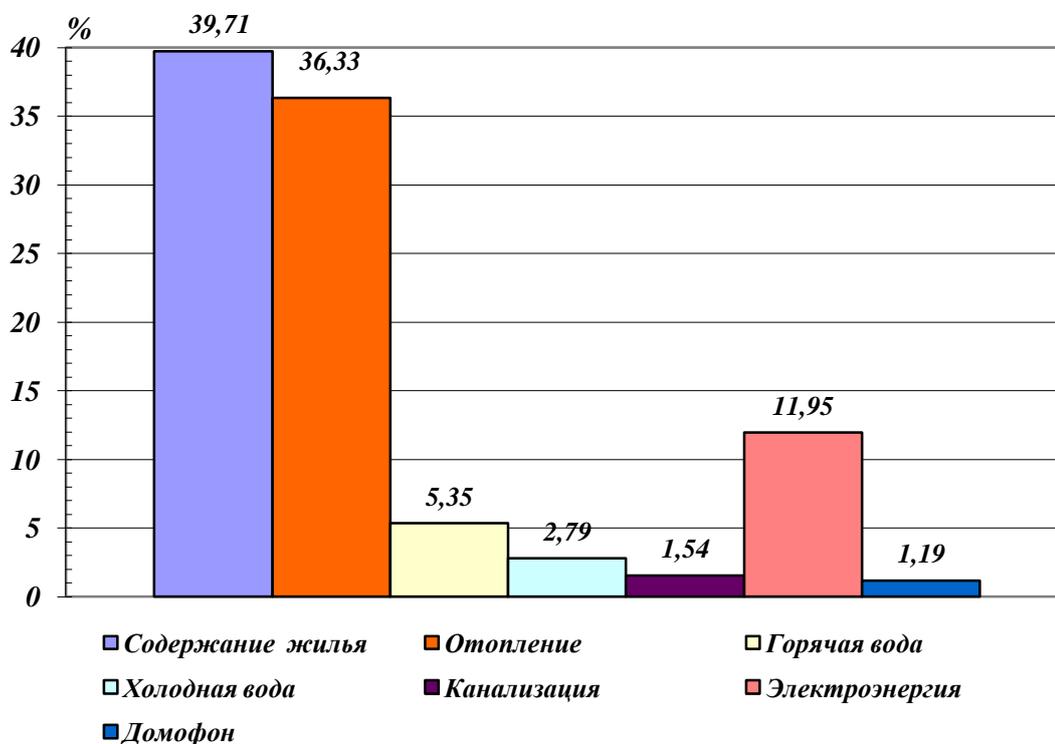


Рис. 1. Среднегодовая структура платежей за ЖКУ для 3-х комнатной квартиры площадью 84,7 м<sup>2</sup>

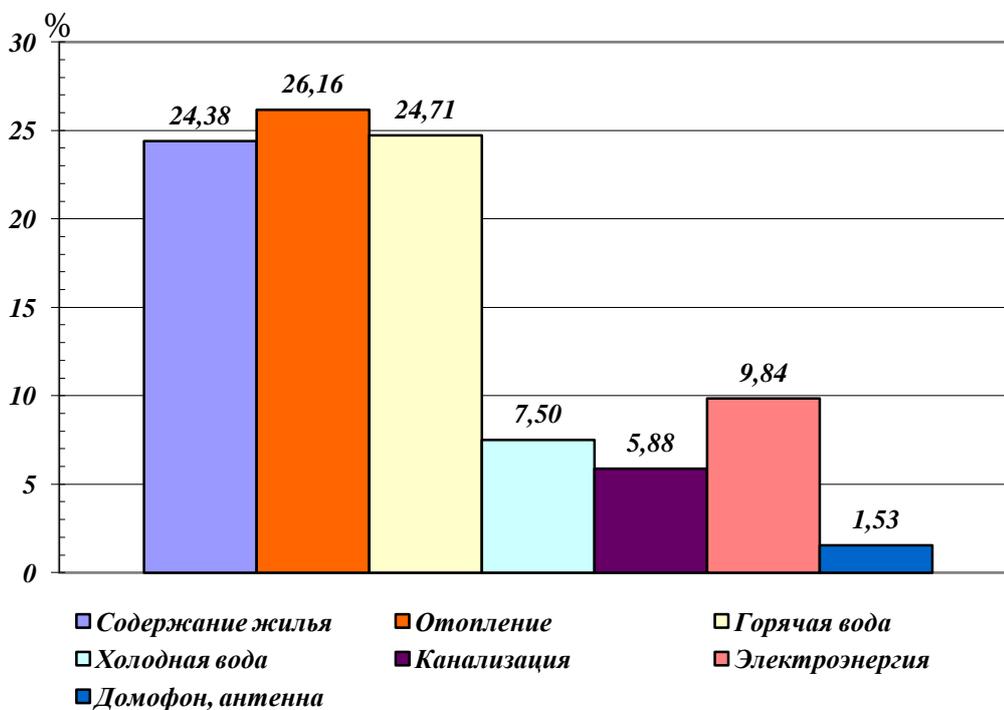


Рис. 2. Среднегодовая структура платежей за ЖКУ для 4-х комнатной квартиры площадью 101,4 м<sup>2</sup>

К сожалению, в настоящее время стремление как производителей, так и продавцов тепловой энергии продать больше ресурсов и получить дополнительную прибыль является тормозом энергосбережения. Поэтому строительство новых и реконструкция существующих объектов теплоснабжения должно осуществляться в соответствии с утвержденной муниципальной местной властью программой повышения энергоэффективности [6].

Существующее постановление Правительства РФ №1129 от 09.12.2013г. «О внесении изменений в требования к правилам определения класса энергоэффективности многоквартирных домов» направлено на необходимость учитывать удельные расходы энергетических ресурсов на вентиляцию, отопление, горячее водоснабжение, электроснабжение, в том числе для мест общего пользования. Базой расчета этих показателей энергоресурсов должны стать данные приборов учета [7]. В связи с чем для эксплуатируемых зданий можно определить перечень мероприятий на снижение затрат на ЖКХ в следующей последовательности:

1. Провести паспортизацию зданий, потребляющих услуги ЖКХ с составлением единого структурированного реестра как-то: жилые здания, общественные здания, административные здания, культурно-зрелищные объекты, промышленные объекты.

2. Выполнить техническое обследование, в том числе энергетическое с разработкой энергопаспорта с присвоением технической оценки зданию как: ликвидировать, реконструировать, ремонтировать, эксплуатировать с удовлетворительной эффективностью, с отличной эффективностью.

3. В процессе паспортизации определить для каждого здания по потреблению ЖКУ удельные расходы воды, тепловой энергии, электроэнергии, газа, массу твердых бытовых отходов и т.д., и занести их в общий реестр.

4. Разработать областные, городские нормативы энергоэффективности каждого объекта с присвоением ему соответствующего класса и утвердить для них нормы расхода ресурсов.

5. На основе обследований разработать технические проекты инженерных систем зданий, их ремонта или реконструкции, причем как систем, так и самих зданий, либо выполнить регулирование и наладку систем отопления, холодного и горячего водоснабжения для доведения их энергоэффективности до нормативов.

Очевидно, что для лучшей энергоэффективности и снижения платы за услуги ЖКХ работу по снижению потребления энергоресурсов надо начинать с самых весомых затрат на коммунальные услуги – с затрат на содержание жилья и отопление зданий и сооружений.

Все указанное позволит проводить дифференцированный подход к оплате за ЖКУ и повысить энергоэффективность жилищно-коммунального сектора.

Последовательная реализация изложенного приведет к снижению основной доли коммунальных платежей.

## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Савранский, А.А. Достижение эффекта энергосбережения при возведении жилых домов [Текст] / А.А. Савранский // Энергосбережение. – 2015. – № 4. – С. 12-16.

2. Наумов, А.Л. Концепция научно-методологического сопровождения реформы теплоэнергетики жилищно-коммунального хозяйства [Текст] / А.Л. Наумов // Энергосбережение. – 2002. – №6. – С. 6.

3. Басаргин, В.Ф. Состояние жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации в 2008-2009 гг. [Текст] / В.Ф. Басаргин // Новости теплоснабжения. – 2009. – № 4. – С. 5-8.

4. Гришан, А.А. Оценка некоторых параметров целевых муниципальных программ энергосбережения в Приморском крае [Текст] / А.А. Гришан // Промышленная энергетика. – 2014. – №7. – С. 2-7.

5. Николаев, Ю.Е. Оценка потенциала энергосбережения в коммунальных системах теплоснабжения [Текст] / Ю.Е. Николаев // Промышленная энергетика. – 2014. – №9. – С. 2-

6. Липатов, Ю.А. Актуализация Российского законодательства в области энергосбережения и энергоснабжения [Текст] / Ю.А. Липатов // Энергосбережение. – 2016. – №4. – С. 4-10.

7. Фадеев, А.В. Классы энергоэффективности зданий и базовые показатели энергопотребления [Текст] / А.В. Фадеев // Энергосбережение. – 2016. – №3. – С. 10-14.

Ключевые слова: энергоэффективность жилищно-коммунального хозяйства, инженерные системы зданий, энергосбережение, затраты на коммунальные услуги.

Сведения об авторах:

Мануковская Татьяна Григорьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Липецкого государственного технического университета.

Стерлигов Вячеслав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Липецкого государственного технического университета.

Крамченков Евгений Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Липецкого государственного технического университета.

Дедов Юрий Иванович, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kafpte@rambler.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30

УДК 796.92

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРОВ И ЛЫЖЕРОЛЛЕРОВ ПРИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ВУЗАХ**

Липецкий государственный технический университет

В.М. Жуков

В статье говорится о необходимости использования при специальной подготовке лыжников-гонщиков (наряду с применением основных средств и способов передвижения на лыжах ) тренажеров и лыжероллеров как наиболее эффективных средств.

В подготовительном периоде лыжниками используются различные средства тренировки: кросс, имитация лыжных ходов с палками и без и так далее. В последние годы стали использоваться тренажеры и лыжероллеры. В свою очередь важно дифференцировать каждое из средств тренировки, определив их значимость в решении поставленных задач, направленных на повышение спортивного мастерства.

Кроме повышения спортивного мастерства, тренер-преподаватель должен решать задачи педагогического характера:

- воспитание морально-волевых качеств;
- воспитание психологической устойчивости в сложных условиях;
- приобретение студентами теоретических и тактических знаний, необходимых при занятиях спортом.

Средствами спортивной тренировки в подготовительном периоде лыжников являются упражнения, которые соответствуют структуре передвижения на лыжах, воздействуют на функциональную систему, а также на характер проявления мышечных усилий во время движения.

Все упражнения подразделяются на основные (соревновательные), специально подготовительные, общеразвивающие и вспомогательные.

К общеразвивающим относятся те упражнения, которые направлены на развитие силы, ловкости, скорости и выносливости. Для этого используются такие виды спорта, как гребля, спортивные игры, плавание, легкая атлетика, велоспорт, туризм, гимнастика.

Основными средствами служат все способы передвижения на лыжах, а также вся соревновательная деятельность на лыжах.

К специальным подготовительным упражнениям относятся имитационный бег с палками и без палок, использование лыжероллеров, специальных тренажеров и работа с резиновыми амортизаторами.

Вспомогательные средства служат связующим звеном между основными и специально-подготовительными упражнениями.

Необходимо использовать все средства и упражнения, направленные на решение поставленных задач, непосредственно реализующих соревновательную деятельность.

Все средства тренировки рекомендуется применять дифференцированно, с целью направленного воздействия на активную работу и развитие мышц, непосредственно реализующих соревновательную деятельность, стимулирующую в этих мышцах и других компонентах специализированной функциональной системы развертывания механизмов приспособления, аналогичных с происходящими в процессе соревнований.

Проводимые ранее исследования касались использования специальных средств тренировки применительно к классическому стилю передвижения на лыжах. Поэтому рассмотрение средств тренировки, используемых в подготовительном периоде с целью подготовки к гонкам коньковым ходом, является актуальным направлением научных исследований.

В исследованиях использовались педагогические методы: анкетирование, анализ дневников, тренировок и тренировочных планов, измерение основных параметров, техники различных передвижений (лыжероллеры, прыжковая имитация в подъемы, кросс и бег с отталкиванием лыжными палками). Исследования проводились с участием лыжников-гонщиков высокой квалификации, членов сборной команды ЛГТУ и Липецкой области.

Анализируя исследования и публикации последних лет, а также опыт тренировок, можно сделать выводы об эффективности и целесообразности использования тренажеров и лыжероллеров, которые являются одним из основных средств подготовки лыжников в подготовительном периоде и используются, главным образом, для совершенствования техники передвижения на лыжах и развития специальных физических качеств.

Лыжероллеры делятся на классические и коньковые, различаются конструкцией платформ, диаметром и шириной колес, а также материалом, из которого они сделаны. Вследствие этого лыжероллеры имеют различные скоростные характеристики.

Скорость передвижения на лыжероллерах выше, чем на лыжах, особенно это наблюдается на равнинных участках и спусках. На подъеме 10-12 градусов скорость лыжника, передвигающегося на лыжероллерах, достигает скорости 4-5 м/с, на лыжах этот показатель ниже: 2,5-3,5 м/с. Из этого следует, что лучше использовать лыжероллеры менее скоростные, которые по кинематическим характеристикам наиболее близки к передвижению на лыжах.

Передвижение на лыжероллерах позволяет воспроизводить движения (ходы, переходы повороты, спуски) фазовую структуру, кинематические и угловые характеристики. В отличие от конькового хода, где имеется большее сходство с передвижением на лыжах, при передвижении классическим стилем имеет факт так называемого "проскальзывания", при передвижении на лыжероллерах этого нет. Длина проката, а также фаза одноопорного скольжения при передвижении на лыжероллерах больше.

Передвижение на лыжероллерах коньковыми ходами имеет большее сходство с передвижением на лыжах, поэтому этот способ необходимо использовать в процессе тренировок.

Наряду с применением лыжероллеров в тренировочном процессе стало широко использоваться как специально-подготовительное средство передвижение на роликовых коньках. В связи с этим следует учитывать полезность использования тренажерных устройств при подготовке лыжников.

Замена деревянных лыж на пластиковые предъявляет особые требования к технике отталкивания рукой и ногой. По характеру толчок стал не "жимовым", а ударно-скоростно-силовым, сократилось время отталкивания, увеличилась быстрота нарастания усилий.

Это вызвало необходимость увеличения скоростно-силовой подготовки как в подготовительном, так и соревновательном периоде тренировки. Применение различных тренажеров позволяет решать эти задачи.

Использование тренажеров носит специализированный характер, их необходимо использовать дифференцировано, в зависимости от конкретно поставленных задач. Специально подобранные тренажеры позволяют воспроизводить упражнения, схожие с техникой передвижения на лыжах, а также регламентировать режим выполнения отрабатываемых движений за счет особенностей конструкций тренажеров.

Например, устройство тренажера "Тележка" (рис. 1) позволяет регулировать нагрузку изменением наклона тренажера и интенсивностью выполнения упражнений. Длительная (5-

10 мин), но слабоинтенсивная работа на тренажере способствует развитию силы, силовой и общей выносливости. Работа с сильной или предельной интенсивностью (5-10 с) позволяет совершенствовать скоростно-силовую подготовку.

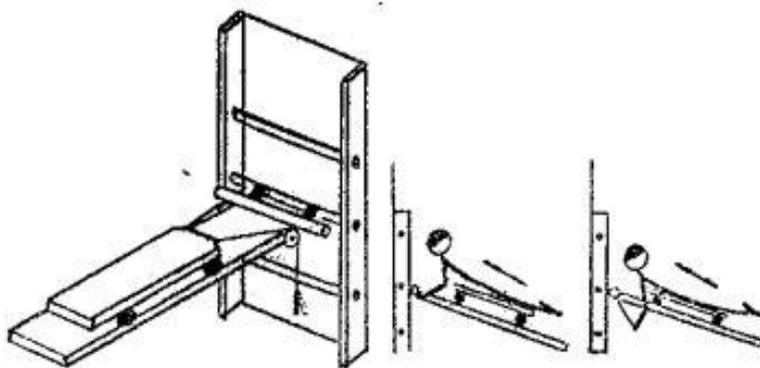


Рис.1. Тренажер «тележка»

При транспортировке за собой салазок с различными грузами, лыжник развивает дополнительные усилия при отталкивании ногами и руками, которые, как показали демографические исследования, значительно превышают привычные величины силы при толчковых действиях в передвижениях на лыжах. Так, по мере увеличения нагрузки на транспортируемые за лыжником салазки (5, 10, 15, 20 кг) величина горизонтальной составляющей возросла соответственно на 20,6; 22,0; 29,0; 32,3 кг.

Следовательно, с применением данного тренажера возникают реальные возможности для преодоления «скоростно-силового барьера» при толчке ногой и предпосылки дифференцированного совершенствования техники подседания и отталкивания в разнообразном режиме во всех ходах.

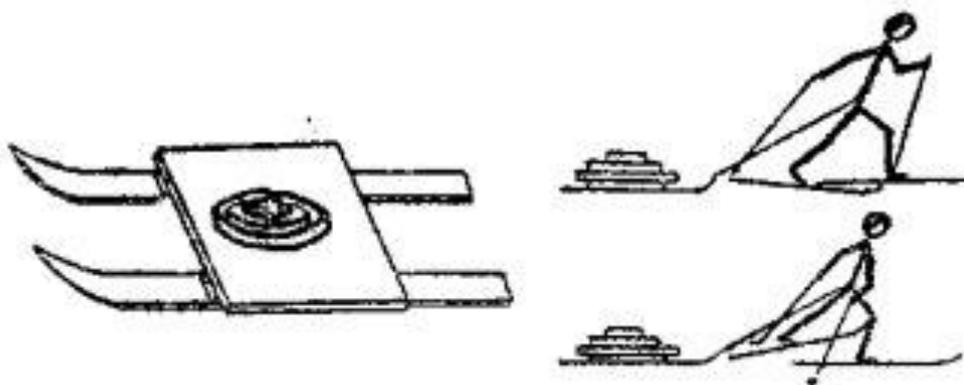


Рис.2. Тренажер «салазки»

Тренажер «Лыжный тредбан» представляет собой достаточно сложную механическую конструкцию, позволяет лыжнику имитировать движения попеременного двухшажного хода как с палками, так и без них. Возможен вариант имитации работы рук в одновременных лыжных ходах. Тренировка на данном тренажере позволяет моделировать физическую нагрузку по мощности и интенсивности, совершенствовать технику движения попеременных ходов и работу рук в одновременных лыжных ходах, развивать специальные качества и проводить тестирование работоспособности лыжника-гонщика.

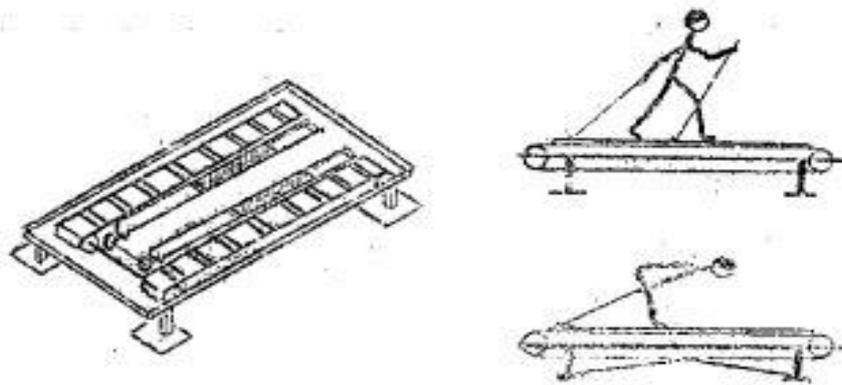


Рис.3. Тренажер «лыжный тредбан»

Основой для создания лыжного самоката может служить обычный детский самокат, лучше на колесах с надувными шинами. Его необходимо переоборудовать: для удобства отталкивания ногой и уменьшения вертикальных колебаний уменьшить клиренс, высоту над опорой до 5 см, удлинить площадку самоката на 30-50 см, чтобы спортсмен имел возможность принять необходимую стойку лыжника в одноопорном прокате при отталкивании.

Исследования показали, что при передвижении на самокате лыжник эффективно развивает «быструю силу». Сила толчка ногой по вертикальной составляющей в среднем равна - 110 кг, по вертикальной - 40 кг, а время отталкивания – 0,10 сек, что отвечает современным требованиям подготовки лыжника. Отталкивание ногой (при смене ног) можно выполнять как в переднезаднем направлении, так и боковым упором (как в коньковых ходах).

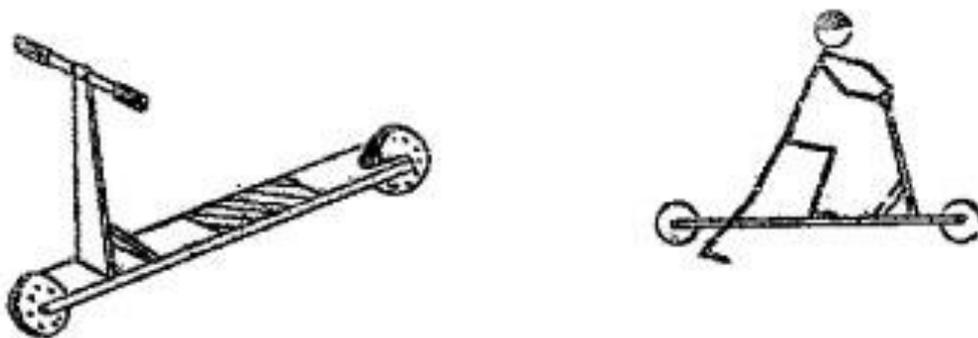


Рис.4. Тренажер «самокат»

Существует большое количество имитаторов рук от простых до более сложных. В числе наиболее простых используется обыкновенный резиновый жгут, прикрепленный к чему-либо, снабженный на концах лыжными лямками. Лыжник в процессе имитации работы рук преодолевает сопротивление резинового жгута. В процессе имитации работы рук лыжник может применять одновременную работу рук, попеременную и комбинированную. При этом он может дозировать нагрузку за счет темпа, продолжительности работы и упругости жгута. Простота конструкции, возможность самостоятельного изготовления и транспортабельность делают тренажер доступным для широкого использования в учебно-тренировочном процессе лыжников-гонщиков различной квалификации. В практике известны и другие имитаторы рук, более сложные, такие, как тренажеры на пружинной основе, блочного характера, изокинетические. Однако характер их работы основан на том же принципе.



Рис.5. Тренажер «имитатор рук»

В последние годы стремительно возросла скорость передвижения на лыжах, а, следовательно, и результаты. Разработка и использование в тренировочном процессе методических приемов, позволяющих создать условия для предельного проявления двигательных способностей по основным параметрам технического мастерства, является важной и актуальной задачей, стоящей перед педагогами. В настоящее время значительная часть тренировочной работы выполняется значительно ниже соревновательной, что оправдано с точки зрения развития и реализации функциональных возможностей спортсмена, но не может положительно оцениваться с точки зрения укрепления технической подготовки, совершенствование которой на замедленной скорости подрывается.

Совершенствование технического мастерства может быть существенным образом улучшено на основе применения новых методических приемов, реализуемых через использование тренажерных комплексов, которые позволяют создавать специально подобранные искусственные условия выполнения, так называемые «системы облегчающего лидирования».

Чтобы облегчить лыжнику-гонщику выполнение упражнений, применяются тренажерные устройства типа «подвески» и «подтяжки», оборудованные на движущемся механическом средстве – мотоцикле, снегоходе «Буран» или стационарно, в виде тросовой системы, натянутой между двумя опорами и приводимой в движение электромотором. Эти тренажерные устройства решают задачу создания дозированных нагрузок для того, чтобы вывести на непривычный скоростной режим работы и моделировать скоростно-ритмовую структуру движений лыжника-гонщика.

Наличие конструктивных элементов при использовании тренажеров позволяет, помимо воспроизведения упражнений в специально созданных для этого условиях, регламентировать режим выполнения движений и оценивать их.

Однако при использовании тренажеров имеются различные недостатки, негативно влияющие на технику лыжника-гонщика. Чтобы этого избежать, необходимо подходить к применению тех или иных приспособлений дифференцировано, в зависимости от поставленных задач.

Выводы.

1. Лыжероллеры наиболее близки по структуре движений к передвижению на лыжах. Элементы техники при передвижении на лыжероллерах присущи для лыжных гонок, но более высокая скорость передвижения на лыжероллерах и отсутствие момента «проскальзывания» при передвижении классическим стилем негативно влияет на формирование техники.

2. Важным средством в тренировочном процессе являются различные приспособления и тренажеры. Имея ряд недостатков, они позволяют максимально приблизиться к необходимым параметрам в технике выполнения движений, повысить функциональные возможности лыжника-гонщика на различных этапах.

3. Кроме использования в тренажерном процессе лыжероллеров и тренажеров, необходимо широко использовать бег по пересеченной местности, имитационные упражнения, передвижение по искусственной лыжне, а также другие виды спорта.

4. При использовании лыжероллеров и тренажеров в учебно-тренировочном процессе необходимо соблюдение педагогических принципов:

- индивидуальный подход к занимающимся;
- учет квалификации спортсменов;
- доступность упражнений;
- осуществление врачебного контроля или самоконтроля занимающимся.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Раменская, Т.И. Специальная подготовка лыжника [Текст] / Т.И. Раменская. Учебная книга. – Москва: СпортАкадем-Пресс, 2001. – 228 с.

2. Кузнецов, В.К. Силовая подготовка лыжника [Текст] / В.К. Кузнецов. – Москва: Физкультура и спорт, 1982. – 96 с.

3. Юшкевич, Т.П. Тренажеры в спорте [Текст] / Т.П. Юшкевич, В.Е. Васюк, В.А. Буланов. – Москва: Физкультура и спорт, 1989. – 318 с.

4. Ермаков, В.В. Применение тренажеров в подготовке лыжников-гонщиков и биатлонистов [Текст] / В.В. Ермаков, О.Ю. Солодухин, Н.П. Копьев. – Смоленск: 1986. - 34 с.

Ключевые слова: тренировка, лыжероллеры, тренажеры, специальная подготовка, лыжники-гонщики.

Сведения об авторе:

Жуков Владимир Михайлович, доцент кафедры физвоспитания Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-fv@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Blumin S.L., Borovkova G.S.

**LAGRANGE ANALYSIS OF FINITE FLUCTUATIONS OF COMPLEX  
DEPENDENCIES**

The mathematical foundations of the Lagrange analysis of finite fluctuations of complex dependencies are presented. Complex dependencies of functions with matrix arguments and the dependencies of individual sets of parameters of various lengths are considered. An example of calculation on the Cobb-Douglas function is given.

Keywords: finite fluctuations analysis, complex functions, economic factor analysis, Lagrange theorem

Shmyrin A.M., Mishachev N.M.,  
Kosareva A.S.

**CLUSTERING OF A LOADED NEIGHBORHOOD STRUCTURE**

The metrics on the nodes of a loaded neighborhood structure and some examples of clustering a loaded neighborhood structure are considered.

Keywords: loaded neighborhood structure; metrics; clustering.

Kudinov Yu.I., Pashchenko F.F.,  
Kelina A.Yu., Volkova A.A.

**DESIGN AND ADJUSTMENT OF THE ANALYTICAL TS FUZZY PD  
REGULATOR**

The method of the optimization of adjustment parameters of the analytical Tagachi - Sugeno (TS) fuzzy PD regulator in a close control system by means of MATLAB is suggested.

Keywords: analytical TS fuzzy PD regulator, parameters of adjustment, optimization, decoupling of parameters, MATLAB.

Sedykh I.A., Stegantsev N.V.

**MODELING THE CEMENT PRODUCTION ON THE BASIS OF QUEUING SYSTEMS  
USING GPSS**

An example of applying a queuing system for the simulation of the cement production is considered.

Keywords: queuing systems, GPSS, storage, queue.

Korchagin V.A., Lyapin S. A.,  
Kljavin V.E., Sitnikov V.V.

### **AN EXPERT SYSTEM OF ROAD SAFETY MONITORING AND PROVISION**

The concept of an expert system based on the “Resources-Activities-Operations” method is proposed which is aimed at supporting decision-making in the development of measures to prevent and reduce road accidents.

Keywords: road accident, accident rate, expert system, road safety.

Shmyrin A. M., Mishachyov N. M.,  
Trofimov E. P., Kuznetsov A. G.

### **CORRECTION OF COEFFICIENTS OF OKRESTNOSTNY SYSTEM AND KACZMARZ'S ALGORITHM**

The article discusses the relationship between Kaczmarz algorithm and the correction method for coefficients of linear neighborhood systems upon receiving new experimental data. The application of the Kaczmarz algorithm to the identification of neighborhood system, linear with respect to identified parameters, are considered.

Keywords: neighborhood systems, identification, correction, Kaczmarz algorithm, neural networks, greedy algorithm.

Suslov I.A.

### **A CALCULATION OF THE LOAD CARRYING ABILITY OF REINFORCED CONCRETE RECTANGULAR DELINEATED PLATES TAKING INTO ACCOUNT THRUST**

The article deals with the calculation of the load carrying ability of reinforced concrete rectangular delineated plates by the kinematic limit equilibrium method taking into account thrust.

Possible models of rectangular delineated plates' destruction are considered. The calculation model is the one which corresponds to the minimum load from the equality of virtual works.

Keywords: kinematic limit equilibrium method, thrust.

Li R.I., Toirov I.Zh., Mironenko A.V.,  
Goncharov E.Yu., Serikov V.V.

### **LOAD DISTRIBUTION IN ROLLER BEARINGS WITH POLYMERIC COATING**

The article provides the technique and results of experimental research into the load distribution in a roller bearing with a polymeric coating. The sizes of the tooth bearing are compared to those of the standard bearing. Coefficients of load distribution between balls for the studied bearings are calculated.

Keywords: bearing, polymer, contact, load, tension.

Suslov A.A., Lupova I.A.,  
Klykova O.A.

### **ESTIMATION OF EXPEDIENCY OF USING COMPACTED GRAPHITE IRON FOR THE PRODUCTION OF CAST CASES OF SPOOL-TYPE HYDRAULIC VALVES**

Full-scale life-time tests of spool-type hydraulic valves with cases cast from various types of cast iron were held. The tests revealed the expediency of using compacted graphite iron for the production of cast cases of hydraulic valves providing the greatest operational durability.

Keywords: casting, compacted graphite iron, spherical graphite iron, wear resistance, cavitation and erosive firmness, spool-type hydraulic valve.

Grinavtsev V.N., Popov V.S.,  
Grinavtsev O.V., Volodin A.I.,  
Chuguevets E.G., Pikalov V.V.

### **A RESEARCH OF POWER AND THERMAL PARAMETERS OF AN EXPLOSIONPROOF AND FIREPROOF DEVICE OF THE TURBULENT HEATING OF VISCOUS LIQUIDS**

The article provides an explanation of the working principle of a turbulent heater and the description of the installation for researching the power and thermal parameters of the heater. Results of researches are given which demonstrate a high overall performance of similar devices and the possibility of their application for heating oil products, other viscous liquids, in heating systems of residential and industrial buildings, technological installations and other spheres.

Keywords: viscous liquid, rotor heater, power and thermal parameters, efficiency

Bolshunova T.V.

### **THE COMPUTER REVOLUTION AS A TRANSFORMATION VECTOR OF SOCIETY**

Computer Revolution launches global transformation processes of modern society the consequences of which are multidimensional and difficult to predict. The introduction of computers into everyday life is not conducive to the creation of new knowledge, changing the social structure of society, leads to the substitution of social reality by the virtual one.

Keywords: computer revolution, virtualization of reality, information society, communication

Khromykh O.A.

### **DOCUMENTING THE ACTIVITIES OF THE LIPETSK REGIONAL UNIVERSAL SCIENTIFIC LIBRARY**

Documenting the activities of the Lipetsk regional universal scientific library both in the traditional form and with the application of an electronic document management system is considered.

Keywords: documenting, document flow, electronic document management system

### **RIGHT AS A REGULATOR OF SOCIAL RELATIONS IN THE WORKS OF WESTERN PHILOSOPHERS**

The views of Western philosophers on legal regulation in society are considered.

Keywords: legal regulation, society, Western philosophers

Polyakova I.P., Pechurova T.A.

### **PREDICTION AND SCIENTIFIC PROGNOSTICATION: THEIR FUNCTION IN MODERN SOCIETY**

The article considers the problem of studying predictions and foresight from the ancient period up to modern times. The influence of scientific and trivial prognostication on the formation of the view of the world, on the future reality pattern is discussed. The problem of social responsibility for prognoses that entail inevitable consequences in the social life is observed.

Keywords: prognostication, idea, thought, material processes, self-fulfilling prophecy.

Manukovskaya T.G., Sterligov V.A.,  
Kramchenkov E.M., Dedov Yu.I.

### **THE INCREASING OF ENERGY EFFICIENCY IN THE COMMUNAL HOUSING SECTOR**

The article provides a comparative analysis of the annual payments of individual property owners in apartment buildings on the example of two apartments in the city of Lipetsk. Measures are suggested aimed at improving the energy efficiency of the housing sector which will lead to a reduction of utility payments.

Keywords: energy efficiency of housing and public utilities, engineering systems of buildings, energy savings, cost of utilities.

Zhukov V.M.

### **THE MEANING OF SIMULATORS AND ROLLERSKIS IN SPECIAL TRAINING OF RACING SKIERS IN UNIVERSITIES**

The article analyzes the use of simulators and rollerskis used in the preparatory period as a means of special training of racing skiers, along with the use of the basic means and ways of moving on skis, involving the use of additional means related to the exercises of general and special physical training. Among them simulators and roller skis are highlighted as one of the most effective means of training racing skiers.

Keywords: training, rollerskis, simulators, special training, racing skiers.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Липецкого государственного технического университета» публикуются статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера.

Статья должна поступить на электронный адрес kaf-vm@stu.lipetsk.ru и сохранена в версии Microsoft Word 2003. Рукопись статьи (2 экземпляра) и сопроводительные документы должны быть высланы в редакцию. К сопроводительным документам относятся:

– рецензия, отражающая следующие пункты: актуальность представленной работы; характеристика объекта исследования; качество постановки целей работы и задач исследования; степень научной новизны исследования, практическая значимость работы; учебно-методическая ценность исследования, стиль изложения; степень разработанности темы научного исследования; структурность работы. (В случае если один из авторов является доктором наук, то рецензия должна быть подписана доктором соответствующего профиля).

– выписка из протокола заседания кафедры, на котором было принято решение о рекомендации публикации статьи в журнал «Вестник Липецкого государственного технического университета».

– согласие на публикацию и гарантии того, что статья не будет больше нигде опубликована, подписанные автором.

Оформление статьи должно соответствовать следующим требованиям:

1. На первой странице должны быть указаны: УДК, название статьи, инициалы и фамилии авторов, название учреждения, представляющего рукопись для опубликования.

2. Текст статьи набирается в формате \*.doc шрифтом Times New Roman размером 12 pt через одинарный интервал, без отступов, отступ красной строки 0,5 см, выравнивание по ширине, без уплотнения. Поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2 см. Не использовать табуляций, автоматических списков. Не использовать курсив, жирный текст и подчеркивания.

Между цифровым значением величины и ее размерностью следует ставить знак неразрывного пробела. Переносы в словах не употреблять. Не использовать в тексте для форматирования знаки пробела.

3. Для набора формул применять редактор Microsoft Equation 3.0. Формулы должны быть оформлены шрифтом Times New Roman, без курсива, размером 12 pt, одинарным интервалом.

Большие формулы необходимо разбивать на отдельные части. Фрагменты формул должны быть независимы (при использовании редактора формул каждая строка - отдельный объект).

Нумерацию и знаки препинания следует ставить отдельно от формул обычным текстом. Нумеровать следует только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

4. Таблицы должны быть оформлены шрифтом Times New Roman, размером 12 pt, одинарным интервалом. В случае, если в тексте есть ссылка на таблицу, то пишется слово «табл.».

5. Перечень литературных источников приводится общим списком в конце статьи. Список составляется в соответствии с последовательностью ссылок в тексте. Библиографический список должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1-2003. Ссылки на библиографический список в тексте приводятся в квадратных скобках.

6. Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

7. К статье прилагаются: аннотация; ключевые слова (не менее трех); имена и фамилии авторов, ученые звания, должности и адрес места работы, электронный адрес; отдельным файлом на английском языке название статьи, аннотация, ключевые слова, имена и фамилии авторов.

## ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

УДК 519.854

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ ПЕЧИ ОБЖИГА КЛИНКЕРА С УЧЕТОМ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ**

Липецкий государственный технический университет

А.М. Попов, С.Л. Васильев

Рассматривается идентификация модели печи обжига клинкера, управление с учетом допустимых значений параметров.

Модель печи обжига клинкера, которая является...

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Васильев, С.Л. Математическое моделирование систем [Текст] / С.Л. Васильев, А.М. Попов – Липецк: ЛГТУ, 2006. – 130 с.
2. Петров, С.Л. Моделирование нейронных сетей [Текст] / С.Л. Петров, А.М. Попов. – Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2010. – 124 с.

Ключевые слова: математическая модель, печь обжига клинкера.

Сведения об авторах:

Попов Андрей Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

Васильева Инна Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики Липецкого государственного технического университета.

E-mail: kaf-vm@stu.lipetsk.ru

Адрес: г. Липецк, ул. Московская, 30.

Popov A.M., Vasilyeva I.A. (LSTU, Lipetsk)

### **RESEARCH OF MODEL OF THE FURNACE OF ROASTING OF CLINKER TAKING INTO ACCOUNT ADMISSIBLE VALUES OF PARAMETERS**

Identification of model of the furnace of roasting of clinker, management taking into account admissible values of parameters is considered.

Keywords: mathematical model, clinker roasting furnace.

**ВЕСТНИК**

**Липецкого государственного технического университета**

**(Вестник ЛГТУ)**

**№ 3 (29). 2016 г.**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Scientific and technical journal «Vestnik LSTU»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации **ПИ № ФС77-57003**. Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 25.02.2014 г.

Выходит 4 раза в год.

Учредитель: ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет».

*Адрес редакции: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.*

Телефон: (4742) 32-81-33

Издательство Липецкого государственного технического университета

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14

*Редакторы: Е.Н. Черникова, Г.В. Казьмина, Е.А. Федюшина.*

Перевод (англ.) Н.В. Барышев

Подписано в печать 19.10.2016. Выход в свет 28.10.2016.

Бумага офсетная. Формат 60x84 1/8. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 5,6. Тираж 500 экз.

Заказ № 461. Цена свободная.

Отпечатано в полиграфическом подразделении Издательства ЛГТУ.

Адрес: 398600, Липецк, ул. Московская, 30.

Телефон: (4742) 32-82-14