

ISSN 2071-7296

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия  
(СибАДИ)»

# **ВЕСТНИК СибАДИ**

Выпуск 3 (25)

Омск  
2012

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное  
 учреждение высшего профессионального образования  
 «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

**Вестник СибАДИ:** Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. - № 3 (25). - 2012. - 152с.

*Учредитель* – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

*Свидетельство о регистрации* ПИ № ФС77-46612 от 16 сентября 2011 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Научный рецензируемый журнал «**Вестник СибАДИ**» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011

Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory.

*Редакционная коллегия:*

**Главный редактор** – Кирничный В. Ю. д-р экон. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Зам. главного редактора** – Бирюков В. В. д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Зам. главного редактора** – Завьялов А. М. д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Исполнительный редактор** – Архипенко М. Ю. канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Выпускающий редактор** – Юренко Т. В.

*Члены редакционной коллегии:*

**Витвицкий Е. Е.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Волков В. Я.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Галдин Н. С.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Епифанцев Б. Н.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Жигадло А. П.** д-р пед. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Кадисов Г.М.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Матвеев С. А.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Мещеряков В. А.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Мочалин С.М.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Певнев Н. Г.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Плосконосова В. П.** д-р филос. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Пономаренко Ю.Е.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Прокопец В.С.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Сиротюк В. В.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Смирнов А.В.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

**Щербakov В. С.** д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

*Editorial board*

**Kirnichny V.** Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Editor-in-chief

**Birukov V.** Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief

**Zavyalov A.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief

**Arkhipenko M.** Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor

**Yurenko T.** Publishing Editor

*Members of editorial board*

**Vitvitsky E.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Volkov V.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Galdin N.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Epifantzev B.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Jigadlo A.** Doctor of Pedagogical Science, Professor SibADI

**Kadisov G.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Matveev S.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Mescheryakov V.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Mochalin S.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Pevnev N.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Ploskonosova V.** Doctor of Philosophy, Professor SibADI

**Ponomarenko Yu.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Prokopets V.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Sirotyk V.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Smirnov A.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

**Scherbakov V.** Doctor of Technical Science, Professor SibADI

Адрес редакции: 644080. Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, каб. 3232.

E-mail: Vestnik\_Sibadi@sibadi.org , <http://www.sibadi.org>

*Издательство* Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)»

Подписной индекс 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ"

Издается с 2004 г.

С 01.01.2008 – издается ежеквартально

Омск 2012

© Сибирская государственная  
автомобильно-дорожная  
академия (СибАДИ), 2012

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

- А. Л. Ахтулов, Л. Н. Ахтулова, О. М. Кирасиров, В. А. Машонский**  
Построение имитационной модели двухбалочного мостового крана 7
- В. П. Денисов, И. И. Матяш, О. О. Мироничева**  
Управление системой охлаждения двигателей внутреннего сгорания на основе нечеткого логического вывода 11
- С. В. Корнеев, А. М. Дёмин, М. А. Дёмин, В. Н. Сорокин, А. Н. Кабаков**  
Повышение эффективности работы теплообменников компрессорного и технологического оборудования 18
- П. Ф. Кривоусов**  
Методика расчета потребного количества автомобильного транспорта для осуществления перевозок снабженческих и эвакуационных грузов 21
- Е. А. Лысенко, А. П. Болштынский, Г. С. Аверьянов, В. И. Кузнецов**  
Газостатический подвес поршня с псевдопористыми питателями компрессоров автомобильных рефрижераторов 26
- Е. А. Лысенко, А. П. Болштынский, В. И. Кузнецов, Г. С. Аверьянов, Ю. А. Бурьян**  
Расчет сил и работы трения в поршневом уплотнении холодильного компрессора без смазки для автомобильного рефрижератора 31
- А. И. Федотов, А. Н. Доморозов, Нгуен Ван Ньань**  
Математическая модель процесса изменения нормальной реакции колеса диагностируемой оси автомобиля на вибростендах 35
- В. Н. Кузнецова, В. В. Савинкин, А. Л. Дерман**  
Анализ влияния изнашивания трибосистем машин на их долговечность 41

### РАЗДЕЛ II

#### СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

- А. С. Кадыров, А. С. Нурмаганбетов, Д. Б. Ахатов**  
О возможности использования местных глин для строительства способом «стена в грунте» 48
- В. П. Михайловский**  
Трещинообразование и пористость отделочного строя стеновых конструкций 53
- А. С. Нестеров, Е. В. Тишков, О. И. Мельник**  
Усиление фундаментов стен памятников архитектуры с применением метода вдавливания 57
- М. А. Телегин**  
Моделирование работы дорожной одежды на стальной ортотропной плите моста 63

### РАЗДЕЛ III

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- Г. Л. Горынин, А. Ф. Власко**  
Математическое моделирование макрохарактеристик процесса теплопроводности для волокнистых материалов при расчете строительных конструкций на действие тепловых нагрузок 69
- О. М. Куликова**  
Проект программного комплекса для построения сценарных стратегий проектных команд 74
- Д. В. Нефедов**  
Система управления подвижных образцов роботизированных комплексов на основе регуляторов следящих систем 80
- В. В. Михеев, С. В. Савельев**  
Исследования напряженно-деформируемого состояния упруго-вязкой среды при вибрационном нагружении 83
- К. С. Яковенко, В. Я. Волков, В. С. Прокопец**  
Метод геометрического анализа моделей многофакторных процессов 87

### РАЗДЕЛ IV

#### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- Ю. Н. Ан**  
Особенности методов ценообразования банковских услуг 92

<b>С. А. Бородулина, Н. А. Логинова</b>	
Цикличность кризисного развития участников рынка транспортных услуг	96
<b>Н. Г. Гавриленко</b>	
Формирование модели диагностики транспортного комплекса	101
<b>З. В. Глухова, Н. Е. Алексеев</b>	
Современные тенденции на рынке труда Сибири и Омской области	105
<b>Е. В. Дьяконов</b>	
Механизмы активизации инновационно-предпринимательской деятельности в российской экономике	112
<b>М. А. Зоткина</b>	
Результативность организационно-экономических методов управления себестоимостью автотранспортных услуг	117
<b>С. В. Кондратюков, Е. С. Стаурский</b>	
Методика формирования тарифа на охранные услуги	122
<b>Л. В. Эйхлер, А. С. Стринковская, А. Е. Лебедева</b>	
Факторный анализ результатов деятельности грузовых автотранспортных предприятий	129
<b>РАЗДЕЛ V</b>	
<b>ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</b>	
<b>И. Н. Авилкина, Л. Ф. Герасимова</b>	
Информационно-коммуникационная мобильность будущих инженеров	135
<b>И. В. Иванова</b>	
Целесообразное сочетание форм организации обучения в вузе (на примере обучения иностранному языку)	137
<b>С. М. Пашина, И. А. Тарасова</b>	
Проблема профессионально-педагогической компетентности в системе впо	143

## CONTENTS

### PART I

#### TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

<b>A. L. Ahtulov, L. N. Ahtulova, O. M. Kirasirov, V. A. Mashonsky</b> Construction of imitating model two-beams the bridge crane	7
<b>V. P. Denisov., I. I. Matyash, O. O. Mironitsheva</b> The fuzzy logic-based control of the internal combustion engine cooling system	11
<b>S. V. Korneev, A. M. Demin, M. A. Demin, V. N. Sorokin, A. N. Kabakov</b> Proving the efficiency of heat exchangers, compressors and process equipment	18
<b>P. F. Krivousov</b> Potrebno's design procedure of quantity of motor transport for implementation of transportations of supplying and evacuation cargoes	21
<b>E. A. Lysenko, A. P. Bolshtyansky, G. S. Averyanov, V. I. Kuznecov</b> Gas bearing piston with artificial porous feeders for compressors of automobile refrigerators	26
<b>E. A. Lysenko, A. P. Bolshtyansky, V. I. Kuznecov</b> Calculation of forces and works of friction in condensation of the piston of the refrigerating compressor without greasing for the automobile refrigerator	31
<b>A. I. Fedotov, A. N. Domorozov, Nguyen Van Nhanh</b> Mathematical model process changing of normal reaction at wheel vehicle on a shock tester	35
<b>V. N. Kuznecova, V. V. Savinkin, A. L. Derman</b> Development of scientific bases and deterioration of a friction in details of road, building, hoisting-and-transport both extracting cars and their mechanisms	41

### PART II

#### ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

<b>A. S. Kadyrov, A. S. Nurmaganbetov, D. B. Akhatov</b> About possibility of using local clays for building with method «wall in soil»	48
<b>V. P. Mihaylovskiy</b> Cracking and porosity finishing layer wall constructions	53
<b>O. J. Mellnic, E. V. Tishcof, A. S. Nesterov</b> Strengthening of the architectural monuments walls by means of the pressing method	57
<b>M. A. Telegin</b> Modeling of a pavement work on orthotropic deck of steel bridges	63

### PART III

#### MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

<b>G. L. Gorynin, A. F. Vlasko</b> Mathematical simulation of macrocharacteristics of process of heat conductivity for fibrous materials at calculation of building designs on action of thermal loadings	69
<b>O. M. Kulikova</b> The project of the program complex for project commands scenario strategy construction	74
<b>D. V. Nefedov</b> Control system mobile models of robotic complexes on the basis of regulators tracking systems	80
<b>S. V. Saveliev, V. V. Mikheev</b> Researches of the intense and deformable condition of the elastic and viscous environment at vibrating loading	83
<b>K. S. Yakovenko, V. Y. Volkov, V. S. Prokopets</b> A method of the geometrical analysis of models of multiple-factor processes.	87

### PART IV

#### ECONOMICS AND MANAGEMENT

<b>J. N. An</b> Features of pricing method banking services	92
<b>S. A. Borodulina, N. A. Loginova</b> Cyclic recurrence of the transport market participants crises	96
<b>N. G. Gavrilenko</b> Formation of model of diagnostics of the transport complex	101
<b>Z. V. Glukhova, N. E. Aleksee</b> Modern trends in the labour-market of siberia and omsk region	105
<b>E. V. Dyakonov</b> Mechanisms of activation of innovative entrepreneurship in russian economy	112

<b>M. A. Zotkina</b>	
Productivity of organizational-economic management methods the cost price of motor transportation services	117
<b>S. V. Kondratyuk, E. S. Staursky</b>	
Technique of formation of the tariff for security services	122
<b>L. V. Eihler, A. S. Strinkovskaya, A. E. Lebedeva</b>	
Factoring analyses of results from activities motor transport enterprise	129

**PART V  
GRADUATE EDUCATION**

<b>I. N. Avilkina, L. F. Gerasimova</b>	
Information – communication mobility of engineers to be	135
<b>I. V. Ivanova</b>	
The optimum combination of the organization' forms of the education in the establishments of higher education ( at the example of foreign language)	137
<b>S. M. Paschina, I. A. Tarasova</b>	
The problem of professional pedagogical competence in higher vocational school	143

**РАЗДЕЛ I**

**ТРАНСПОРТ.**

**ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

---

УДК 681.31

**ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ  
ДВУХБАЛОЧНОГО МОСТОВОГО КРАНА**

А. Л. Ахтулов, Л. Н. Ахтулова, О. М. Кирасиров, В. А. Машонский

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные вопросы динамики двухбалочных мостовых кранов и предложена имитационная модель, созданная в подсистеме *Simmechanics* программного пакета *Matlab*.

**Ключевые слова:** мостовой кран, динамика, *Simmechanics*, имитационная модель.

При проектировании мостового крана, необходимо учитывать процесс передвижения мостового крана с учетом динамических характеристик, т.к. элементы передвижения, такие как: подкрановые балки, рельсы, ходовые колеса и т.д. подвергаются повышенному износу, а металлоконструкция моста крана дополнительным

динамическим нагрузкам, определение оптимального режима работы электродвигателя, позволяет добиться лучших технических показателей [1].

Пространственная обобщенная расчетная схема мостового крана может быть представлена, в виде естественных звеньев (рис.1):

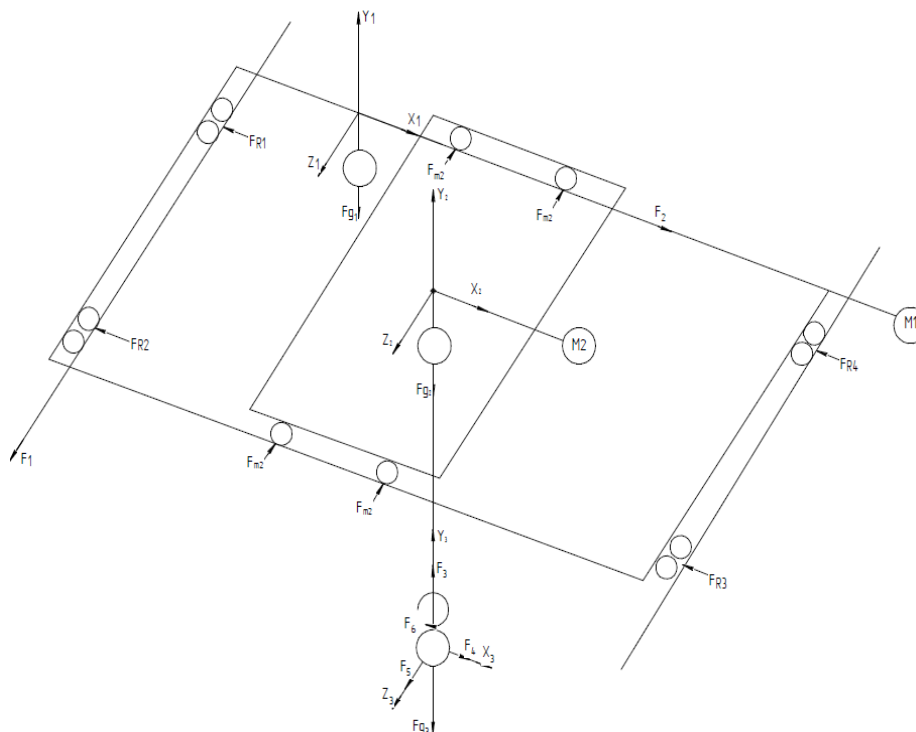


Рис. 1. Обобщенная расчетная схема двухбалочного мостового крана

- мост крана  $m_1$ , включающий в себя массу двух главных и концевых балок, кабины, части электрооборудования и ходовых колес;

- тележка крана с массой  $m_2$ , включающая в себя массу электрооборудования;

- тросовая подвеска с крюковой обоймой и грузом массой  $m_3$

Для упрощения математической модели, примем следующие допущения:

- учитывая жесткость металлоконструкции крана, система состоит из абсолютно твердых тел.

- поверхность рельс идеально ровная, т.к. для двухбалочных мостовых кранов применя-

ются рельсы: КР-70 КР-140, согласно [2], максимальное отклонение от прямолинейности рельса не должно превышать: в горизонтальной плоскости - 0,08 %, в вертикальной плоскости - 0,06 % длины.

- не учитываются колебания привода моста крана, т.к. они гасятся большой массой основных и концевых балок.

- главные и концевые балки соединены жесткошарнирными соединениями.

На основании принятых допущений, может быть составлена динамическая расчетная схема двухбалочного мостового крана (рис.2).

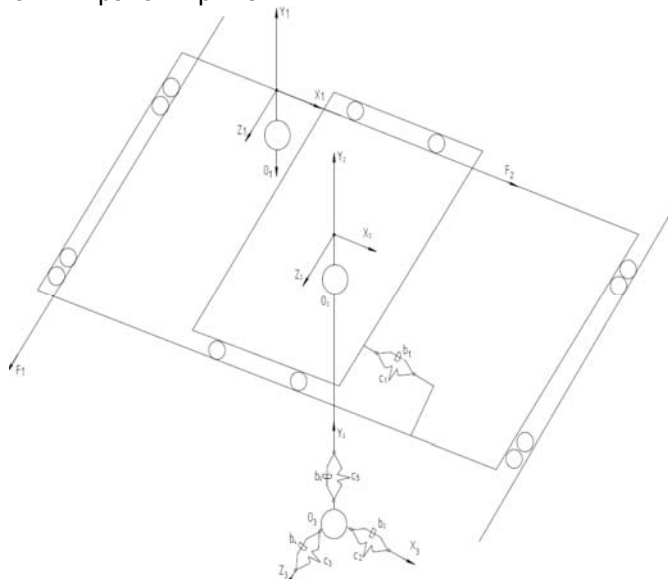


Рис. 2. Динамическая расчетная схема двухбалочного мостового крана

Система состоит из абсолютно жестких звеньев, которые характеризуются моментами инерции  $J_{ix}, J_{iy}, J_{iz}$ ; центробежными моментами инерции  $J_{ixy}, J_{ixz}, J_{iyz}$  относительно осей собственных локальных систем координат; координатами центров масс звеньев в локальных системах координат  $\vec{R}_{im}$ ; массами звеньев  $m_i$ .

Влияние колебаний привода грузовой тележки и гибкого подвеса груза, учитываются в динамических связях жесткостями  $c_1, c_2, \dots, c_5$  и диссипативными элементами  $b_1, b_2, \dots, b_5$ .

Чаще всего для решения задачи динамики системы с несколькими степенями свободы, где работа механизмов при пространственном колебании совмещена по времени с колебаниями груза на гибком подвесе, применяется принцип Лагранжа в виде уравнений второго рода [3, 4]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial K}{\partial \dot{q}_j} \right) - \frac{\partial K}{\partial q_j} + \frac{\partial P}{\partial q_j} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_j} = Q_j, \quad (j=1, 2, \dots, l), \quad (1)$$

где  $t$  – время;  $q_j$  -  $j$ -я обобщенная координата;  $K$  - кинетическая энергия;  $\dot{q}_j$  - скорость по  $j$ -ой обобщенной координате;  $P$  - потенциальная энергия;  $\Phi$  - диссипативная функция;  $Q_j$  - обобщенная сила, действующая по  $j$ -ой обобщенной координате.

Аналитическое решение этой задачи осложняется трудностью выбора начальных и граничных значений. Более оптимальным решением для этой задачи, является создание имитационной модели, с помощью пакета динамической визуализации, в которой пользователь в режиме реального времени способен менять начальные и граничные условия для получения наилучших параметров.



Существуют множество программных средств [5] динамической визуализации: подсистемы SIMULINK и SimMechanics пакета MATLAB (MathWorks, Inc); EASY5 (Boeing); подсистема SystemBuild пакета MATRIX (Integrated Systems, Inc.); VisSim (Visual Solution); "20-SIM" (Controllab Products B.V); Dymola (Dymasim) и т.д.

Предлагаемая имитационная модель, создана в подсистеме SimMechanics пакета MATLAB.

Этот программный продукт относится к пакетам «блочного моделирования», основным достоинством данного типа программ визуального моделирования, является простота создания моделей не слишком подготовленными пользователями и высокая скорость вычислений при моделировании движений многосвязных объектов с большим числом степеней свободы в больших перемещениях [6]. Не маловажным фактом, при выборе программной среды, также являлось наличие лицензионной версии продукта.

SimMechanics – это отдельная библиотека пакета Simulink среды MATLAB, предназначенная для моделирования механического движения твердых тел. Основное ее назначение – это моделирование пространственных движений твердотельных машин и механизмов на стадии инженерного проектирования, используя законы теоретической механики.

Модель SimMechanics изображает физическую структуру механизма, геометрические и кинематические отношения его компонентов.

SimMechanics автоматически преобразует это структурное изображение во внутреннюю, эквивалентную математическую модель. Это экономит время и усилия исследователя по самостоятельной разработке математической модели.

Звенья предложенной имитационной модели (рис. 3), состоят из твердых жестких тел Body соединенных шарнирными соединениями Joint. В качестве задаваемых параметров в блок Body: выступают:

- масса;
- декартовы координаты характерных точек, связанных с телом, В частности, обязательно должны быть указаны координаты центра тяжести тела CG и, при необходимости, координаты произвольного числа других характерных точек CS1, CS2, CS3, ... CSN, таких как центры шарниров, связанных с данным телом, или точки приложения внешних сил и моментов[7].

- тензор инерции тела относительно его центра масс, представляющий собой матрицу размером 3×3:

$$H = \begin{bmatrix} J_{ix} & 0 & 0 \\ 0 & J_{iy} & 0 \\ 0 & 0 & J_{iz} \end{bmatrix}, \quad (2)$$

где  $J_{ix}$ ,  $J_{iy}$ ,  $J_{iz}$  – осевые моменты инерции тела относительно осей собственной локальной системы координат, связанной с его центром масс.

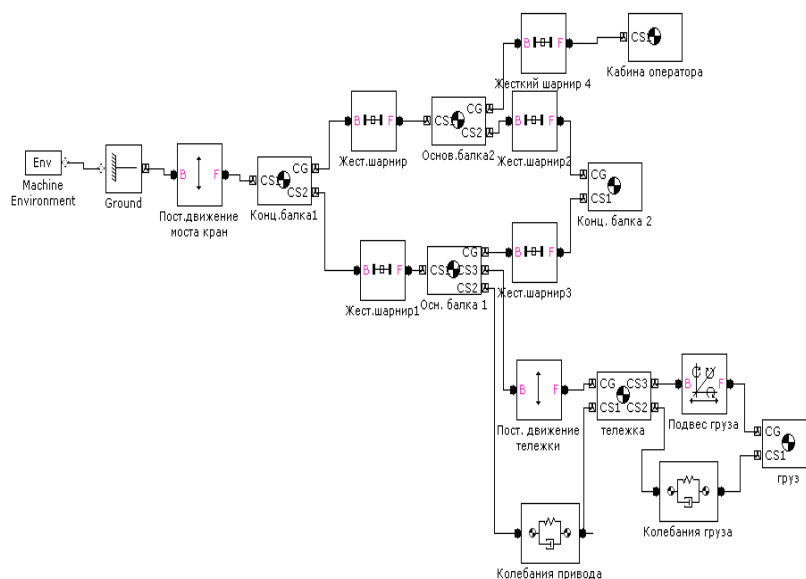


Рис. 3. Имитационная модель двухбалочного мостового крана в подсистеме Simmechanics пакета Matlab

Наиболее точные значения осевых моментов инерции, можно получить с помощью пакетов твердотельного моделирования (Компас 3D, Solidworks и т.д.), создавая в них 3D-модель звеньев, в натуральную величину.

Мост крана, состоит из блоков Body: основная балка 1, основная балка 2, концевая балка 1, концевая балка 2, кабина оператора, все блоки связана жесткими шарнирами Weld. Мост крана движется поступательно относительно оси OZ, направление движения задается блоком шарнирного соединения Prismatic, обеспечивающего одну степень свободы. Грузовая тележка поступательно движется относительно оси OX, это движение задается блоком Prismatic, который соединяет тележку с мостом крана. Чтобы учесть колебания от привода тележки, в систему включен блок Body Spring & Damper, моделирующий упруго-вязкое соединение. Задаются параметры:

- коэффициента упругости,
- коэффициента вязкого трения,
- расстояния равновесия между точками.

Подвес груза [6] имитируется с помощью блока Bearing, имеющего 4 степени свободы, который позволяет моделировать подвес какого-либо тела на гибком тросе с пространственными колебаниями и подъемом/опусканием троса. Для учета колебаний груза, в систему включен блок Body Spring & Damper.

В зависимости от постановки задачи к модели могут подключаться возбуждающие и регистрирующие блоки Sensors & Actuators, связанные с заданием усилий.

Данная модель позволяет получить такие значения, для звеньев, как скорость, положение, ускорение, угловая скорость и угловое ускорение и т.д.

### Заключение

Предлагаемая имитационная модель двухбалочного мостового крана, упрощает исследование системы при различных динамических воздействиях и является универсальной для многих типов задач. Не менее важным достоинством данной модели, является возможность ее интеграции с другими подсистемами Matlab и совместимость с программами твердотельного моделирования, на основании чего, можно сделать вывод, что модель можно использовать в интегрированных системах автоматизации проектирования для двухбалочных мостовых кранов.

### Библиографический список

1. Ахтулов, А. Л. Обеспечение качества проектирования мостовых кранов с учетом динамических характеристик: монография / А.Л. Ахтулов,

Л. Н. Ахтулова, О. М. Кирасиров, Е.В. Комерзан; под общ. ред. А.Л. Ахтулова. - Омск: СибАДИ, 2010. - 137 с.

2. ГОСТ 4121-96 (2002). Рельсы крановые. Технические условия. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. - 8 с.

3. Кулешов, В.С. Динамика систем управления манипуляторами / В.С. Кулешов, Н.А. Лакота. - М.: Энергия, 1971. - 304 с.

4. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики. Ч.2. - М.: Высшая школа, 1984. - 423 с.

5. Колесов, Ю.Б. Визуальное моделирование сложных динамических систем. - СПб: «Мир и семья и Интерлайн», 2000. - 240 с.

6. Щербаков, В.С. Моделирование и визуализация движений механических систем в MATLAB: Учебное пособие / В.С. Щербаков, М.С. Корытов, А.А. Руппель, В.А. Глушец, С.А. Милушенко. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. - 84 с.

## CONSTRUCTION OF IMITATING MODEL TWO-BEAMS THE BRIDGE CRANE

A. L. Ahtulov, L. N. Ahtulova, O. M. Kirasirov, V. A. Mashonsky

In clause the basic questions of dynamics two-beams bridge cranes are considered and the imitating model created in subsystem Simmechanics of software package Matlab is offered.

*Ахтулов Алексей Леонидович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление качеством и сертификация» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научной деятельности – динамика машин и системы автоматизации проектирования сложных технических объектов. Общее количество публикаций 226. e-mail: ahtulov-al1949@yandex.ru .*

*Ахтулова Людмила Николаевна - кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Управление качеством и сертификация» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направления научной деятельности – исследований – объекты управления и системы автоматизации проектирования. Общее количество публикаций 126. e-mail: ahtulova.ludm@yandex.ru.*

*Кирасиров Олег Михайлович - кандидат технических наук, доцент, докторант Омского государственного аграрного университета. Основные направления научной деятельности – теория и проектирование производства и ремонта подъемно-транспортных машин. Общее количество публикаций более 70.*

Машонский Вячеслав Александрович - аспирант кафедры «Управление качеством и сертификация» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основные направле-

ние научной деятельности – системы автоматизации проектирования подъемно-транспортных машин. Общее количество публикаций 4.

УДК 621.43.629

## УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

В. П. Денисов, И. И. Матяш, О. О. Мироничева

**Аннотация.** Предложен метод автоматического управления температурой теплоносителя системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания на основе нечеткого логического вывода. Результаты разработки системы управления проверены математическим моделированием в среде MATLAB / Simulink/ Fuzzy Logic Toolbox.

**Ключевые слова:** система охлаждения двигателя внутреннего сгорания, частота вращения электропривода, автоматическое управление, математическая модель, нечеткая логика.

### Введение

Одним из главных условий, определяющих нормальную работу двигателя внутреннего сгорания (ДВС), является обеспечение его оптимального теплового состояния [1]. Под оптимальным тепловым состоянием понимается такое температурное состояние деталей цилиндрической и поршневой групп, которое отвечает наиболее выгодному сочетанию теплового процесса, высокой надежности и износоустойчивости деталей двигателя, при этом предполагаются минимальные энергетические затраты на поддержание процесса охлаждения.

Система охлаждения ДВС включает в себя два контура управления: жидкостный и воздушный. Регулирование температуры охлаждающей жидкости в рубашке блока цилиндров осуществляется изменением массового расхода теплоносителей, циркулирующих в жидкостных и воздушных контурах радиатора.

В работе предлагается метод управления системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания, базирующийся на использовании математического аппарата нечеткой логики [2] при построении регуляторов жидкостного и воздушного контуров.

**Система охлаждения ДВС как объект управления.** В системах охлаждения теплота, отводимая в единицу времени охлаждающей

жидкостью, проходящей через насос, определяется следующим образом:

$$Q_{dn} = GC(T_{dn} - T_{rad}),$$

где  $G$  – расход жидкости через двигатель в единицу времени;  $C$  – теплоемкость жидкости;  $T_{dn}$  и  $T_{rad}$  – температура выходящей и входящей в двигатель жидкости.

Постоянство теплового состояния двигателя выполняется при условии:

$$Q_{dn} - Q_{rad} = 0, \quad (1)$$

где  $Q_{rad}$  – количество теплоты, поступившее от радиатора в двигатель в единицу времени.

Система охлаждения должна быть спроектирована таким образом, чтобы при любой нагрузке двигателя температурный режим его был оптимальным, что в традиционных системах охлаждения осуществить не представлялось возможным. Для решения этой проблемы в системах охлаждения ДВС начал применяться электропривод сначала вентилятора, а потом и насоса. Например, в работе [3] вопрос поддержания оптимальной температуры двигателя решался использованием электропривода насоса.

При применении электроприводов представляется возможным осуществить частотное управление двигателем для поддержания оптимального температурного режима ДВС. Изменение расхода жидкости ( $G$ ) определяется изменением частоты вращения ротора на-

соса  $\omega$ :  $G = f(\omega)$ . Применение электропривода насоса позволяет существенно повысить КПД ДВС. Так как мощность двигателя пропорциональна кубу частоты вращения, при традиционном приводе насоса от коленчатого вала двигателя достичь повышения КПД затруднительно. В работе предлагается система управления, позволяющая решить эту проблему.

Нарушение теплового баланса (1) в системе охлаждения двигателя приводит к изменению температуры охлаждающей жидкости:

$$C \frac{dT}{dt} = Q_{dn} - Q_{rad}. \quad (2)$$

Так как при неравномерном режиме работы двигателя  $T_{dn} = T_{dn0} + \Delta T_{dn}$ ;  $Q_{dn} = Q_{dn0} + \Delta Q_{dn}$ ;  $Q_{rad} = Q_{rad0} + \Delta Q_{rad}$ , то с учетом условия (1) уравнение (2) принимает вид

$$C \frac{d\Delta T_{dn}}{dt} = \Delta Q_{dn} - \Delta Q_{rad}. \quad (3)$$

Количество теплоты, передаваемое двигателем в единицу времени в систему охлаждения, определяется функциональной зависимостью, которая после разложения ее в ряд Тейлора и последующей линеаризации записывается в виде

$$\Delta Q_{dn} = \left( \frac{\partial Q_{dn}}{\partial T_{dn}} \right) \Delta T + \left( \frac{\partial Q_{dn}}{\partial h} \right) \Delta h, \quad (4)$$

где  $\Delta h$  - подача топлива в единицу времени.

Количество теплоты, передаваемое радиатором в окружающую среду, зависит от температуры охлаждающей жидкости на входе в радиатор, расхода жидкости  $G$  в единицу времени через зарубашечный объем и температуры охлаждающей жидкости после радиатора. После разложения этой зависимости в ряд Тейлора и линеаризации имеем

$$\Delta Q_{rad} = \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial T_{dn}} \right) \Delta T + \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial G} \right) \Delta G + \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial T_{rad}} \right) \Delta T_{rad}. \quad (5)$$

Так как при наличии управления температура на входе в двигатель изменяется незначительно, то в модели принимается  $\Delta T_{rad} = 0$ .

Изменение расхода охлаждающей жидкости определяется изменением частоты вращения ротора насоса. Если ротор насоса кинематически жестко связан с ротором электрического двигателя, то  $G = f(\omega)$ , где  $\omega$  - частота вращения ротора двигателя, и тогда

$$\Delta G = \left( \frac{\partial G}{\partial \omega} \right) \Delta \omega.$$

Подстановка полученного выражения в разложение (5) дает уравнение

$$\Delta Q_{rad} = \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial T_{dn}} \right) \Delta T + \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial \omega} \right) \Delta \omega. \quad (6)$$

На основе выражений (3), (4) и (6) получим

$$C \left( \frac{d\Delta T_{dn}}{dt} \right) + F_t \Delta T = \left| \frac{\partial Q_{dn}}{\partial h} \right| \Delta h - \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial \omega} \right) \Delta \omega, \quad (7)$$

$$\text{где } F_t = \left( \frac{\partial Q_{rad}}{\partial T_{dn}} \right) - \left( \frac{\partial Q_{dn}}{\partial T_{dn}} \right).$$

После перехода к безразмерным координатам:  $\varphi = \Delta T/T_0$ ,  $\chi = \Delta h/h_0$ ,  $\alpha = \Delta \omega/\omega_0$ , и деления всех членов уравнения (7) на коэффициент при  $\chi$ , получим

$$T_{\text{д}} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right) + k_{\text{д}} \varphi = \chi - \theta_{\text{д}} \alpha, \quad (8)$$

где постоянная времени системы охлаждения  $T_{\text{д}}$ , коэффициент самовыравнивания системы охлаждения  $k_{\text{д}}$  и коэффициент усиления  $\theta_{\text{д}}$  по нагрузке определяются выражениями:

$$T_{\text{д}} = \frac{CT_0}{|\partial Q_{dn}/\partial h| h_0}; \quad k_{\text{д}} = \frac{F_t T_0}{|\partial Q_{dn}/\partial h| h_0};$$

$$\theta_{\text{д}} = \frac{(\partial Q_{rad}/\partial \omega) \omega_0}{|\partial Q_{dn}/\partial h| h_0}.$$

Таким образом, дифференциальное уравнение двигателя как регулируемого объекта по температуре в терминах теории автоматического регулирования представляет собой апериодическое звено первого порядка.

В предлагаемой системе регулирование температуры осуществляется циркулированием охлаждающей жидкости и воздуха с помощью насоса и вентилятора, оба механизма приводятся в действие электрическими двигателями. На обоих двигателях реализовано регулирование частоты вращения ротора. Количество теплоты, поступающей в систему, определяется удельным расходом топлива. Поэтому величину этого расхода необходимо учитывать при регулировании частоты вращения электродвигателя насоса

Количество теплоты, поступающей в систему охлаждения, должно учитываться входным сигналом для регулятора частоты вращения вентилятора. Если количество тепло-

ты, отводимое системой жидкостного охлаждения двигателя, при изменении температуры окружающего воздуха, например, от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ , не изменится, то есть  $Q_1 = Q_2$ , то объем воздуха, необходимый для охлаждения жидкости должен быть другим [4]. Покажем это

$$G_{B1} \cdot C_{B1} \cdot \Delta T_1 = G_{B2} \cdot C_{B2} \cdot \Delta T_2 \text{ или}$$

$$W_{B1} \cdot \rho_1 \cdot C_{B1} \cdot \Delta T_1 = W_{B2} \cdot \rho_2 \cdot C_{B2} \cdot \Delta T_2,$$

где  $W_{B1(2)}$  и  $G_{B1(2)}$  - объем и вес воздуха, проходящего через радиатор в единицу времени при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  ( $+30^{\circ}\text{C}$ );  $C_{B1(2)}$ ,  $\rho_{1(2)}$  и  $\Delta T_{1(2)}$  - теплоемкость, плотность и температурный перепад при указанной температуре. Тогда получим

$$\frac{W_{B1}}{W_{B2}} = \frac{\rho_1 \cdot C_{B1} \cdot \Delta T_1}{\rho_2 \cdot C_{B2} \cdot \Delta T_2}. \quad (9)$$

Если в качестве охлаждающей жидкости используется вода, а ее средняя температура в радиаторе равна  $80^{\circ}\text{C}$ , то при температуре воздуха  $-20^{\circ}\text{C}$  температурный перепад составляет  $\Delta T_1 = 80^{\circ}\text{C} - (-20^{\circ}\text{C}) = 100^{\circ}\text{C}$  а при температуре воздуха  $+30^{\circ}\text{C}$  температурный пере-

пад  $\Delta T_2 = 80^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C}$  Подставив значения плотности и теплоемкости, соответствующие указанным состояниям окружающего воздуха, получим

$$\frac{W_{B1}}{W_{B2}} = \frac{1.16 \cdot 0.242 \cdot 50}{1.36 \cdot 0.241 \cdot 100} = 0.43.$$

Следовательно, при снижении температуры окружающего воздуха с  $+30^{\circ}\text{C}$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  количество воздуха, проходящего через радиатор, должно быть уменьшено более чем в два раза, поэтому входным параметром для регулятора вентилятора должна служить температура охлаждающей жидкости на входе в двигатель.

**Система нечеткого управления температурой ДВС.** Система охлаждения ДВС содержит жидкостный и воздушный контуры, реализованные на базе нечетких регуляторов, управляющих частотой вращения электроприводов насоса и вентилятора. Математическая модель системы охлаждения (рис. 1) реализована в интерактивной среде для выполнения научных и инженерных расчетов MATLAB с входящими в его состав пакетами расширения Simulink и Fuzzy Logic Toolbox [5].

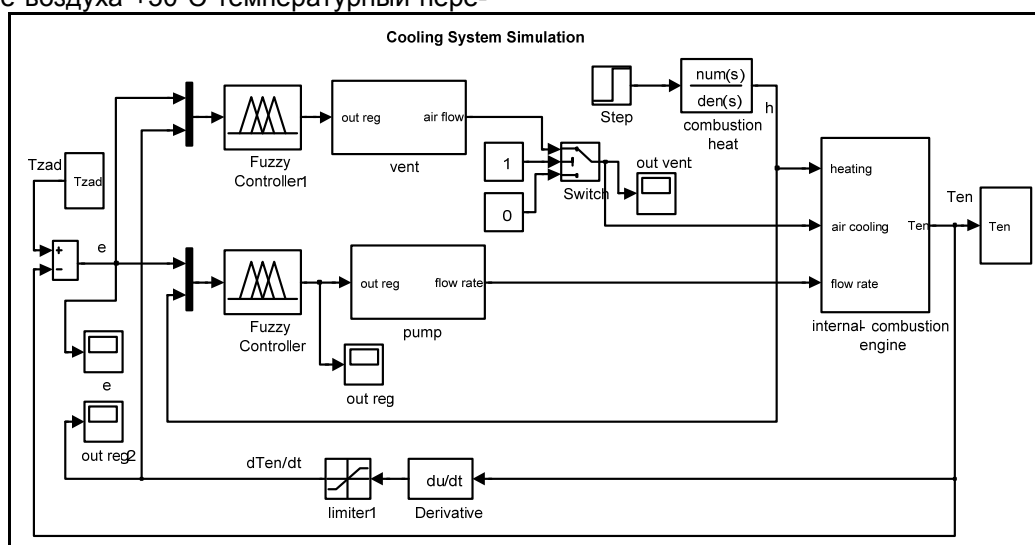


Рис. 1. Модель системы регулирования в среде MATLAB / Simulink/ Fuzzy Logic Toolbox

Управление электроприводом насоса осуществляется на основе измерений температуры охлаждающей жидкости на выходе из ДВС и температуры нагрева двигателя, соответствующей теплоте сгорания топлива. На нечеткий регулятор Fuzzy Controller поступает информация о рассогласовании  $e$  требуемого  $T_{zad}$  и фактического  $T_{en}$  значений температуры

охлаждающей жидкости, и величина температуры нагрева, соответствующей теплоте сгорания топлива  $H$ . Выходной сигнал нечеткого регулятора Fuzzy Controller управляет частотой вращения электродвигателя насоса (pump), подающего теплоноситель на ДВС.

На нечеткий регулятор Fuzzy Controller1, управляющий вентилятором, так же поступает

информация о рассогласовании  $e$  требуемого  $T_{zad}$  и фактического  $T_{en}$  значений температуры после ДВС, и, кроме того, величина скорости изменения этой температуры  $dT/dt$ .

Нечеткий регулятор Fuzzy Controller 1 формирует управляющие воздействия, изменяя частоту вращения электродвигателя вентилятора (vent). Предусмотрено отключение вентилятора для независимого моделирования канала охлаждения ДВС при работе насоса.

Модель двигателя (internal-combustor engine) описывает его инерционные свойства в соответствии с выражением (8), также учитывается нагрев при сгорании топлива (combustion heat).

В нечетких регуляторах входные сигналы: рассогласования  $e$ , производной  $dT/dt$  (для канала управления вентилятором) и температуры нагрева, соответствующей теплоте сгорания топлива  $H$  (для канала управления насосом) переводятся в значения нечетких лингвистических переменных, которые использу-

ются процедурой нечеткого логического вывода.

В реализуемых нечетких базах знаний как посылки: рассогласование  $e$  и температура  $H$  (при управлении насосом), производная  $dT/dt$  (при управлении вентилятором), так и заключения правил (частота вращения электродвигателя  $\omega$ ) заданы нечеткими множествами.

Процесс приведения к нечеткости (фаззификация) заключается в следующем. Диапазоны изменения переменных разбиваются на множества (термы), в пределах каждого из которых строится функция принадлежности переменной каждому из множеств. Функции принадлежности контуров нечеткого управления насосом и вентилятором системы охлаждения приведены на рисунке 2 и рисунке 3, соответственно.

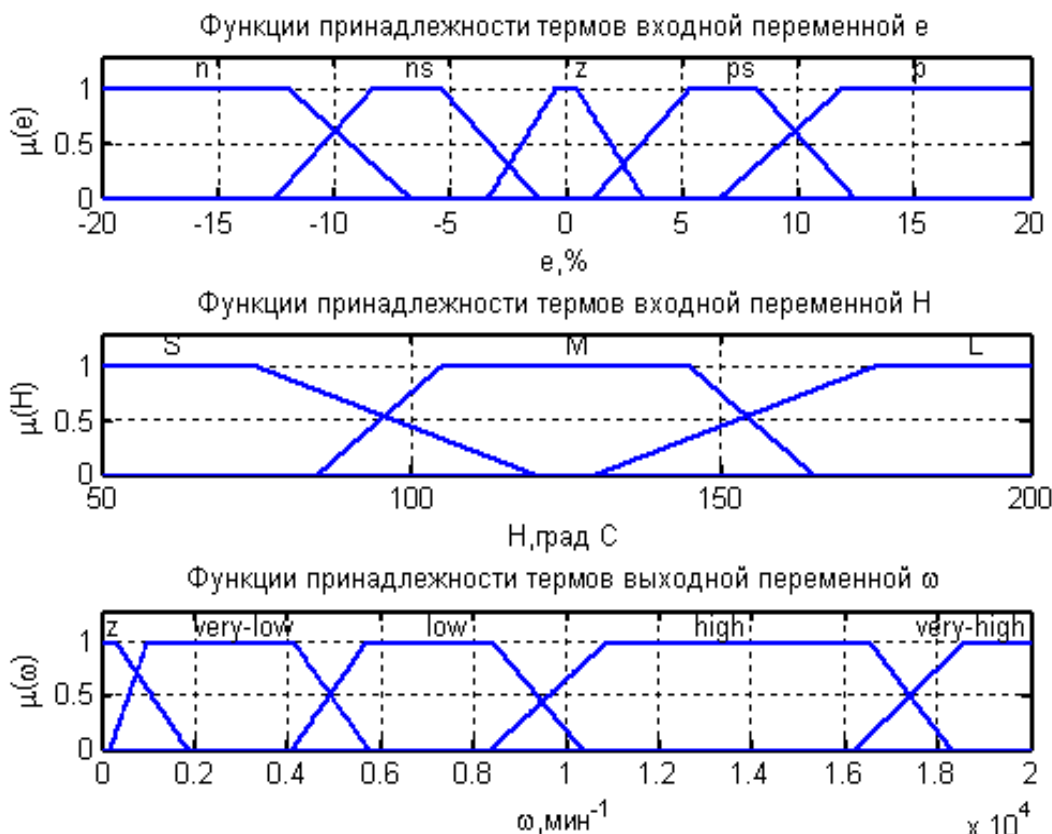


Рис. 2. Функции принадлежности нечеткого управления насосом системы охлаждения

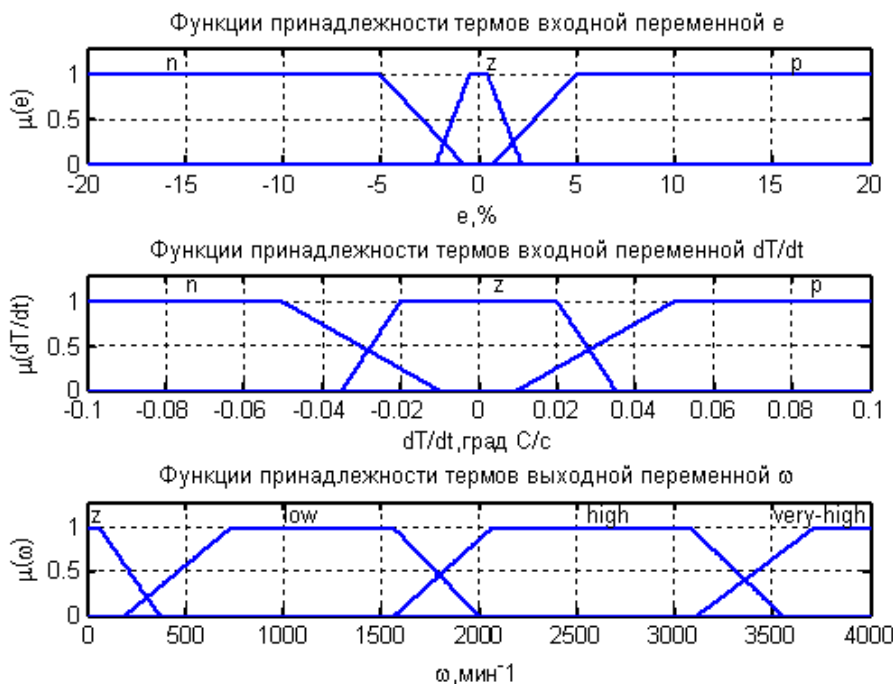


Рис. 3. Функции принадлежности нечеткого управления вентилятором системы охлаждения

Для нечеткого управления насосом диапазон изменения переменной  $e$  (сигнал рассогласования) разбивается на пять термов. При этом использована общепринятая система обозначений:  $n$  – отрицательный (negative),  $z$  – нулевой (zero),  $p$  – положительный (positive);  $s$  (small – малый). Например,  $ns$  – отрицательный малый. Диапазон изменения переменной  $H$  разбивается на термы  $S$  (Small – малый),  $M$  (Medium – средний),  $L$  (Large – большой).

Функции принадлежности выходной переменной  $\omega$  (частота вращения электродвигателя), задающей заключение каждого правила, построены в пределах термов:  $z$  – нулевой (zero),  $very-low$  – очень низкий,  $low$  – низкий,  $high$  – высокий,  $very-high$  – очень высокий.

При фаззификации контура управления вентилятором диапазон изменения переменной  $dT/dt$  разбивается на термы  $n$ ,  $z$  и  $p$ . Терму  $z$  соответствуют малые значения скорости изменения температуры  $dT/dt$ , которые принимаются, как характеризующие установившийся процесс. Диапазоны изменения входной переменной  $e$  и выходной переменной  $\omega$  разбиты на меньшее количество термов, по сравнению с нечеткой системой управления насосом, в связи меньшей важностью контура управления вентилятором для охлаждения ДВС.

Нечеткие регуляторы насоса и вентилятора работают на основе базы знаний, содержащей правила, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Базы продукционных правил нечетких регуляторов

Нечеткий регулятор насоса	Нечеткий регулятор вентилятора
ЕСЛИ $e=p$ , ТО $\omega=Z$ ; ЕСЛИ $e=z$ , ТО $\omega=low$ ; ЕСЛИ $e=ps$ , ТО $\omega=very-low$ ; ЕСЛИ $e=n$ , ТО $\omega=very-high$ ; ЕСЛИ $e=ns$ И $H=S$ , ТО $\omega=high$ ; ЕСЛИ $e=ns$ И $H=M$ , ТО $\omega=high$ ; ЕСЛИ $e=ns$ И $H=L$ , ТО $\omega=very-high$	ЕСЛИ $e=p$ , ТО $\omega=Z$ ; ЕСЛИ $e=n$ , ТО $\omega=very-high$ ; ЕСЛИ $e=z$ И $dT/dt=n$ , ТО $\omega=z$ ; ЕСЛИ $e=z$ И $dT/dt=z$ , ТО $\omega=low$ ; ЕСЛИ $e=z$ И $dT/dt=p$ ТО $\omega=high$ .

Далее выполняется операция дефазификации – обратного преобразования нечетких переменных в четкие. При этом четкий вывод осуществляется нахождением взвешенного среднего для получения выходной переменной по формуле

$$\omega = \frac{\sum_{i=1,m} \mu_{\omega}(\omega_i) \omega_i}{\mu_{\omega}(\omega_i)},$$

где  $\omega$  – четкое значение выходной переменной;  $\omega_i$  – значение выходной переменной для  $i$ -го термина с единичным значением степени принадлежности;  $\mu_{\omega}(\omega_i)$  – степень принадлежности к этому терму;  $m$  - число термов.

Таким образом, значение частоты вращения  $\omega$  как электродвигателя насоса, так и вентилятора является результатом нечеткого логического вывода, выполненного на основе совокупности нечетких правил и нечетких переменных. На рисунке 4 показаны поверхности «входы – выход» для нечетких регуляторов системы охлаждения.

Приведем результаты исследований процессов охлаждения ДВС, полученные с помощью математической модели предлагаемой системы с нечеткими регуляторами в среде MATLAB / Simulink/ Fuzzy Logic Toolbox. Переходные процессы в системе рассмотрены при скачкообразном изменении температуры на 20 % в начальный момент и на 30 % на 300-й секунде модельного времени.

На рисунке 5 показаны процессы в системе охлаждения с насосом и отключенным вентилятором, на рисунке 6 – в системе охлаждения при одновременной работе насоса и вентилятора. Как видно из графиков, система регулирования во втором случае позволяет быстрее отработать возмущающее воздействие и установить требуемую температуру двигателя. Кроме того, наличие воздушного охлаждения при подключении вентилятора позволяет повысить точность поддержания заданной температуры.

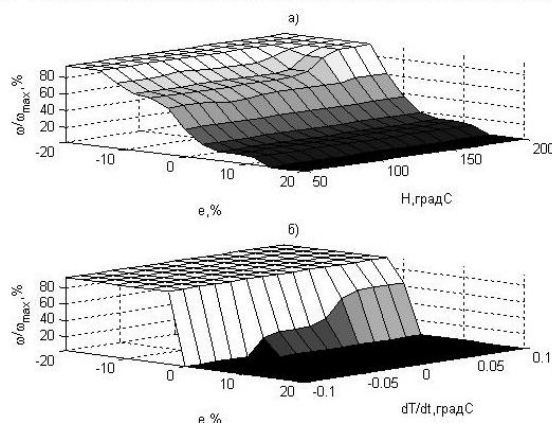


Рис. 4. Поверхности «входы – выход» для нечетких регуляторов: а) – насоса системы охлаждения; б) – вентилятора

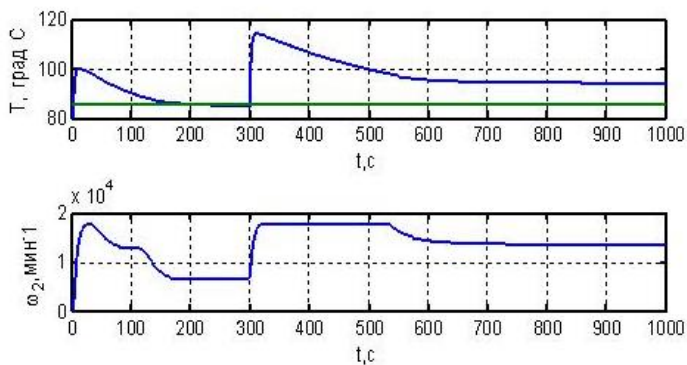


Рис. 5. Переходные процессы в системе охлаждения с насосом и отключенным вентилятором



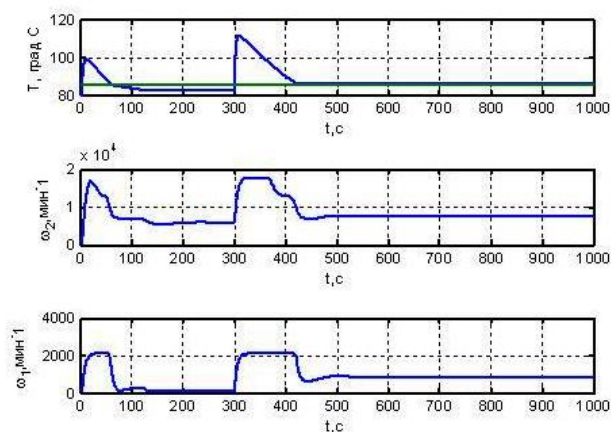


Рис. 6. Переходные процессы в системе охлаждения с насосом и вентилятором

### Заключение

В результате проведенного исследования получено, что предлагаемая система охлаждения ДВС, содержащая в своем составе жидкостный и воздушный контуры, реализованные на базе нечетких регуляторов, управляющих частотой вращения электроприводов насоса и вентилятора, работоспособна. Кроме того, следует отметить, что так как управление работой вентилятора и насоса осуществляется регуляторами, изменяющими частоту вращения электродвигателей, то этим достигается повышение КПД приводов.

Таким образом, система управления охлаждением ДВС, построенная на основе нечеткого логического вывода обладает высокой точностью поддержания рабочей температуры двигателя и, стабилизируя тепловое состояние двигателя, тем самым, обеспечивает достижение высоких экономических и экологических показателей его работы.

### Библиографический список

1. Крутов В. И. Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение. 1989. 416с.
2. Макаров И. М. и др. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления. Москва Наука. 2006. 334с.
3. Драгомиров С. Г. и др. Математическая модель системы автоматического регулирования температуры двигателя. // Электроника и электрооборудование транспорта. № 2-3. 2010. с. 2-5.
4. Гаврилов А. К. Системы жидкостного охлаждения автотракторных двигателей. М. Машиностроение 1966. 164 с.

5. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

### THE FUZZY LOGIC-BASED CONTROL OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE COOLING SYSTEM

V. P. Denisov., I. I. Matyash,  
O. O. Mironitsheva

The fuzzy logic-based automatic control technique is offered for of the combustion engine coolant temperature. The results of system synthesis are tested in MATLAB / Simulink/ Fuzzy Logic Toolbox

*Денисов Владимир Петрович - д.т.н., доцент, зав. Каф. Электротехника и автотракторное электрооборудование, СибАДИ. Основное направление научных исследований: управление в технических и экономических системах на основе интеллектуальных технологий, общее количество публикаций 69, e-mail: vpdenisov@mail333.com.*

*Матяш Иван Иванович - к.т.н., доцент, генеральный директор ОАО «Мостовое ремонтно-строительное управление. Основное направление научных исследований– совершенствование конструкций и оптимизация режимов работы дорожно-строительных машин. Общее количество публикаций 20, e-mail: mrsu\_omsk@mail.ru*

*Мироничева Ольга Олеговна - аспирант, СибАДИ. Основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания. Общее количество публикаций 1, e-mail: olga.mironicheva@mail.ru.*

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛООБМЕННИКОВ КОМПРЕССОРНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С. В. Корнеев, А. М. Дёмин, М. А. Дёмин, В. Н. Сорокин, А. Н. Кабаков

**Аннотация.** В статье приведены данные о причинах появления загрязнений и их влиянию на характеристики работы теплообменного оборудования. На основе спектрального анализа сделаны выводы о примесях, которые вызывают загрязнение трубного и межтрубного пространства.

**Ключевые слова:** теплообменное оборудование, загрязнение, диагностика, коэффициент теплопередачи.

В нефтеперерабатывающей, нефтехимической и других отраслях промышленности широко применяются теплообменные аппараты, используемые в качестве подогревателей, испарителей, холодильников, конденсаторов и тому подобное.

Для непрерывных процессов теплопередачи, которые применяются в нефтепереработке и нефтехимии тепловой поток можно определить по формуле:

$$Q = K * F * \Delta t_{cp},$$

где  $K$  – кинетический коэффициент (коэффициент теплопередачи), характеризующий скорость переноса теплоты;

$\Delta t_{cp}$  – средняя движущая сила или средняя разность температур между теплоносителями (средний температурный напор), по поверхности теплопередачи;

$F$  – площадь контакта.

Из этого уравнения вытекает, что при заданной поверхности теплообмена, постоянной разности температур обеспечить необходимую теплопередачу можно за счет поддержания высокого коэффициента теплопередачи.

Тепловой поток  $Q$  обычно определяют из теплового баланса.

В процессе эксплуатации теплообменников коэффициент теплопередачи уменьшается.

Уменьшение коэффициента теплопередачи в теплообменниках масляных компрессоров вызывают отложения продуктов окисле-

ния масла, которое интенсивно происходит при высоких температурах и давлениях в присутствии кислорода воздуха. Из-за отложений коэффициент теплопередачи может изменяться в несколько раз, что влияет на эффективность работы теплообменного оборудования.

Практически все процессы в нефтепереработке и нефтехимии протекают при повышенных температурах. Доля теплообменного оборудования на нефтеперерабатывающих заводах превышает 30%, в связи с чем эффективное его использование может значительно сократить затраты на топливо при нагревании сырья до требуемой температуры, а также снизить потребление оборотной воды и электроэнергии, которые используются для охлаждения продуктов нефтепереработки. Особенно распространены рекуперативные теплообменники, служащие для передачи тепла от одной среды к другой через стенку из теплопроводного материала, разграничивающую эти среды. В качестве разграничителя, чаще всего, используется трубный пучок, в межтрубном пространстве которого движется теплоноситель.

Существенное влияние на эффективность теплообменников оказывают различные отклонения в интенсивности теплопередачи, связанные с дополнительным термическим сопротивлением. Рост термического сопротивления происходит из-за отложений в межтрубном пространстве, а так же с байпасными перетечками теплоносителей, с неравномерными гидравлическими сопротивлениями в каналах пучка труб. [1]. (Рис.1.)

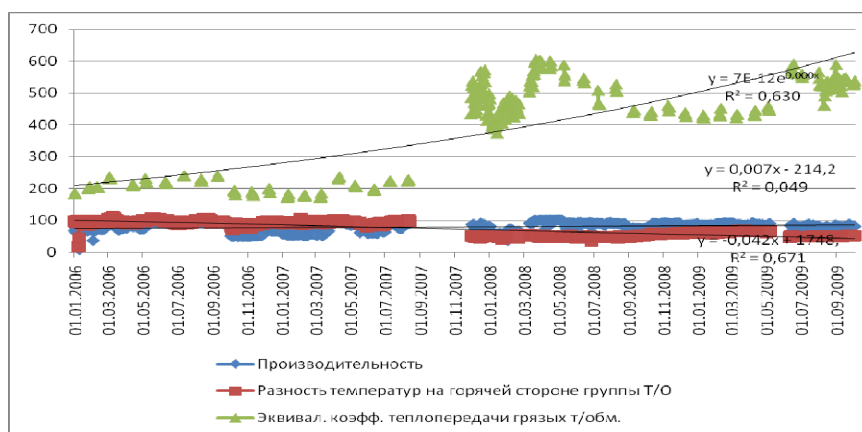


Рис. 1. Изменение коэффициента теплопередачи, производительности, разности температур на горячей стороне теплообменника от состояния межтрубного пространства теплообменника

Для гидрогенизационных процессов, таких как гидроочистка дизельных топлив и бензинов байпасные перетечки на сырьевых теплообменниках сразу же будут обнаружены рядом признаков. В первую очередь, по результатам аналитического контроля, особенно, если учесть повышение требований по степени очистки. Кроме того, если перетечки возникли при эксплуатации теплообменника, то это повлияет и на величину давления в реакторе, а также на перепад давления в реакторе. Быстрое обнаружение перетечек позволяет оперативно их устранять. В связи с этим влияние данного параметра на эффективность работы теплообменника при удовлетворительных результатах аналитического контроля можно исключить.

Если процесс теплообмена рассматривать при определенных нагрузках по сырью, то можно говорить и об исключении влияния неравномерности гидравлических сопротивлений в каналах пучка труб.

Следовательно, основной причиной, оказывающей влияние на изменение коэффициента теплопередачи, а, следовательно, и на эффективность работы, при эксплуатации теплообменников в стационарном режиме, является термическое сопротивление загрязнений, которые откладываются на стенках труб.

В процессе эксплуатации теплообменного оборудования его коэффициент теплопередачи изменяется в большом диапазоне и по ряду причин:

- из-за накопления загрязнений, которые откладываются на наружной и внутренней поверхности труб (теплопередающей поверхности);

- из-за изменения режима течения теплоносителя (холодного и горячего);

- из-за начальных температур потоков теплоносителей;

- из-за тепловых потерь с наружной поверхности аппарата, которые зависят от состояния теплоизолирующего покрытия;

- из-за изменения физических свойств потоков в результате изменения составов теплоносителей.

Если рассматривать какой-либо процесс, протекающий в нефтеперерабатывающей промышленности, то можно говорить о том, что когда процесс становится стационарным, потоки по своему составу практически не изменяются. Это позволяет предположить, что изменение коэффициента теплопередачи с течением времени не зависит от состава, который для выбранного процесса можно рассматривать как постоянную величину, а также от физических свойств потоков, так как входные температуры при стационарном режиме можно считать также постоянными величинами. Кроме того, при стационарном характере процесса и режим течения не изменяется.

Для гидрогенизационных процессов, таких как гидроочистка дизельных топлив или гидроочистка бензинов характерно наличие продуктов вторичных процессов, в которых присутствуют непредельные углеводороды. Это приводит к тому, что на стенках теплообменных труб в межтрубном пространстве образуется значительное количество отложений в результате полимеризации непредельных углеводородов или коксообразования.

Спектральный анализ состава отложений (Таблица 1) показал, что внутритрубные от-

ложения состоят в основном из хлорида аммония. Причиной их образования является присутствие хлороводорода в водород содержащем газе поступающим с установки риформинга. Отложения в межтрубном пространстве теплообменников состоят из продуктов поликонденсации и осмоления непредельных углеводородов, а также продуктов коррозии технологического оборудования.

При эксплуатации эти отложения снижают коэффициент теплопередачи и если не производить очистку теплообменников по межтрубному пространству, то потери тепла, которые необходимо восполнять дополнительным сжиганием топлива на печах приведут к увеличению затрат на топливо. Постепенное накопление отложений в межтрубном пространстве приводит к увеличению гидравлического сопротивления теплообменника, деформации труб и может привести к полной остановке установки из-за нарушения норм технологического регламента (ограничения по перепаду давления между всасывающей и

нагнетающей магистралями циркуляционного компрессора), а это приведет к значительным потерям от недовыработки целевой продукции.

Отложения в межтрубном пространстве теплообменников могут вызвать смещение перегородок по ходу движения газо-сырьевой смеси, что приводит к деформации труб и невозможности качественной очистки межтрубного пространства. При таких неисправностях трубный пучок приходится выбраковывать, не смотря на то, что внутренняя поверхность труб не загрязнена. В результате этого трубные перегородки смещаются по ходу движения газо-сырьевой смеси, трубы деформируются, таким образом, что невозможно осуществить качественную очистку межтрубного пространства и трубный пучок надо отбраковывать.

В таблице 1 приведены данные анализа отложений взятых из межтрубного и трубного пространства теплообменника гидроочистки дизельного топлива.

Таблица 1 - Результаты анализа состава отложений

Показатель	Анализируемый осадок			
	T-8 (межтрубное)	T-5 (межтрубное)	T-5 (трубное)	T-7 (межтрубное)
Доля нерастворимых в воде, % по массе	97,5	88,8	1,9	98,2
Доля нерастворимых в гептане, % по массе	97,7	53,1	57,4	98,9
pH водной вытяжки	5,1	4,7	4,7	5,5
Катионно-анионный состав пробы <sup>x</sup> , % масс				
S <sup>2-</sup>	-	-	-	-
Cl <sup>-</sup>	0,08	0,2	47	0,09
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,1	5,4	0,17	0,18
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,15	1,76	50	0,05
Содержание серы в исходной пробе, % масс	3,76	9,1	-	3
Элементный состав осадка, % масс: Fe	3,32	19,39	0,17	0,42
Na	0,05	0,03	0,003	0,01
Ca	0,03	0,03	0,003	0,01
Si	0,25	0,16	0,015	0,033
Al	0,21	0,08	0,04	0,016
Co	0	0	0,002	0
Mo	0,07	0,06	0,03	0,004

<sup>x</sup> Для водной вытяжки.

Таким образом, изменение коэффициента теплопередачи по времени можно рассматривать как функцию отложений загрязнений на стенках теплопередающей поверхности и изменение его можно считать диагностическим показателем для оценки загрязнённости и определения периодичности очистки межтрубного пространства теплообменника. Перспективным видится и подбор режимов движения и состава сырья и теплоносителей для минимизации отложений в межтрубном пространстве с целью увеличения периодичности очистки теплообменников и сокращения эксплуатационных затрат.

### Библиографический список

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Изд. 2-е. в 2-х кн.: Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. М.: Химия, 1995. – С.400

### IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGERS, COMPRESSORS AND PROCESS EQUIPMENT

S. V. Korneev, A. M. Demin, M. A. Demin,

V. N. Sorokin, A. N. Kabakov

The paper presents data on the causes of the emergence of pollution and their effects on the characteristics of heat exchange equipment. On the basis of spectral analysis of conclusions about the impurities that cause pollution of the pipe and the annulus.

*Корнеев Сергей Васильевич - доктор технических наук, профессор. Основные направления научной деятельности - Рациональное использование нефтепродуктов. Общее количество опубликованных работ: 102. e-mail: nhi@omgtu.ru.*

*Дёмин Александр Михайлович - соискатель ОмГТУ.*

*Дёмин Максим Александрович – магистрант кафедры «Нефтехимические технологии и оборудование» ОмГТУ.*

*Сорокин Владимир Николаевич - д.т.н., профессор, каф. «Прикладной механики» ОмГТУ.*

*Кабаков Анатолий Никитович - д.т.н., профессор, каф. «Вакуумной и компрессорной техники и технологии» ОмГТУ*

УДК 355.691.1

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК СНАБЖЕНЧЕСКИХ И ЭВАКУАЦИОННЫХ ГРУЗОВ

П. Ф. Кривоусов

**Аннотация.** На основании изложенного в статье материала определяется состав автомобильной колонны, путем проведения расчетов подвоза материальных средств и вывода эвакуационных грузов, посредством расчета оптимальным способом, позволяющим наиболее эффективно использовать автомобильный транспорт.

**Ключевые слова:** подвоз, расчет, эффективность.

Как правило, автомобильная колонна, выполняя боевую задачу, подвозит в боевые подразделения снабженческие грузы, а обратным рейсом вывозит эвакуационные, тем самым повышается эффективность использования автотранспорта, а именно, коэффициент использования пробега (КИПр) приближается

к 1,0. Другой способ повышения эффективности - применение автопоездов.

Из собственного опыта планирования автомобильных перевозок, расчет необходимого количества автотранспорта на снабженческие и эвакуационные перевозки целесообразно начать с расчета вывоза эвакуационных гру-

зов, если это раненные и больные. Согласно требованиям безопасности для перевозки личного состава использовать прицепы запрещается. Тем самым определяется оптимально-необходимое количество автомобилей в колонне.

Прежде чем приступить к расчету необходимого количества автотранспорта для вывоза эвакуационных грузов (раненных и больных), необходимо иметь определенные исходные данные, а именно: количество раненных и больных, из них лежачих, исходя из распоряжения старшего начальника, а так же марочный состав, наличие и техническое состояние автотранспорта автомобильного подразделения.

К примеру, подразделению приказано перевезти 355 раненных и больных, из них 102-лежачих, а автомобильное подразделение

укомплектовано автомобилями Урал-4320 и прицепамиГКБ-817. Из медицинского пункта в подразделение выдается 10 специальных комплектов приспособлений для перевозки раненных и больных в кузовах грузовых автомобилей (УСП-Г). Каждый комплект предназначен для установки в одной машине.

Прежде всего, определяем количество раненных и больных, которых возможно перевезти в машинах с установленными специальными приспособлениями.

Согласно нормам размещения личного состава, раненных и больных на автотранспортных средствах (таблица 1)[1], на одном автомобиле можно перевезти 8 человек (лежачих). Всего на 10 автомобилях – 80 человек. Но 22 лежачих раненных и больных у нас остаются не вывезенными.

Таблица 1

Марка автотранспортного средства	Количество перевозимого личного состава	Количество перевозимых раненных и больных							с использованием ТСО (УСО)		
		на носилках + на скамейках	на скамейках		без носилок и скамеек			на носилках с использованием УСП-Г	на носилках	на носилках + на сиденьях	на сиденьях
			при поперечном расположении	при продольном расположении	лежа	лежа + сидя	сидя				
Урал-4320	24	2+6	–	18	2	2+8	–	8	–	–	–

Поэтому, необходимо определить необходимое количество автомобилей без установки приспособлений для перевозки раненных и больных эвакуируемых лежа и сидя. Исходя из данных таблицы 1, на одном автомобиле можно перевезти на носилках и скамейках 2-лежачих и 6 сидячих. Расчет ведется по лежачим раненым и больным. Осталось перевести 22 человека - лежачего, для этого необходимо 11автомобилей, на этих же автомобилях перевозят 66 сидячих. Остается перевезти 187 сидячих раненных и больных.

В таблице 1 указано, что на одном автомобиле перевозиться сидя на скамейках 18 человек. Потребность в автомобилях для эвакуации 187 человек составит приблизительно 10 единиц. Всего для эвакуации раненных и больных потребуется 31 автомобиль.

Вторым этапом планирования является расчет необходимого количества автотранспорта

для вывоза снабженческих грузов. Расчет можно выполнять двумя способами.

В основу первого способа положен коэффициент использования грузоподъемности (КИГ). Необходимыми исходными данными для расчета являются: номенклатура и вес снабженческого груза, подвоз которого необходимо осуществить, исходя из распоряжения старшего начальника, а так же марочный состав, наличие и техническое состояние автотранспортаавтомобильного подразделения.

К примеру, подразделению приказано перевезти технические средства службы горячего:

- насосы ручные БКФ-4 (на решетках по 2шт.) – 60,0т.
- задвижки Ду-100 (в ящиках по1шт.) – 92,318т.
- задвижки Ду-150 (в ящиках по1шт.) – 67,976т.

Расчеты необходимо произвести по формуле (1):

$$M_{ан} = \frac{Q}{q_a \times КИГ_{(а)} + q_n \times КИГ_{(пр)}} \quad (1)$$

где -  $Q$  - вес перевозимого груза;

-  $q_{a(а)}$  - номинальная грузоподъемность автомобиля;

-  $q_{n(пр)}$  - номинальная грузоподъемность прицепа;

-  $КИГ_{(а/пр)}$  - коэффициент использования грузоподъемности автомобиля (прицепа) при перевозке  $i$ -го вида грузов.

Грузоподъемность автомобиля Урал-4320-5т, прицепа ГKB-817-6т, а КИГ для Урал-4320, при перевозке имущества службы горячего

равен 0,98, для прицепа ГKB-718-0,76. По расчетам получается, что для вывоза данного груза необходимо 23 автопоезда. Но это еще не оптимальное количество автотранспорта. При выборе оптимального варианта, что подтверждает опыт выполнения перевозок в боевой обстановке, учитывается необходимость наличия в составе колонны до 30 % машин без прицепов, как резервных на случай выхода из строя тягачей автопоездов. А автопоезда загружаются по возможности однородными грузами, при выборе недогруз-перегруз предпочтение отдается перегрузу, но не более 20 % номинальной грузоподъемности автопоезда. В связи с этими требованиями рассчитываем оптимальный вариант (таблица 2).

Таблица 2

Автомобиль / прицеп	24 / 22	25/21	26/20	27/19
% машин без прицепов	8	16	23	<b>30</b>
Количество вывозимого груза	223,7	218.26	218,6	<b>218,94</b>
н-недогруз	-	-	-	-
п-перегруз	2,374-п.	2,034-п.	1,694-п.	<b>1,354-п.</b>
% от номинальной грузоподъемности	22	18	15	<b>12</b>

Принимаем: 27 автомобилей и 19 прицепов, так как 1,354т. перегруза составляет 12 % номинальной грузоподъемности автопоезда.

При расчете вывоза эвакуационных грузов необходимо в составе автомобильной колонны иметь 31 автомобиль, то есть состав колонны должен быть: 31 автомобиль и 19 прицепов. Но в этом случае 4 автомобиля будут без снабженческого груза. Чтобы увеличить коэффициент использования пробега (КИПр), необходимо 4 автомобиля загрузить, уменьшив тем самым количество прицепов. В четыре автомобиля Урал-4320 можно загрузить 19,6т данного груза, что будет соответствовать перевозке данного груза примерно в 4 прицепах. Итого, окончательный состав колонны для вывоза снабженческих и эвакуационных грузов составит 31 автомобиль и 15 прицепов. Запомним эти цифры.

По опыту проведения подобных расчетов, я лично, отдаю предпочтение второму способу, так как в ходе проведения учений, связанных с вывозом материальных средств, показал себя наиболее точным. Он проводится, используя таблицу 3, предварительно рассчитанную, исходя из габаритных размеров воинских грузов в стандартной таре и упаковке и внутренних размеров кузовов автомобилей, прицепов и полуприцепов.

Исходные данные для проведения расчетов оставляем те же что и в первом случае.

Первоначально необходимо перевести весовое количество груза в количество грузовых мест, путем деления общего веса груза по номенклатуре, на вес одного грузового места. В результате имеем:

- насосы ручные БКФ-4 (на решетках по 2шт.) - 1000 решеток;

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

-задвижки Ду-100 (в ящиках по 1 шт.) - 1489 ящиков;

-задвижки Ду-150 (в ящиках по 1 шт.) - 586 ящиков.

Затем, используя таблицы 3, заполняем таблицу 4.

Зная количество грузовых мест по номенклатуре и количество грузовых мест вхо-

дящих в один автопоезд, определяем требуемое количество автопоездов под перевозку:

- насосы ручные БКФ-4 (на решетках по 2 шт.) - 5 автопоездов;

- задвижки Ду-100 (в ящиках по 1 шт.) - 10 автопоездов;

- задвижки Ду-150 (в ящиках по 1 шт.) - 7 автопоездов.

Таблица 3

Наименование груза	Вид тары (упаковки) и количество груза в ней	Габаритные размеры тары (упаковки), мм.	Вес одного грузового места, кг.	Автомобиль Урал-4320				
				количество грузовых мест	общее количество груза	общий вес груза, кг.	КИГ	схема укладки в кузове
Насосы ручные БКФ-4	Решетка, 2 шт.	540x380x380	60	85	170	5100	1,02	29
Задвижки Ду-100	Ящик, 1 шт.	550x380x490	62	80	80	4960	0,99	30
Задвижки Ду-150	Ящик, 1 шт.	900x480x470	116	40	40	4640	0,93	31
Наименование груза	Вид тары (упаковки) и количество груза в ней	Габаритные размеры тары (упаковки), мм.	Вес одного грузового места, кг.	Прицеп ГКБ-718				
				количество грузовых мест	общее количество груза	общий вес груза, кг.	КИГ	схема укладки в кузове
Насосы ручные БКФ-4	Решетка, 2 шт.	540x380x380	60	104	208	6240	0,92	131
Задвижки Ду-100	Ящик, 1 шт.	550x380x490	62	76	76	4712	0,69	132
Задвижки Ду-150	Ящик, 1 шт.	900x480x470	116	40	40	4560	0,67	133

Общее количество автотранспорта, необходимого для выполнения задания на пере-

возку составило 22 автопоезда. Но это еще не оптимальный вариант.



## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 4 - Количество грузовых мест входящих в один автопоезд

Наименование материальных	Урал- 4320	ГКБ- 718	Всего
Насосы ручные БКФ-4 (на решетках по 2шт.)	85	104	189
Задвижки Ду-100 (в ящиках по 1шт.)	80	76	156
Задвижки Ду-150 (в ящиках по 1шт.)	40	40	80

При выборе оптимального варианта учитываются те же требования, что и при первом способе расчета, а именно: необходимость наличия в составе колонны до 30% машин без прицепов, и автопоезда загружаются по возможности однородными грузами, при выборе недогруз-перегруз предпочтение отдается пе-

регрузу, но не более 20 % номинальной грузоподъемности автомобиля.

В связи с этим требованием рассчитываем наиболее приемлемое решение (таблица 5,6,7).

- насосы ручные БКФ-4 (на решетках по 2шт.)

Таблица 5

Автомобиль / прицеп	5 / 5	6 / 4	<b>6 / 5</b>
% машин без прицепов	0	33	<b>17</b>
Количество вывозимого груза	945	926	<b>1030</b>
н-недогруз	-	-	<b>30-н</b>
п-перегруз	55-п	74-п	-
% от номинальной грузоподъемности	29	39	-

Учитывая результаты, указанные в таблице 5 выбираем оптимальный вариант: 6 автомобилей и 5 прицепов, так как в остальных

случаях имеет место перегруз свыше 20 % номинальной грузоподъемности автопоезда.

-задвижки Ду-100 (в ящиках по 1шт.)

Таблица 6

Автомобиль / прицеп	10 / 10	11 / 8	<b>10 / 9</b>	10 / 8
% машин без прицепов	0	27	<b>10</b>	20
Количество вывозимого груза	1560	1488	<b>1484</b>	1408
н-недогруз	71-н	-	-	-
п-перегруз	-	1-п	<b>5-п</b>	81-п
% от номинальной грузоподъемности	-	1	<b>3</b>	52

Принимаем самый оптимальный вариант: 10 автомобилей и 9 прицепов, так как остальные варианты дают либо недогруз, либо пере-

груз свыше 20 % номинальной грузоподъемности автопоезда.

-задвижки Ду-150 (в ящиках по 1шт.)

Таблица 7

Автомобиль / прицеп	7 / 7	<b>8 / 6</b>	7 / 6
% машин без прицепов	0	<b>25</b>	14
Количество вывозимого груза	560	<b>560</b>	520
н-недогруз	-	-	-
п-перегруз	22-п	<b>22-п</b>	46-п
% от номинальной грузоподъемности	27	<b>27</b>	58

Принимаем самый оптимальный вариант: 8 автомобилей и 6 прицепов, так как остальные варианты дают либо перегруз свыше 20 % номинальной грузоподъемности автопоезда, либо не обеспечивают наличие резервных автомобилей.

Складывая оптимальные результаты расчетов в таблицах 5,6 и 7, получаем, что для вывоза снабженческих грузов необходимо 24 автомобиля и 20 прицепов.

Вспомним, что при расчете вывоза эвакуационных грузов необходимо в составе автомобильной колонны иметь 31 автомобиль, то есть состав колонны должен быть: 31 автомобиль и 20 прицепов.

Что бы увеличить коэффициент использования пробега (КИПр), необходимо 7 автомобилями загрузить, уменьшив количество прицепов. В семь автомобилей Урал-4320 можно загрузить 560 задвижек Ду-100 (в ящиках по 1 шт.), что высвободит примерно 7 прицепов. Итого, окончательный состав колонны для вывоза снабженческих и эвакуационных грузов составит 31 автомобиль и 13 прицепов.

Подводя итог вышеизложенному, можно смело утверждать, что при втором способе расчета, учитывающим как вес перевозимого груза, так и размеры одного грузового места, наиболее полно используется объем грузовой платформы и грузоподъемность транспортных средств, т.е. повышается коэффициент использования грузоподъемности.

При первом способе расчета для вывоза груза необходим 31 автомобиль и 15 прице-

пов, а при втором - 31 автомобиль и 13 прицепов. Отсюда ясно видно, что второй способ расчета более точный, обеспечивающий использования меньшего количества автопоездов для вывоза одного и того же груза. Этим способом расчета успешно пользуются студенты военной кафедры на занятиях по воинским автомобильным перевозкам.

### Библиографический список

1. «Воинские автомобильные перевозки», учебник, М.А. Невдах-Рязань, 2004.

### POTREBNOGO'S DESIGN PROCEDURE OF QUANTITY OF MOTOR TRANSPORT FOR IMPLEMENTATION OF TRANSPORTATIONS OF SUPPLYING AND EVACUATION CARGOES

P. F. Krivousov

On the basis of the material stated in article the structure of an automobile column, by carrying out calculations of a supply of appliances and a conclusion of evacuation cargoes, by means of calculation by the optimum way allowing most effectively to use motor transport is defined. Tab. 7. Formulas. 1. Bibl. 1.

*Кривоусов Павел Федорович – доцент. Основные направления научной деятельности – педагогика. Общее количество опубликованных работ 5. e-mail: krivousov56@mail.ru.*

УДК 629.114:621.57:621.512

## ГАЗОСТАТИЧЕСКИЙ ПОДВЕС ПОРШНЯ С ПСЕВДОПРИСТЫМИ ПИТАТЕЛЯМИ КОМПРЕССОРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ РЕФРИЖЕРАТОРОВ

Е. А. Лысенко, А. П. Болштянский, Г. С. Аверьянов, В. И. Кузнецов

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность и целесообразность применения псевдопористых питателей газостатического подвеса поршня малорасходных автомобильных рефрижераторов. Псевдопористые питатели образуются при контакте двух плоских шероховатых поверхностей. Приводятся методика и результаты расчета газостатического подвеса, уравнения для определения среднего зазора между контактирующими шероховатыми поверхностями, анализ преимуществ применения псевдопористых питателей по сравнению с дросселями типа «простая диафрагма» в газостатических подвесах малого диаметра.

**Ключевые слова:** автотранспорт, холодильные компрессоры без смазки.

**Введение**

Известно, что применение компрессоров без смазки в холодильной технике снижает затраты на получение холода на 15 % и более. Это особенно важно применительно к автомобильным рефрижераторам, т.к. получение энергии для привода холодильного агрегата рефрижератора связано с потреблением топлива двигателя автомобиля, на котором установлена холодильная машина.

Одним из вариантов конструкций бесмасляного компрессора являются компрессоры с газостатическим центрированием поршня (ПКГЦП), в которых последний представляет собой радиальную газовую опору. Питание этой опоры (газового подвеса) может осуществляться газом, который сжимает сам компрессор, или от постороннего источника давления, и может подаваться как через полость поршня, так и через гильзу цилиндра. Достаточно подробно работа такого компрессора описана в [1].

Существует достаточно много конструктивных схем ПКГЦП, в том числе и защищенных авторскими свидетельствами СССР и патентами России.

Теоретические и экспериментальные исследования этого компрессора выявили неко-

торые проблемы его реального проектирования, одной из которых является значительный расход газа на центрирование поршня, что особенно актуально для малорасходных компрессоров холодильной техники, работающих от автономного источника энергии. Этот расход по данным исследований [1, 2] для малорасходных компрессоров может составлять до 30 % его производительности, что связано в основном с масштабным и технологическим факторами, не позволяющими реально изготавливать питающие подвес дроссельные отверстия диаметром менее 0,1 мм при обеспечении отклонения в расходе газа через каждый из них не более 10 % (в одном поясе наддува). Данная ситуация только усугубляется при попытке увеличения степени повышения давления в ступени компрессора.

Снижения расхода газа на газостатическое центрирование поршня можно добиться путем использования щелевых подвесов, выполненных в виде псевдопористых питателей, образованных при контакте шероховатых поверхностей, образующих питающую щель. В этом случае часть цилиндрической образующей поршня или гильзы цилиндра представляют собой набор шероховатых дисков (рис. 1).

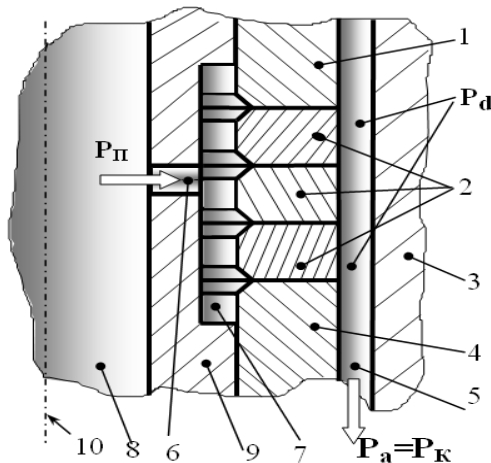


Рис. 1. Фрагмент цилиндропоршневой группы компрессора с псевдопористой поверхностью щелевых питателей газового подвеса с питанием через полость поршня:

1, 4 - тело поршня, 2 - диски с шероховатыми торцовыми поверхностями, 3 - цилиндр, 5 - радиальный зазор  $\delta$  между поршнем и цилиндром, 6 - отверстие, 7 - паз, 8 - полость поршня, 9 - центрирующая втулка, 10 - ось поршня,  $P_{II}$  - давление в полости поршня (давление наддува),  $P_d$  - давление в зазоре газового подвеса,  $P_a = P_K$  - давление окружающей среды (давление картера)

В изображенном на рис. 1. конструктивном варианте предполагается, что сжатый компрессором газ через обратный клапан, установленный в полом поршне, и далее через

отверстие 6 и паз 7 поступает к внутреннему диаметру шероховатых дисков 2, проникает через зазор, образовавшийся при контакте их шероховатых поверхностей (при этом про-

исходит дросселирование газа) и истекает в зазор 5, создавая несущий газовый слой, обладающий такими характеристиками как жесткость  $C_n$  и несущая способность  $W_n$ . Алгоритм расчета этих параметров в зависимости от геометрии поршня, величины радиального зазора, давления наддува и давления в картере компрессора достаточно подробно описан в [1] и включает в себя, в частности, определение в зазоре подвеса для дросселей типа «простая диафрагма» (малое отверстие в тонкой стенке) величины давления  $P_d$  в зоне наддува.

В данном случае проведем расчет величины  $P_d$  из условия равенства массовых расходов через псевдопористые питатели и гладкую щель зазора  $\delta$ .

Расход  $M_n$  в одну сторону от зоны щелей (в сторону торца симметричного газового подвеса) через участок подвеса длиной  $l_n$  определится выражением [2, 3]

$$M_n = \frac{\pi \cdot D_I \delta_0^3 (P_d^2 - P_K^2)}{24 \mu \cdot R \cdot T_{CT} \cdot l_I}, \quad (1)$$

где  $\mu$  – динамическая вязкость газа,  $D_n$  – наружный диаметр поршня,  $R$  – газовая постоянная,  $T_{CT}$  – температура стенки,  $\delta_0$  – радиальный зазор между поршнем и цилиндром при концентричном положении поршня.

Массовый расход газа через  $n$  щелей в одном из двух поясов наддува симметричного газового подвеса в условиях пренебрежения кривизной щели

$$M_v = n \frac{\pi \frac{D_I + d_I}{2} \delta_v^3 (P_I^2 - P_d^2)}{24 \mu \cdot R \cdot T_{CT} \frac{1}{2} (D_I - d_I)} = \frac{n \cdot \pi (D_I + d_I) \cdot \delta_v^3 (D_I^2 - d_I^2)}{24 \mu \cdot R \cdot T_{so} (D_I - d_I)}, \quad (2)$$

где  $d_n$  – внутренний диаметр шероховатой поверхности диска,  $\delta_{щ}$  – средний зазор, образованный между шероховатыми поверхностями дисков при их контакте.

Приравняв оба уравнения, получим:

$$P_d = \sqrt{\frac{(D_I + d_I) n \cdot \delta_v^3 \cdot P_I^2 \cdot l_I + D_I \delta_0^3 P_K^2 (D_I - d_I)}{D_I \delta_0^3 (D_I - d_I) + n (D_I + d_I) \delta_v^3 \cdot l_I}}. \quad (3)$$

Определение величины  $\delta_{щ}$  можно произвести по результатам работы [4], в которой экспериментальным путем найдены уравнения для трех способов образования микронеровностей:

-  $\delta_{щ} \approx 1,2(Rz_1 + Rz_2)^{0,9}$  для поверхностей, обработанных лазерным лучом;

-  $\delta_{щ} \approx 0,95(Rz_1 + Rz_2)^{0,8}$  – для поверхностей, полученных опескоструиванием; (4)

-  $\delta_{щ} \approx 0,9(Rz_1 + Rz_2)^{5/6}$  – для поверхностей, полученных шлифованием,

где  $Rz$  – средняя высота микронеровностей, взятая по десяти точкам контролируемой по-

верхности, а также в наиболее общем случае из выражений [5]:

- для двух контактирующих поверхностей

$$\delta_v \approx \left[ 1 - 3,3 \cdot \left( \frac{P_C}{P_r} \right)^{1/3} \right] \cdot (R_{p1} + R_{p2}) \quad (5)$$

- для одной гладкой и одной шероховатой поверхностей -

$$\delta_v \approx \left[ 1 - 3,6 \cdot \left( \frac{P_C}{P_r} \right)^{1/2} \right] \cdot R_p, \quad (6)$$

где  $R_p \approx 3Ra$  ( $Ra$  – среднеарифметическое отклонения профиля микронеровностей),  $P_C$  и  $P_r$  – соответственно контурное и фактическое давление в контакте, определяется в соответствии с [5].

Работоспособность ПКГЦП, прежде всего, обеспечивается характеристиками газового подвеса поршня, т.е. его способностью противостоять боковым нагрузкам со стороны механизма привода и возникающим в результате вибрации компрессора. Основным параметром газового подвеса при заданных его геометрических размерах и режимных факторах является его жесткость  $C_n$ , которая, в свою очередь, является сложной функцией от геометрии подвеса, давления наддува, сечения дросселирующего узла и зазора между валом (поршнем) и втулкой (цилиндром) [1, 2]. На рис. 2 приведена характерная зависимость жесткости подвеса  $C_n$  от относительного давления наддува  $\bar{P}_d$ , определяемого как частное от деления давления в зазоре подвеса в зоне дросселирующего узла  $P_d$  на давление наддува  $P_n$  (в данном случае давление наддува равно давлению в полости поршня).

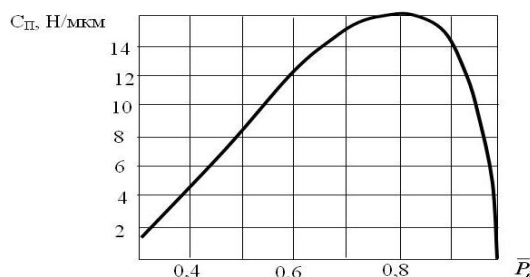


Рис. 2. Зависимость жесткости симметричного газового подвеса поршня от относительного давления наддува для диаметра 40 мм, длины несущей части 100 мм, расстояния от торцов до линии наддува 20 мм, радиальный зазор 10 мкм, давление наддува 3 бар, давление в картере (на торцах подвеса) 1 бар

Как видно из графика, имеет место оптимальное относительное давление наддува в

пределах 0,7-0,9, при котором газовый подвес обладает максимальной жесткостью. В частности, этот диапазон давлений рекомендован и авторами [2], как обеспечивающий максимальную жесткость при приемлемом расходе газа на центрирование. Следует также отметить, что данный диапазон практически не зависит от геометрических соотношений подвеса, характеристик дросселей и давления наддува.

Таким образом, задача сводится к тому, чтобы определить целесообразность использования псевдопористых питателей, которые должны обеспечить возможность экономично-

го центрирования поршня. При этом нужно иметь в виду, что размер шероховатостей, образующих при контакте псевдопористые питатели, должен находиться в разумных пределах, т.к., очевидно, невозможно потребовать от изготовителя образования достаточно стабильной высоты микронеровностей, например, в доли микрометра.

На рис. 3 схематично показано устройство поршня компрессора с кривокопфным приводом с внутренним наддувом газа в зазор подвеса и отдельной канавкой для сброса уплотняемого потока мимо зоны действия газового подвеса.

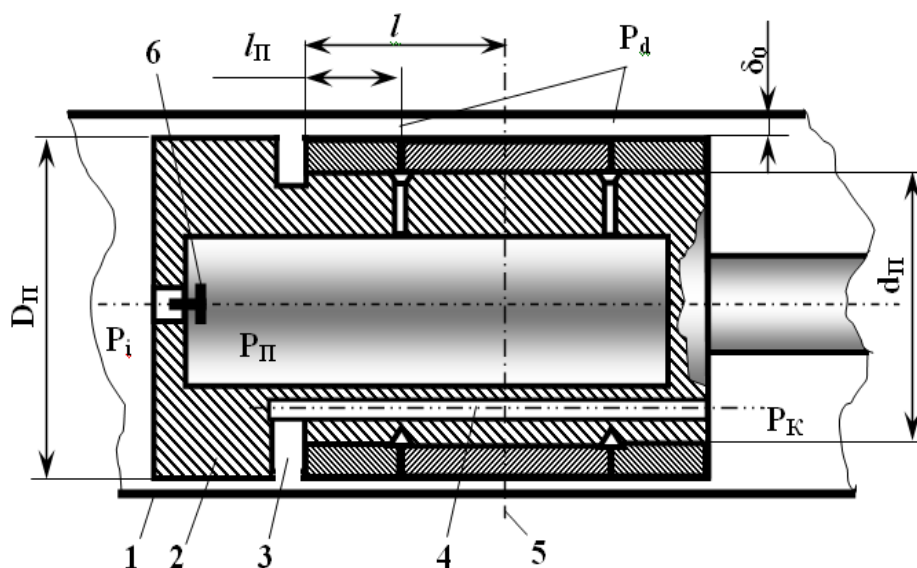


Рис. 3. Схема цилиндрической пары компрессора с щелевыми питателями газового подвеса поршня, образованными при контакте шероховатых торцов трех втулок:

1. Цилиндр. 2. Корпус поршня. 3. Отделительная канавка.
4. Канал для сброса уплотняемого потока газа. 5. Ось симметрии подвеса.
6. Самодействующий обратный клапан

Сжимаемый компрессором газ в процессе сжатия-нагнетания через обратный клапан 6 попадает в полость поршня и истекает из нее через щели, образованные при контакте шероховатых по торцам втулок в зазор между поршнем и цилиндром, образуя несущий газовый слой, препятствующий контакту стенок поршня и цилиндра. Уплотняемый поток при этом сбрасывается через уплотняющую (верхнюю) часть поршня мимо зоны действия газового подвеса.

Под действием боковых сил, образующихся перепадом давления на поршне и не точно направляющего поршень механиз-

ма, а также инерционных сил, возникающих при колебаниях цилиндрической группы, поршень занимает некоторое эксцентричное положение в цилиндре, при этом, чем больше эксцентриситет, тем выше утечки через уплотняющую часть, чем больше жесткость газового подвеса, тем ниже эксцентриситет и меньше утечки, но больше расход на центрирование поршня. Этот вопрос подробно изучен в [1]

На рис. 4 и 5 показаны результаты расчета газового подвеса поршня при давлении наддува, равном 3 бар при разных зазорах в цилиндрической паре.

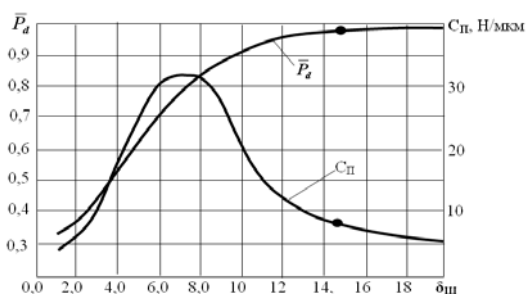


Рис. 4. Зависимость относительного давления наддува и жесткости газового подвеса от высоты щели псевдопористых питателей симметричного газового подвеса при  $D_{п} = 40$  мм,  $d_{п} = 30$  мм,  $l_{п} = 20$  мм,  $l = 50$  мм,  $\delta_0 = 10$  мкм,  $P_{п} = 3$  бар,  $P_{к} = 1$  бар. Точками обозначены параметры этого же газового подвеса с питателями в виде коротких отверстий диаметром 0,1 мм, 6 отверстий в каждом из двух поясов наддува

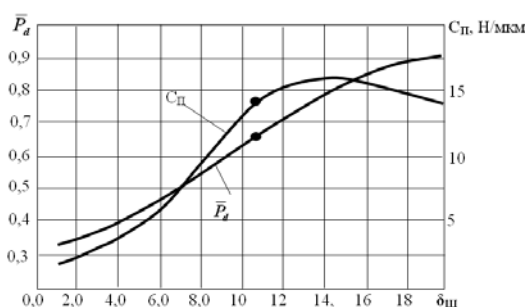


Рис. 5. Зависимость относительного давления наддува и жесткости газового подвеса от высоты щели псевдопористых питателей симметричного газового подвеса при  $D_{п} = 40$  мм,  $d_{п} = 30$  мм,  $l_{п} = 20$  мм,  $l = 50$  мм,  $\delta_0 = 20$  мкм,  $P_{п} = 3$  бар,  $P_{к} = 1$  бар. Точками обозначены параметры этого же газового подвеса с питателями в виде коротких отверстий диаметром 0,1 мм, 6 отверстий в каждом из двух поясов наддува

Из приведенных результатов следует сделать вывод о том, что при данном сочетании параметров газового подвеса поршня гораздо лучшие результаты дает применение псевдопористых питателей, которые обеспечивают более высокую жесткость центрирования при малом зазоре между поршнем и цилиндром, когда расход на центрирование мал и малы утечки через уплотняющую часть поршня. В то же время и при большом зазоре псевдопористые питатели не уступают обычным дросселям, и даже несколько превосходят их по жесткости центрирования.

На рис. 6 и 7 показаны аналогичные графики для давления наддува, равном 6 бар.

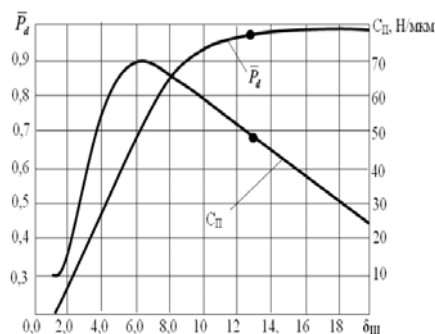


Рис. 6. Зависимость относительного давления наддува и жесткости газового подвеса от высоты щели псевдопористых питателей симметричного газового подвеса при  $D_{п} = 40$  мм,  $d_{п} = 30$  мм,  $l_{п} = 20$  мм,  $l = 50$  мм,  $\delta_0 = 10$  мкм,  $P_{п} = 6$  бар,  $P_{к} = 1$  бар. Точками обозначены параметры этого же газового подвеса с питателями в виде коротких отверстий диаметром 0,1 мм, 6 отверстий в каждом из двух поясов наддува

Из графиков хорошо видно, что при увеличении давления наддува и малых зазорах преимущества псевдопористых питателей перед дросселями типа «простая диафрагма» сохраняется, обеспечивая более высокую жесткость центрирования.

При увеличении зазора до 20 мкм это преимущество не так очевидно, или его нет совсем, т.к. увеличивая количество отверстий, можно добиться и увеличения жесткости центрирования. Однако, как уже указывалось выше, работа на больших зазорах чревата существенным снижением экономичности компрессора (зазор входит в уравнение расхода в третьей степени).

**Заключение**

1. Использование псевдопористых питателей для малорасходных компрессоров с газостатическим центрированием поршня возможно, и обеспечивает надежное центрирование с высокой жесткостью.

2. Наиболее экономично использовать псевдопористые питатели при малых зазорах газового подвеса поршня.

3. Достаточно высокая жесткость центрирования обеспечивается в широком диапазоне высоты микронеровностей, определяющих высоту щели, в связи с чем не должно возникать больших сложностей в получении нужной шероховатости различными технологическими способами.

### Библиографический список

1. Болштянский А. П., Белый В. Д., Дорошевич С. Э. Компрессоры с газостатическим центрированием поршня. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2002. – 406 с.
2. Шейнберг С. А., Жедь В. П., Шишеев М. Д. Опоры скольжения с газовой смазкой/ Под ред. С. А. Шейнберга - М.: Машиностроение, 1979. - 336 с.
3. Демкин Н.Б. Расход газа через стык контактирующих поверхностей// Н. Б. Демкин, В. А. Алексеев, В. Б. Ламберский, В. И. Соколов/ Известия высших учебных заведений. Машиностроение. № 6. - М.: МВТУ им. Баумана, 1976. – С. 40-44.
4. Ивахненко Т. А. Болштянский А. П. Определение фактического зазора псевдопористых питателей гидро- и газостатических подвесов.// Динамика машин и рабочих процессов. ЮУрГУ. 2009. – С. 62-66.
5. Трение, изнашивание и смазка: Справочник/ Под ред. И. В. Крагельского, В. В. Алисина.- М.: Машиностроение, 1978. - Кн. 1. - 400 с.

### GAS BEARING PISTON WITH ARTIFICIAL POROUS FEEDERS FOR COMPRESSORS OF AUTOMOBILE REFRIGERATORS

E. A. Lysenko, A. P. Bolshtyansky,  
G. S. Averyanov, V. I. Kuznecov

In clause the opportunity and expediency of application of pseudo-porous feeders of gas bearing piston a little account automobile refrigerators is considered. Pseudo-porous feeders are formed at contact of two flat rough surfaces. The technique and results of calculation of gas bearing piston, the equations for definition of an aver-

age backlash between contacting rough surfaces, the analysis of advantage of application of pseudo-porous feeders in comparison with throttles of type «a simple diaphragm» in of gas bearing piston with small diameter are resulted.

*Лысенко Евгений Алексеевич - к.т.н., доцент. Основные направления научной деятельности: компрессорная и автомобильная техника. Общее количество опубликованных работ: 32. Lysenkojo@mail.ru.*

*Болштянский Александр Павлович - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Гидромеханика и транспортные машины», ОмГТУ. Основные направления научной деятельности: Криогенная и компрессорная техника и технология, эксплуатация транспортных средств. Общее количество опубликованных работ: более 300. e-mail: \_alexander\_p\_b@mail.ru*

*Аверьянов Геннадий Сергеевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение». Основные направления научной деятельности: Управляемые пневматические виброзащитные системы амортизации крупногабаритных объектов. Общее количество опубликованных работ: более 150. e-mail: avergena@mail.ru.*

*Кузнецов Виктор Иванович - Д.т.н., профессор. Основные направления научной деятельности: Теория эффекта Ранка, теория газотурбинных двигателей, исследования трубы Гартмана-Ширенгера, летательные аппараты на воздушной подушке. Общее количество опубликованных работ: более 200. e-mail: \_avergena@mail.ru*

УДК 629.114:621.512

### РАСЧЕТ СИЛ И РАБОТЫ ТРЕНИЯ В ПОРШНЕВОМ УПЛОТНЕНИИ ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕССОРА БЕЗ СМАЗКИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО РЕФРИЖЕРАТОРА

Е. А. Лысенко, А. П. Болштянский, В. И. Кузнецов, Г. С. Аверьянов,  
Ю. А. Бурьян

**Аннотация.** В статье рассматривается методика расчета поршневого уплотнения без смазки, которая позволяет рассчитать силы, которые действуют в уплотнении. Это дает возможность обоснованно назначать время между ремонтами поршневого холодильного компрессора.

**Ключевые слова:** холодильный компрессор, автомобильный рефрижератор, ресурс работы, потери мощности.

**Введение**

В автомобильных рефрижераторах, как правило, используются холодильные парокompрессионные машины с поршневыми компрессорами. В последние годы в качестве таких компрессоров все чаще применяются бесшмазочные машины объемного действия с поршневыми уплотнениями из композиционных материалов в связи с тем, что они позволяют до 17% повысить холодопроизводительность машины при той же потребляемой мощности, что весьма важно для экономичной работы автономных устройств.

При проектировании поршневых машин объемного действия очень важно иметь математический аппарат, позволяющий рассчитывать уплотнительный узел цилиндропоршневой пары. Это позволяет оценить такие параметры, как затраты работы на трение и собственно силы трения, что в совокупности с путем пробега уплотнения позволит рассчитать в первом приближении и износ уплотняющих элементов и обоснованно назначать межремонтный пробег.

На рис. 1 изображена схема сечения поршневого кольца, имеющего наиболее часто встречающееся прямоугольное сечение.

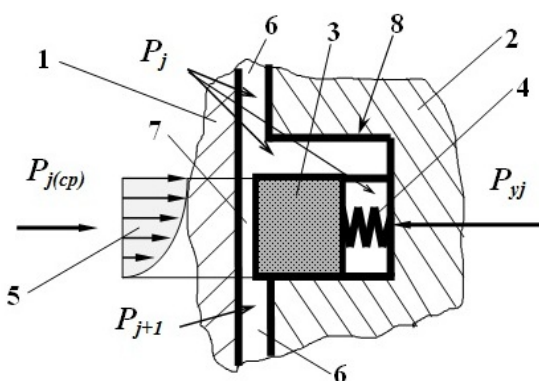


Рис. 1. Сечение цилиндропоршневой пары в зоне действия поршневого кольца: 1 - цилиндр, 2 - поршень, 3 - поршневое кольцо, 4 - пружина экспандера, 5 - распределение давления в зазоре между кольцом и зеркалом цилиндра, 6 – зазор между поршнем и цилиндром, 7 – фактический средний зазор между кольцом и зеркалом цилиндра, 8 - кольцевая канавка

Запишем уравнение для определения величины работы трения  $L_{KM}$  в кольцевом уплотнении:

$$L_{\hat{e}i} = \sum_{j=1}^Z \int_0^{2S_n} F_{\hat{o}Dj}(S) \cdot dS, \quad (1)$$

где  $Z$  - число колец в поршневом уплотнении,  $F_{TPj}(S)$  - функция зависимости силы трения  $F_{TPj}$   $j$ -го кольца от хода поршня, которая по [1] может быть определена в виде

$$F_{\hat{o}Dj}(S) = f_{TP} \cdot [W_j(S) + P_{yj}] \quad (2)$$

где  $W_j(S)$  - функция зависимости усилия  $W_j$ , действующего на  $j$ -е уплотнительное поршневое кольцо в направлении контакта с зеркалом цилиндра под действием переменного перепада давления на кольце, от хода поршня  $S$ ,  $P_{yj}$  - усилие пружины (экспандера)  $j$ -го поршневого кольца или усилие упругости самого кольца,  $P_{yj} = \text{const}$  для каждого кольца и не зависит от положения поршня во время его

движения,  $f_{TP}$  - коэффициент трения кольца о зеркало цилиндра.

При этом предполагается, что в результате приработки кольца его радиальный износ компенсируют силы собственной упругости или экспандер. Количество колец в поршневом комплекте можно определить по рекомендациям [1]:

$$\sqrt{10 \cdot \Delta P} \geq Z \geq \sqrt{5 \cdot \Delta P}, \quad (3)$$

где  $\Delta P$  - максимальный перепад давления на комплекте колец в МПа, результат расчета округляется до целого числа в большую сторону.

В уравнении (2) неизвестной величиной является  $W_j(S)$ , которую для кольца наиболее простого, прямоугольного, сечения можно с учетом [1] выразить следующим образом:

$$W_j(S) = P_j(S) \cdot A_{HB} - P_{j(ср)}(S) \cdot [\dot{A}_f - \dot{A}_\delta(S)], \quad (4)$$

где  $P_j(S)$  - функция зависимости давления  $P_j$  в закольцевом объеме от хода поршня,  $P_{j(ср)}(S)$  - функция зависимости среднего давления



$P_{j(ср)}$  в зазоре между  $j$ -тым поршневым кольцом и зеркалом цилиндра от хода поршня,  $A_H$  - номинальная (общая) площадь контакта поверхности кольца, контактирующая с зеркалом цилиндра,  $A_\Phi(S)$  - зависимость фактической площади контакта  $A_\Phi$  от хода поршня,  $A_{НВ}$  - площадь поверхности кольца, обращенная в сторону канавки поршня. Разность площадей  $A_H$  и  $A_\Phi(S)$ , умноженная на среднее давление в зазоре между кольцом и зеркалом цилиндра, дает усилие, отжимающее кольцо от зеркала цилиндра.

В том случае, когда имеет место пластическая деформация в зоне трения поверхностей кольца и зеркала цилиндра, фактическая площадь контакта может быть определена по формулам [1, 2]:

$$\dot{A}_\delta(S) = \frac{W_j(S)}{c_s \cdot \sigma_s}, \quad A_\delta(S) = \frac{\alpha_b \cdot W_j(S)}{HB}, \quad (5)$$

где  $c_s$  и  $\sigma_s$  - коэффициент упрочнения и предел текучести материала кольца,  $\alpha_b$  - коэффициент, учитывающий напряженное состояние в зоне контакта и особенности взаимодействия поверхностей (при скольжении  $\alpha_b = 0,5$  и для неподвижного контакта  $\alpha_b = 1$ ),  $HB$  - твердость по Бринеллю.

Тогда усилие, действующее на кольцо в направлении его контакта с зеркалом цилиндра, с учетом сопротивления газостатического слоя, возникающего при течении рабочего тела через микрозазор между рабочей поверхностью кольца и зеркалом цилиндра, выражается зависимостью [1]

$$W_j(S) = \frac{A_H \cdot c_s \cdot \sigma_s \cdot [P_j(S) \cdot A_H - P_{j(ср)}(S)]}{[c_s \cdot \sigma_s - P_{j(ср)}(S)]}, \quad (6)$$

$$P_{j(ср)}(S) = \frac{2\{[P_j(S)]^3 - [P_{(j+1)}(S)]^3\}}{3\{[P_j(S)]^2 - [P_{(j+1)}(S)]^2\}}. \quad (7)$$

При работе на низких и средних давлениях газа, наиболее часто применяемых в промышленности и бытовых установках, а также при использовании достаточно широких (вдоль образующей цилиндра) колец деформация в контакте не доходит до пластического состояния и носит упругий или упругопластический характер. В этом случае при расчете фактического давления между двумя трущимися шероховатыми поверхностями можно допустить, что они имеют одинаковый микрорельеф, поскольку на рабочей поверхности кольца, изготовленного из менее твердого по сравнению с цилиндром материала, будет

воспроизводиться микрорельеф, близкий по своим характеристикам к микрорельефу зеркала цилиндра. Можно также предположить, что если условия контакта близки к упругим, и в результате приработки трущихся поверхностей фактическая площадь контакта становится максимальной, то при малых и средних давлениях и повторных нагружениях будет иметь место в основном упругое взаимодействие поверхностей, на что, в частности, указывает автор [3]. Тогда можно использовать методику [4] для определения фактического давления  $P_{ryj}$  при упругом контакте двух поверхностей, имеющих одинаковые параметры шероховатости:

$$P_{ryj}(S) = \frac{0,61 \cdot \left(\frac{R_a}{r_s}\right)^{0,43} \cdot [P_{Cj}(S)]^{0,14}}{\left(\frac{1 - \mu_{P1}^2}{E_1} - \frac{1 - \mu_{P2}^2}{E_2}\right)^{0,86}}, \quad (8)$$

где  $P_{Cj}(S)$  - функция, описывающая зависимость контурного давления  $P_{Cj}$  от хода поршня,  $R_a$  и  $r_s$  - среднеарифметическое отклонение профиля микронеровностей поверхности зеркала цилиндра и радиус закругления выступов микрорельефа,  $\mu_{P1,2}$  и  $E_{1,2}$  - коэффициенты Пуассона и модули упругости материалов поршневого кольца и гильзы цилиндра.

Учитывая, что после приработки колец и зеркала цилиндра макроискажения в зоне контакта становятся пренебрежимо малыми, можем записать равенство

$$P_{Cj}(S) = \frac{W_j(S)}{A_H}. \quad (9)$$

Поскольку величину  $A_\Phi$  при упругом контакте определяют как произведение числа пятен контакта на их площадь [3-5], будет справедливо следующее выражение:

$$A_\delta(S) \approx A_H \cdot \frac{P_{Cj}(S)}{P_{ryj}(S)} = \frac{W_j(S)}{P_{ryj}(S)}. \quad (10)$$

В работе [2] приведены зависимости, которые более точно определяют фактическую площадь контакта в паре полимер-металл. Однако расчеты, сделанные для наиболее часто применяющихся в отечественных конструкциях кольцевых уплотнений трибосопряжений при достаточно высокой чистоте их обработки (средняя высота микронеровностей - доли микрометра) показывают, что отклоне-

ние результатов расчетов по (10) от вычислений по методике [2] не превышают 10 %.

Теперь в соответствии с (10) и (4) можно записать уравнение для определения усилия, действующего в направлении упругого контакта:

$$W_j(S) = \frac{A_H \cdot [P_j(S) - P_{j(CP)}(S)]}{1 - \frac{P_{j(CP)}(S)}{P_{ryj}(S)}} \quad (11)$$

Принимая во внимание (4), (10), (11), определение величины  $W_j(S)$  можно производить путем решения следующего нелинейного алгебраического уравнения:

$$W_j(S) = \frac{A_H \cdot [P_j(S) - P_{j(CP)}(S)]}{1 - \left\{ 1,64 \left( \frac{1-H_1}{A_1} - \frac{1-H_2}{A_2} \right)^{0,86} \left( \frac{r_s}{R} \right)^{0,43} \left[ \frac{W_j(S)}{A_H} \right]^{0,14} \right\}} \quad (12)$$

При реализации на ЭВМ уравнение (12) удобно решать методом половинного деления.

В соответствии с данными работ [6-8] переход к пластическому состоянию в зоне неподвижного контакта начинается при значениях  $c_s > 2-2,5$ . Экспериментальные и теоретические исследования [9-11] показали, что результаты, полученные для неподвижного контакта, всего лишь на 10-15 % отличаются от результатов при скользящем контакте при относительно малых коэффициентах трения.

При значительном трении, которое наблюдается в поршневых уплотнениях, сжимающих осушенные газы, появляется необходимость учета дополнительных напряжений, возникающих вслед за единичной скользящей поверхностью, и условие перехода контакта из упругого состояния в пластическое следует записать в виде [10]

$$P_{ry} \geq \frac{\sigma_s}{k_s \cdot f_{\dot{\sigma}}}, \quad (13)$$

где  $k_s$  - коэффициент, принимающий значения от 1,0 до 3,0.

Полученная методика позволяет рассчитать индикаторную работу сил трения в поршневом уплотнении.

Кроме того, имеется возможность оценить средний зазор  $h_m$  между наружной поверхностью кольца и зеркалом цилиндра с использованием уравнений [4, 9], как зазор между двумя контактирующими шероховатыми поверхностями:

$$h_{mj}(S) \approx \left\{ 1 - 1,33 \left[ \frac{P_{Cj}(S)}{P_{ryj}(S)} \right]^{1/3} \right\} (R_{P1} + R_{P2}), \quad (14)$$

или с учетом того, что  $R_p \sim (2,5-3,0) \cdot R_a$  и  $R_{a1} = R_{a2}$ :

$$h_{mj}(S) \approx (5 - 6) R_a \left\{ 1 - 3,3 \left[ \frac{P_{Cj}(S)}{P_{ryj}(S)} \right]^{1/3} \right\}, \quad (15)$$

где  $R_p$  - расстояние от линии вершин микровыступов до средней линии профиля шероховатости.

Уравнения (14), (15) справедливы для неподвижного контакта, в то время как при определении по ним среднего зазора между движущимися относительно друг друга поверхностями рассчитанную величину  $h_m$  необходимо уменьшать примерно в 2 раза [2].

Для большинства поверхностей с чистой обработкой 6-8 класса ( $R_a \sim 1,5-0,3$  мкм,  $r_s = 10-20$  мкм) в диапазоне контурных давлений  $P_c = 0,05-1,5$  МПа, характерных для компрессоров, сжимающих газы до низких и средних давлений, для материалов колец с  $E = (0,6-40) \cdot 10^3$  МПа (от Ф4К20 до Графелон-20) расчеты по формуле (15) с учетом двукратного уменьшения результата дают значения радиального зазора между наружной поверхностью кольца и зеркалом цилиндра в пределах 0,4-1,35 мкм. Это позволяет сделать вывод о том, что в новом неизношенном уплотнении утечки через поршневой уплотнение практически должны отсутствовать.

#### Заключение

Использование предложенной методики расчета поршневого самосмазывающегося уплотнения позволяет рассчитать силы, действующие на уплотнитель, и при известной закономерности износа от сил и пробега уплотнения определить сроки межремонтного обслуживания рефрижератора.

#### Библиографический список

- Новиков И. И. Бессмазочные поршневые уплотнения в компрессорах/ И. И. Новиков, В. П. Захаренко, Б. С. Ландо. - Л.: Машиностроение, 1981.- 238 с.
- Макушкин А. П. Полимеры в узлах трения и уплотнениях при низких температурах: Справочник. - М.: Машиностроение, 1993. - 228 с.
- Курапов П. А. О количественной оценке параметров трения в развитии положений молекулярно-механической теории// Машиноведение.- 1989. - № 1.-С. 28-34.
- Трение, изнашивание и смазка: Справочник / Под ред. И. В. Крагельского, В. В. Алисина.- М.: Машиностроение, 1978. - Кн. 1. - 400 с.
- Михин Н. М. Механизм внешнего трения твердых тел// Трибология: Исследования и приложения: Опыт США и стран СНГ. - М., 1993. - С. 29-51.

6. Фрэнсис Х. А. Феноменологический анализ пластического вдавливания сферы// Тр. амер. об-ва инж.-механиков. Сер. Д. - 1976. - № 3. - С. 81-91.

7. Демкин Н. Б. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей. - М.: Наука, 1970. - 228 с.

8. Демкин Н. Б. Фактическая площадь касания твердых поверхностей. - М.: АН СССР, 1962. - 111 с.

9. Чеповецкий И. Х. Основы финишной алмазной обработки. - Киев: Наук. Думка, 1980. - 468 с.

10. Крагельский И. В. Трение и износ. - М.: Машиностроение, 1968. - 480 с.

11. Umweg über Filter kostet Energie: Die beiden Varianten zur Erzeugung ölfreier Druckluft im Vergleich// Produktion. - 1996, № 9. - P. 24.

### **CALCULATION OF FORCES AND WORKS OF FRICTION IN CONDENSATION OF THE PISTON OF THE REFRIGERATING COMPRESSOR WITHOUT GREASING FOR THE AUTOMOBILE REFRIGERATOR**

E. A. Lysenko, A. P. Bolshtyansky,  
V. I. Kuznetsov

In clause the design procedure of piston condensation without greasing which allows to calculate forces which operate in condensation is considered. It enables correctly to fix time between repairs of the piston refrigerating compressor.

*Лысенко Евгений Алексеевич - к.т.н., доцент. Основные направления научной деятельности: компрессорная и автомобильная техника. Общее*

*количество опубликованных работ: 32. Lysenkojo@mail.ru.*

*Болштыанский Александр Павлович - доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Гидромеханика и транспортные машины», ОмГТУ. Основные направления научной деятельности: Криогенная и компрессорная техника и технология, эксплуатация транспортных средств. Общее количество опубликованных работ: более 300. e-mail: alexander\_p\_b@mail.ru*

*Кузнецов Виктор Иванович - Д.т.н., профессор. Основные направления научной деятельности: Теория эффекта Ранка, теория газотурбинных двигателей, исследования трубы Гартмана-Ширенгера, летательные аппараты на воздушной подушке. Общее количество опубликованных работ: более 200. e-mail: avergena@mail.ru*

*Аверьянов Геннадий Сергеевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение». Основные направления научной деятельности: Управляемые пневматические виброзащитные системы амортизации крупногабаритных объектов. Общее количество опубликованных работ: более 150. e-mail: avergena@mail.ru.*

*Бурьян Юрий Андреевич - Д.т.н., профессор. Основные направления научной деятельности: динамика сложных механических систем, вибрационные системы. Общее количество опубликованных работ: более 150.*

УДК 629.113.001

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ НОРМАЛЬНОЙ РЕАКЦИИ КОЛЕСА ДИАГНОСТИРУЕМОЙ ОСИ АВТОМОБИЛЯ НА ВИБРОСТЕНДАХ**

А. И. Федотов, А. Н. Доморозов, Нгуен Ван Ньань

**Аннотация.** Представлена математическая модель процесса изменения нормальной реакции на колесах диагностируемой оси автомобиля на опорных платформах вибростенда. Выявлены закономерности влияния технического состояния подвески на параметры колебаний нормальной нагрузки на колесах автомобиля при испытаниях на вибростендах.

**Ключевые слова:** диагностика подвески автомобиля, вибростенд, процесс колебания нормальных реакций, математическая модель и техническое состояние амортизатора.

В статье рассмотрена математическая модель процесса изменения нормальной ре-

акции на колесах диагностируемой оси автомобиля на опорных платформах вибростенда.

Выявлены закономерности влияния технического состояния подвески на параметры колебаний нормальной нагрузки на колёсах автомобиля при испытаниях на вибростендах.

Для написания математической модели процесса изменения нормальной реакции диагностируемого колеса на опорных платформах вибростенда KDXG была разработана расчетная схема, представленная на рис. 1.

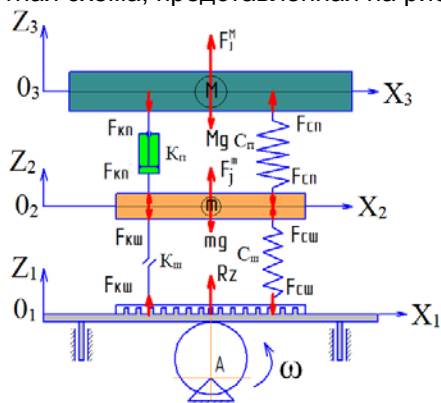


Рис. 1. Расчетная схема процесса колебания подвески автомобиля на опорной платформе вибростенда

Из расчетной схемы (рис.1) имеем:

$$\begin{cases} \ddot{z}_3 = \frac{1}{M}(-K_n \dot{z}_3 - C_n \dot{z}_3 + K_n \dot{z}_2 + C_n \dot{z}_2) \\ \ddot{z}_2 = \frac{1}{m}[-(K_n + K_u) \dot{z}_2 - (C_n + C_u) \dot{z}_2 + K_n \dot{z}_3 + C_n \dot{z}_3 + K_u \dot{z}_1 + C_u \dot{z}_1] \\ z_1 = \sqrt{r_0^2 + R_0^2 - 2r_0 R_0 \cos(\omega t) - r_0^2 \sin^2(\omega t)} - R_{\min} \end{cases} \quad (1)$$

Система уравнений (1) описывает закон колебаний поддресоренной M и неподдресоренной m масс автомобиля и колебания опорной платформы вибростенда [1,2].

Нормальная реакция на колесе автомобиля определяется по формуле:

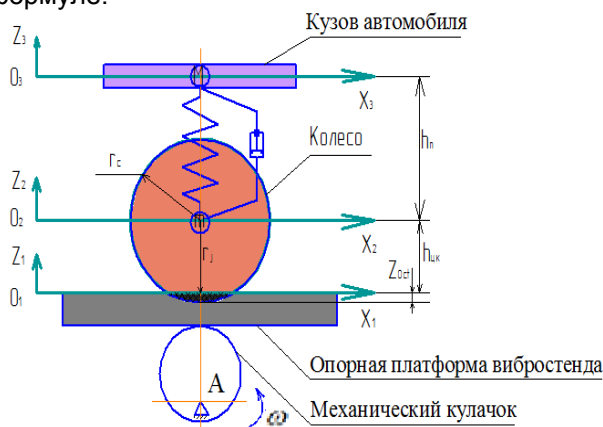


Рис. 2. Расчетная схема для определения условия отрыва колеса от поверхности опорной платформы вибростенда

$$R_z = R_{zcm} + R_{zj}, \quad (2)$$

где  $R_{zcm}$  - статическая нормальная реакция;

$R_{zj}$  - динамическая нормальная реакция.

Из расчетной схемы (рис.1) используя принцип Даламбера относительно оси  $OZ_1$  получаем:

$$R_{zcm} = F_{сшст} = C_{ш} \cdot \Delta z_{1ст}$$

$$R_{zj} = F_{сшj} - F_{кш}$$

$$R_{z_1cm} = C_{ш} \frac{(M + m)g}{C_{ш}} \quad (3)$$

$$R_{zj} = C_{ш}(z_2 - z_1) - K_{ш}(\dot{z}_1 - \dot{z}_2),$$

где:  $F_{кш}$ ,  $F_{сш}$  – силы демпфирования и упругости в шине, соответственно (Н);

$G_m$ ,  $G_M$  - вес поддресоренной M и неподдресоренной m масс автомобиля соответственно (Н).

Сумма нормальных реакций определяется по формуле:

$$R_z = (R_{z_1cm} + R_{zj}) = C_{ш} \frac{(M + m)g}{C_{ш}} + C_{ш}(z_2 - z_1) - K_{ш}(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) \quad (4)$$

Для определения условия отрыва колеса автомобиля от опорной поверхности платформы вибростенда была разработана следующая расчетная схема, представленная на рисунке 2.

где  $M$  – поддресоренная масса автомобиля;

$m$  – неподдресоренная масса автомобиля;

$r_c$  – свободный радиус автомобильного колеса;

$r_j$  – динамический радиус автомобильного колеса;

$h_{цк}$  – высота центра колеса, т.е. расстояние между центром колеса и опорной поверхностью платформы вибростенда;

$h_n$  – расстояние от центра колеса до оси OZ кузова автомобиля;

$Z_{ост}$  – статический прогиб шины колеса.

Статический прогиб колеса рассчитывался по следующей формуле:

$$z_{ост} = \frac{(M + m)g}{C_{ш}} \quad (5)$$

Исходя из расчетной схемы рис. 2., при статическом состоянии (начальном условии):

$h_{цк0} = r_c - z_{ост}$ , при динамическом состоянии

(во время работы):  $h_{цк} = r_j = h_{цк0} + Z_2$ . Если

$h_{цк} \geq r_c$ , то  $R_z = 0$ , т.е. в этом случае происходит отрыв колеса автомобиля от опорной поверхности платформы вибростенда.[3,4]

Для аналитического расчета процесса изменения нормальной реакции на колесах диагностируемой оси автомобиля на вибростенде использовались следующие исходные данные: модель автомобиля: Toyota-Corolla; поддресоренная масса, приходящаяся на одно колесо передней оси:  $M=407$  кг; неподдресоренная масса:  $m=28$ кг; жесткость подвески (пружины):  $C_n=22300$  Н/м; коэффициент демпфирования амортизатора подвески:  $K_{потб}=400$  Нс/м,  $K_{псж}=100$  Нс/м; жесткость шины:  $C_{ш}=220000$  Н/м; коэффициент демпфирования шины:  $K_{ш}=1250$  Нс/м [5].

Подставив исходные данные в формулу (3) найдем статическую нагрузку на колесо:

$$R_{ст} = C_{ш} z_{ст} = C_{ш} \frac{(M + m)g}{C_{ш}} = 220000 \frac{(407 + 28)9,81}{220000} = 4267,35H$$

С помощью вышеприведенного математического описания и пакета прикладных программ Matlab были получены следующие результаты [6]:

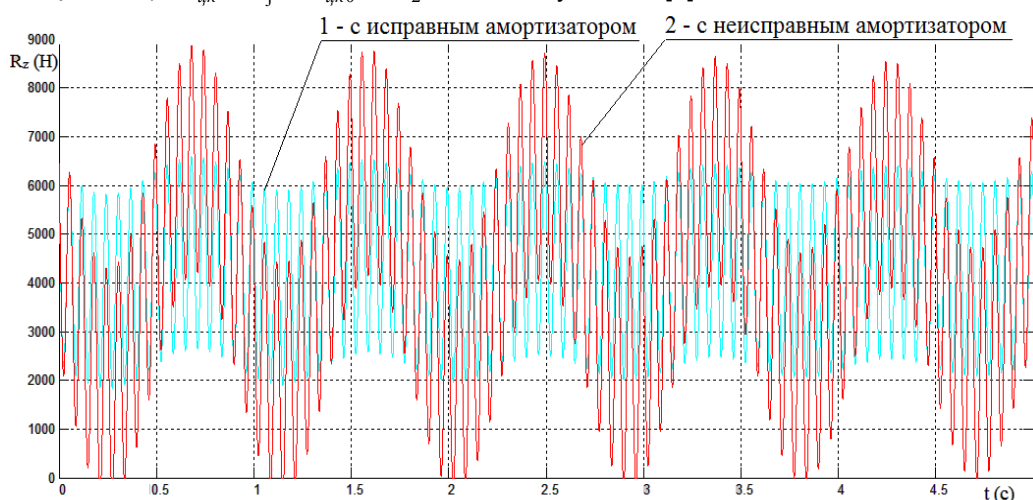


Рис. 3. Характеристики нормальной реакции на диагностируемом колесе автомобиля от времени при разных состояниях амортизатора (расчет)  
 1 – с исправным амортизатором  $K_{псж}=100$ ,  $K_{потб}=400$  (Н.с/м); 2 – с неисправным амортизатором  $K_{псж}=27$ ,  $K_{потб}=130$  (Н.с/м)  
 Частота колебаний платформы стенда  $n=16$ Гц

Из графика рис.3 видно, что при работе подвески с неисправным амортизатором нормальная реакция на диагностируемом колесе автомобиля периодически принимает значение 0, т.е. колесо теряет контакт с опорной поверхностью.

По результатам моделирования построены зависимости (рис. 4) нормальной реакции на колесе автомобиля от частоты колебания опорной платформы вибростенда при исправном амортизаторе. Из графика отчетливо видно, что в режиме резонанса, на частоте

колебания неподрессоренных масс (16 Гц) амплитуда колебаний нормальной реакции на колесе составляет 3996 Н.

По результатам моделирования построены зависимости (рис. 5) нормальной реакции на колесе от частоты колебания опорной платформы вибростенда при неисправном амортизаторе автомобиля. Из графика отчет-

ливо видно, что в режиме резонанса, на частоте колебания неподрессоренных масс (16 Гц) амплитуда колебаний нормальной реакции на колесе значительно возросла и составляет 8303 Н. Это более чем в 2 раза больше, чем у автомобиля с исправным амортизатором.

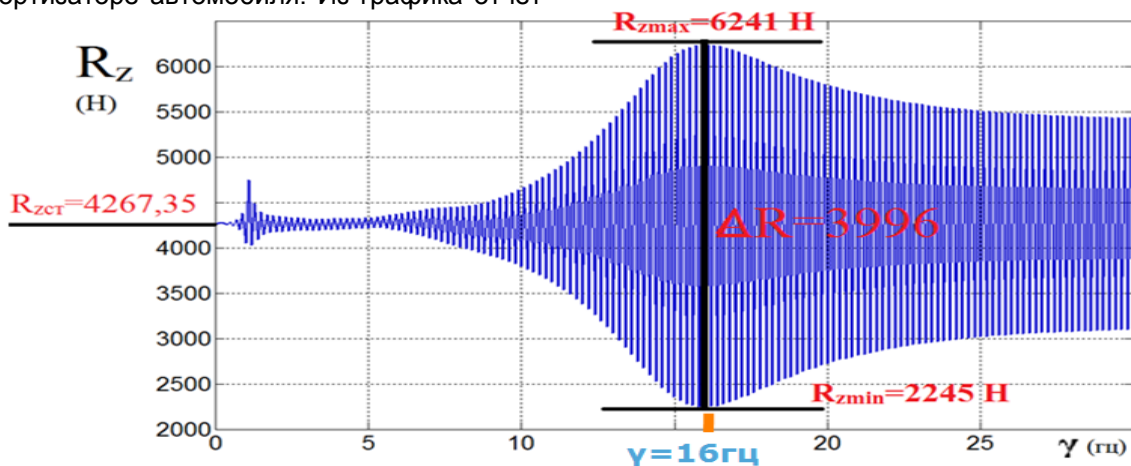


Рис. 4. Зависимость нормальной реакции на колесе автомобиля от частоты колебания опорной платформы вибростенда при исправном амортизаторе

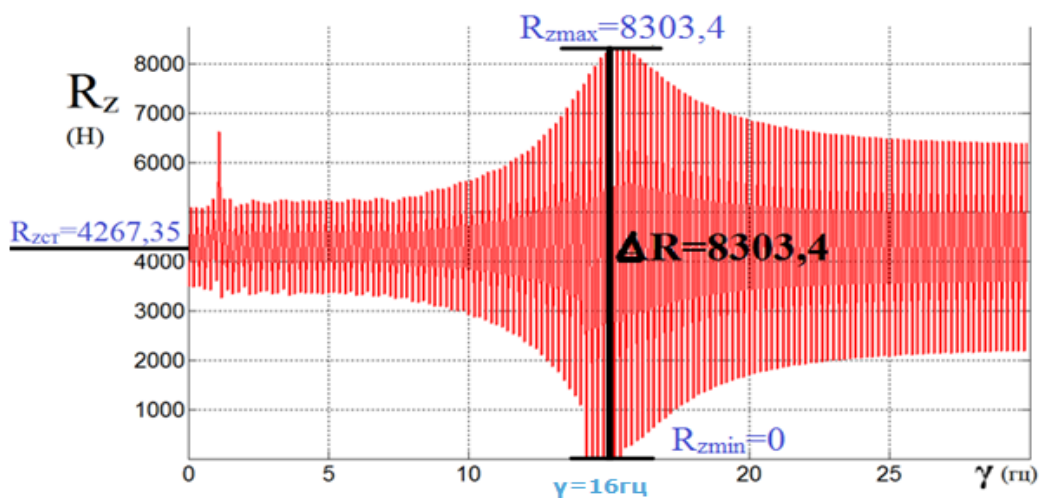


Рис. 5. Зависимость нормальной реакции на колесе автомобиля от частоты колебания опорной платформы вибростенда при неисправном амортизаторе

На следующем этапе работы были проведены численные аналитические исследования влияния величин коэффициента отбоя  $K_{\text{потб}}$  и коэффициента сжатия  $K_{\text{псж}}$  амортизатора на качество работы подвески автомобиля, на величину минимальной динамической нормальной реакции  $R_{z\text{min}}$  колес в резонансных режимах работы подвески. При этом полученная

расчетная зависимость минимальной нормальной реакции на колесах автомобиля при изменении технического состояния амортизаторов представлена на рис. 6.

Данный график показывает зависимость минимальной нагрузки на колесо автомобиля от совместного изменения коэффициента отбоя  $K_{\text{потб}}$  и коэффициента сжатия  $K_{\text{псж}}$  аморти-

затора при контроле технического состояния подвески на вибростенде.

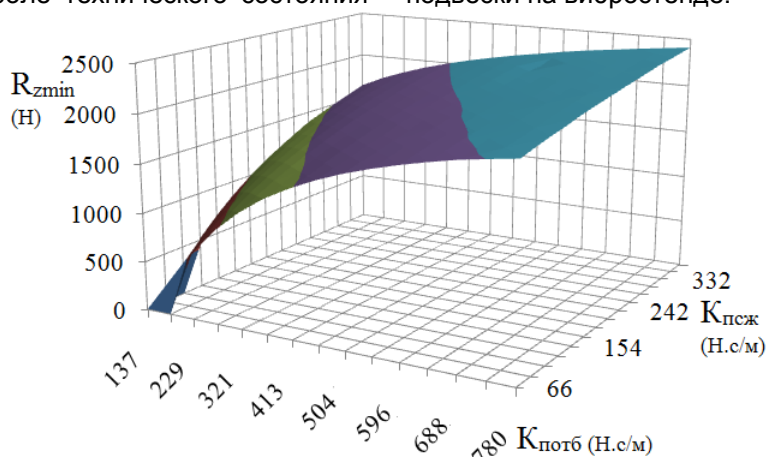


Рис. 6. Зависимость минимальной нормальной реакции на колесах автомобиля при изменении технического состояния амортизаторов

И полученная расчетная зависимость минимальной нормальной реакции на колесах автомобиля от частоты колебания при раз-

личных состояниях амортизаторов представлена на рис. 7.

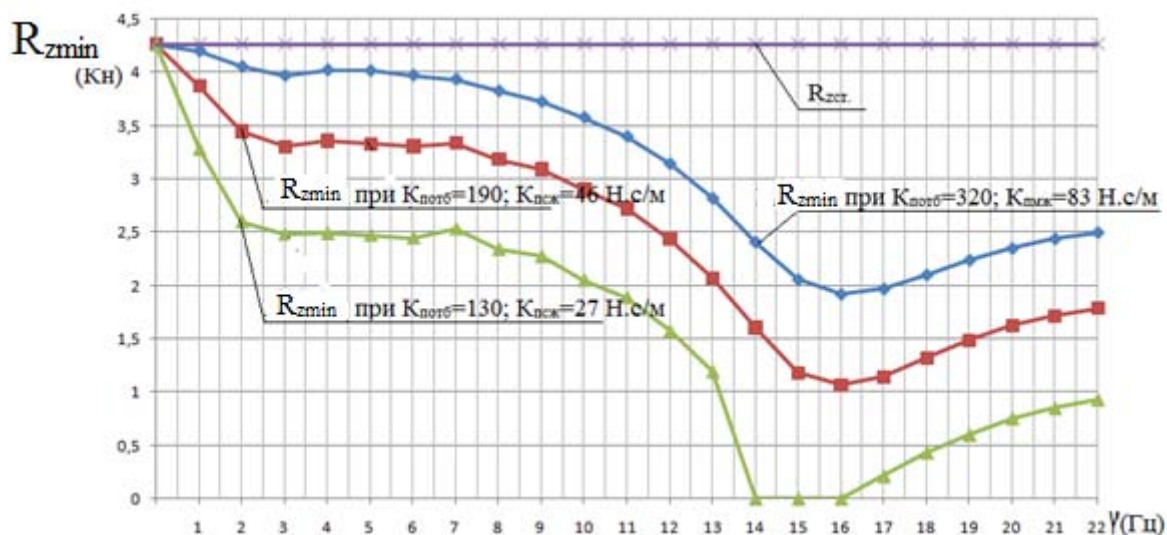


Рис. 7. Зависимость минимальной динамической нормальной реакции на колесе от частоты колебаний при эксплуатационных значениях коэффициентов демпфирования амортизатора

Для оценки степени разгрузки колес автомобиля при проверке на вибростендах иногда используют удельный показатель «остаточных сцепных свойств колеса»  $K$ , который в

реальности оценивает только степень его раз-

$$\text{грузки: } K = \frac{R_{z\min}}{R_{\text{стат}}} \quad (6)$$

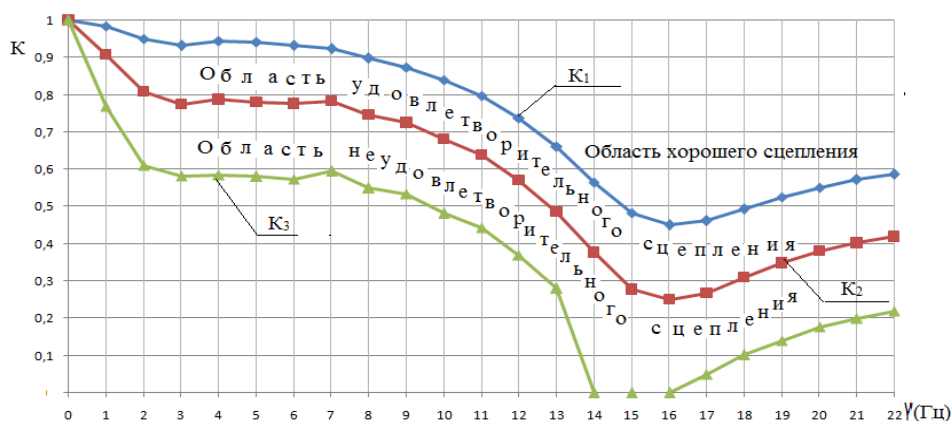


Рис.8. Зависимость удельного показателя остаточных сцепных свойств эластичного колеса от частоты колебаний при эксплуатационных значениях коэффициентов демпфирования амортизатора

Из графиков рис. 7 и 8 видно, что удельные показатели остаточных сцепных свойств колеса с эластичной шиной  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$  при эксплуатационных значениях коэффициентов демпфирования амортизатора  $K_{потб}=320$ ,  $K_{псж}=83$  Н.с/м;  $K_{потб}=190$ ,  $K_{псж}=46$  Н.с/м и  $K_{потб}=130$ ,  $K_{псж}=27$  Н.с/м делят характеристики подвески на 3 области: **область хорошего сцепления**, **область удовлетворительного сцепления** и **область не удовлетворительного сцепления**.

Удельный показатель остаточных сцепных свойств колеса с эластичной шиной является информативным диагностическим параметром, оценивающим техническое состояние подвески автомобиля с позиции обеспечения комфортабельности автомобиля в эксплуатационных условиях.

Если рассмотреть вышеприведенные характеристики в момент возникновения резонанса подвески автомобиля, на частоте колебаний  $\gamma = 16$  Гц, то с точки зрения разработчиков данного метода и реализующих его вибростендов, при:

$K > 0,45$  – подвеска обеспечивает **хорошее сцепление** колёс с дорогой;

$0,25 \leq K \leq 0,45$  - подвеска обеспечивает **удовлетворительное сцепление** колёс с дорогой;

$K < 0,25$  - подвеска обеспечивает **неудовлетворительное сцепление** колёс с дорогой.

Но если рассмотреть удельные показатели  $K$  остаточных сцепных свойств колеса с точки зрения обеспечения активной безопасности автомобилей, то они малоинформативны, поскольку не учитывают конструкции и

сцепных свойств шин с опорной поверхностью.

#### Библиографический список

1. Нгуен Ван Ньянь. Математическая модель процесса колебания поддрессоренной и недрессоренной масс автомобиля на опорной платформе вибростенда KDXG / Власов В.Г., А.Н. Доморозов, Нгуен Ван Ньянь // Вестник ИРГТУ. – Иркутск, 2011. – Вып. 7.- С. 68-72. (издание, рекомендованное ВАК).
2. Нгуен Ван Ньянь. Математическое описание процесса работы кулачкового механизма вибростенда KDXG / А.Н. Доморозов, Нгуен Ван Ньянь // Вестник ИРГТУ. – Иркутск, 2011. – Вып. 6.- С. 61-65. (издание, рекомендованное ВАК).
3. Теория механизмов и машин. Под ред. К.В.Фролова. М.: Высшая школа, 1987.
4. Фалькевич Б. С. Теория автомобиля. – М.: Mashgiz, 1963. – 239 с.
5. Техническое руководство по автомобилю T.Corolla 1995-2005 г. – 4-е, изд.- М.: Автодата – пресс, 2006. – 408 с.: Ил.
6. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс. – СПб: Питер; Китев: Издательская группа BHV, 2005. 512с.: Ил.

#### MATHEMATICAL MODEL PROCESS CHANGING OF NORMAL REACTION AT WHEEL VEHICLE ON A SHOCK TESTER

A. I. Fedotov , A. N. Domorozov,  
Nguyen Van Nhanh

The mathematical model process changing of normal reaction at wheel vehicle on a shock tester. Ascertained law the impact of technical condition of a car suspension on the parameter vibration of normal load at wheel vehicle on a shock tester.



Федотов Александр Иванович - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт», НИ ИрГТУ. Основные направления научной деятельности: диагностика автомобиля. e-mail: fai@istu.edu.

Доморозов Алексей Николаевич - кандидат технических наук, доцент. Основные направления

научной деятельности: диагностика автомобиля. e-mail: garo38@mail.ru.

Нгуен Ньань Ван – аспирант, кафедра «автомобильный транспорт» НИ ИрГТУ. Основные направления научной деятельности: диагностика автомобиля. Общее количество опубликованных работ: 5. e-mail: nhanhdgt@yahoo.com.

УДК 621.822

### АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗНАШИВАНИЯ ТРИБОСИСТЕМ МАШИН НА ИХ ДОЛГОЛВЕЧНОСТЬ

В. Н. Кузнецова, В. В. Савинкин, А. Л. Дерман

**Аннотация.** Рассмотрены механизмы взаимодействия контактируемых поверхностей подвижного соединения с учетом различных видов трения.

**Ключевые слова:** трибологические свойства, внутренние напряжения.

#### Введение

В зависимости от характера смазки деталей машин различают 4 вида трения: без смазочного материала, граничное, гидродинамическое (жидкостное) и смешанное. В первом случае контактируют несмазываемые поверхности, покрытые окисными пленками и тончайшими слоями молекул газов и воды, адсорбированными из окружающей среды. Во втором случае, помимо перечисленных пленок, присутствуют смазочные материалы в виде тонкого слоя толщиной в несколько молекул, которые прочно связаны с поверхностью. В третьем случае слой жидкой смазки полностью разделяет сопряженные поверхности. Смешанное трение наиболее полно отражает процессы, происходящие в паре трения. Данный вид трения присутствует практически во всех сопряжениях, но различные его элементы наблюдаются в определенных зонах контакта в различные моменты времени. Смешанное трение является наиболее сложным с точки зрения его моделирования. Исходя из этого, можно сделать вывод, что создание модели трибосистемы и описание закономерностей происходящих в условиях смешанной смазки является актуальной задачей в машиностроении.

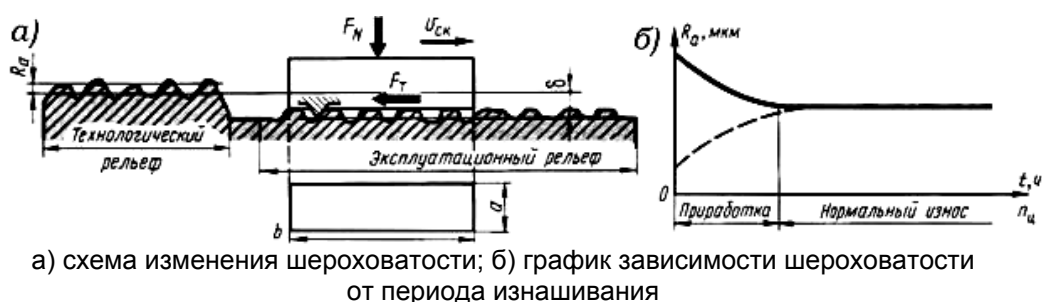
Рассмотрим основные законы, модели, методы и средства для оценки трения, износа и фрикционного разогрева деталей машин.

При решении машиностроительных задач руководствуются следующими тремя законами трения, установленными еще Г. Амонтоном и Ш.О. Кулоном:

- сила трения пропорциональна нормальной нагрузке;
- сила трения не зависит от формы и размера номинальной площади контакта;
- сила трения не зависит от скорости скольжения.

В современной интерпретации следует иметь в виду, что скорость существенно влияет на фрикционный разогрев, а последний влияет на трибологические характеристики подвижных сопряжений.

Общепринятыми теориями трения являются адгезионно-деформационная теория Бодуна-Тейбора и молекулярно-механическая теория трения, предложенная И.В. Крагельским [1]. В основе этих теорий лежит представление о сближении двух шероховатых поверхностей при контактом взаимодействии. В результате деформирования материалов контактирующих тел поверхности начинают сближаться, приводя в контакт все большее число неровностей. Этот процесс продолжается до тех пор, пока площадь контакта не станет достаточной, чтобы нести нагрузку (рис.1.).



а) схема изменения шероховатости; б) график зависимости шероховатости от периода изнашивания  
Рис. 1. Схема сближения двух шероховатых поверхностей при контактом взаимодействии

Модель Дерягина - Муллера - Токарева (ДМТ) рассматривает влияние упругих контактных деформаций на адгезию только для герцевского контакта. Равновесие достигается, когда деформация такова, что упругая реакция уравновешивает совместное действие приложенной внешней нагрузки и сил молекулярного притяжения.

В модели Джонсона -Кендалла -Робертса (ДКР) взаимодействие упругой сферы и жесткого полупространства ограничено только пределами площадки контакта. Для ее реализации используются расчетные давления по Герцу и Буссинеску.

Подавляющее число узлов трения дорожных, строительных, подъемно-транспортных и горнодобывающих машин и механизмов работают в условиях смазывания. В конце XIX века Н.П. Петровым, Б. Тауэром и О. Рейнольдсом было установлено, что эффективное смазывание имеет место при условиях, когда поверхности трения надежно разделены тонким слоем смазочного материала, толщина которого при рабочих условиях превышает суммарную высоту неровностей рабочих поверхностей сопряженных тел, а адгезионное взаимодействие между ними практически исключается, так как поверхности разнесены на расстояние, превышающее радиус действия адгезионных сил. Разделение поверхностей трения смазочным слоем осуществляется под действием давления, самовозбуждающегося в этом слое при относительном движении сопряженных поверхностей. Такой режим смазки называется гидродинамическим. Он обеспечивает минимальные потери на трение и практически полное отсутствие изнашивания трущихся тел. Для его реализации необходимо определенное сочетание нагрузки на узел

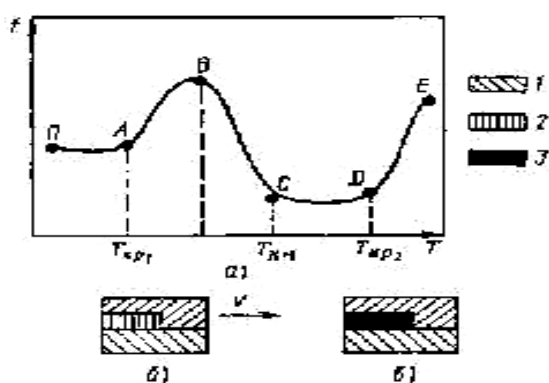
трения, скорости относительного перемещения элементов пары трения, геометрии контактирующих поверхностей, которые должны обеспечивать клиновидную форму зазора между ними, и вязкости смазочного материала [1].

В развитие теории гидродинамической смазки большой вклад внесли Н.Е. Жуковский, С.А. Чаплыгин, А.И. Зоммерфельд, Л.К. Гюмбель, Ю.К. Машков, М.В. Коровчинский, С.М. Захаров и др.

Способность смазочных материалов образовывать прочные граничные слои достаточной толщины за достаточно короткие промежутки времени в значительной степени определяет долговечность и надежность тяжело-нагруженных смазанных трибосопряжений, работающих постоянно (например, в условиях высоких температур и нагрузок и/или низких скоростей относительного перемещения) или периодически (например, при пуске остановки, в "мертвых точках" цилиндропоршневой пары двигателя внутреннего сгорания и т.д.).

Трение в условиях граничной смазки всегда приводит к изнашиванию трущихся тел, причем механизм изнашивания определяется природой граничных слоев, а последнее определяется природой смазочной среды и материала контактирующих тел и условиями процесса образования граничных слоев.

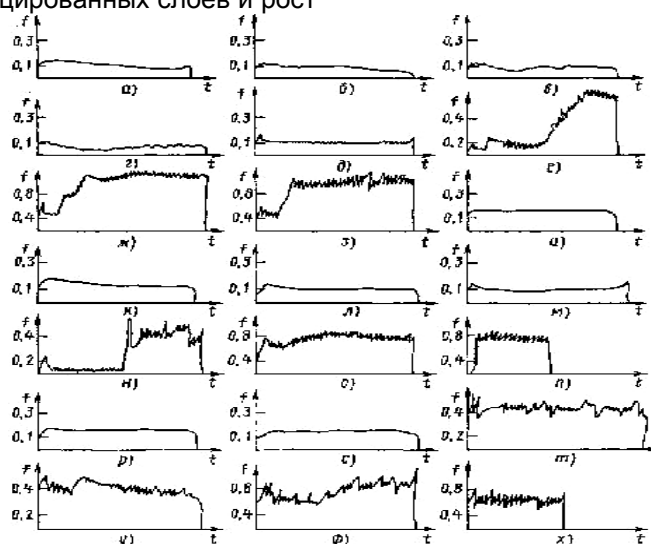
На отдельных участках температурной зависимости коэффициента трения могут быть реализованы умеренное адгезионное изнашивание (при температурах, меньших  $T_{кр1}$ ), коррозивно-механическое изнашивание (в интервале температур от  $T_{км}$  до  $T_{кр2}$ ) и интенсивное адгезионное изнашивание при температурах, больших чем  $T_{кр2}$ , и в интервале температур между  $T_{кр1}$  и  $T_{fmax}$  (рис. 2)



1 - металл; 2 - адсорбированный слой; 3 - химически модифицированный слой

Рис. 2. Обобщенная зависимость коэффициента трения от температуры при граничной смазке (д) и предполагаемые модели трения на участке ОАВ (б) и ВСЕ (в)

При этом в интервале температур от  $T_{кр1}$  до  $T_{кр2}$  необходимо учитывать два одновременно проходящих процесса: рост скорости изнашивания этих слоев с ростом температуры в трибологическом контакте «Рисунок 3» [2, 3].



давление  $p_a = 0,45$  МПа (а -з);  $0,80$  МПа (и-н);  $1,1$  МПа (р -х);  
 изменение максимальной температуры на поверхности трения  $T_{max}$ :  
 а -  $20...33,68$  °С; б -  $20...54,53$  °С; в -  $20...80,74$  °С; г -  $20...120,31$  °С; д -  $20...202,76$  °С; е -  $20...1183,13$  °С; ж -  $20...1114,98$  °С; з -  $20...1139,60$  °С; и -  $20...30,40$  °С; к -  $20...78,05$  °С; л -  $20...95,74$  °С; м -  $20...147,92$  °С; н -  $1027,55$  °С; о -  $1088,87$  °С; п -  $20...1189,17$  °С; р -  $20...37,40$  °С; с -  $20...96,83$  °С; т -  $20...399,83$  °С; у -  $20...532,52$  °С; ф -  $20...767,56$  °С; х -  $20...1140$  °С

Рис. 3. Характерные зависимости коэффициента трения  $f$  фрикционной пары из УФКМ по времени  $t$  при испытании на фрикционную теплостойкость

Эффективность используемых методов математико-физического моделирования в настоящее время не вызывает сомнений. Они позволяют в несколько раз сократить продолжительность процесса подбора пар для узлов трения с обязательным прогнозированием их

долговечности. При этом весьма существенен экономический эффект, особенно для крупногабаритных конструкций.

Однако при анализе условий функционирования деталей машин, предназначенных для каждой из таких подотраслей, целесооб-

разно выделить следующие семь факторов, определяющих механизм фрикционного взаимодействия:

- вид контакта (точечный, линейный, по поверхности), от которого зависит напряженное состояние и распределение нагрузки;

- коэффициент взаимного перекрытия  $K_{вз}$  ( $K_{вз} = 1$ ;  $1 > K_{вз} > 0,1$ ;  $K_{вз} < 0,1$ ), важный для оценки процессов окисления и удаления продуктов изнашивания;

- вид смазки, обеспечивающей граничное трение или периодически полное разделение контактирующих поверхностей за счет гидродинамики;

- вид износа (ведущий), определяемый средой, в которой эксплуатируется трибосопряжение, - механический, коррозионно-механический или тепловой;

- вид нагружения (основные признаки) - стационарный (как силовой, так и тепловой), теплоимпульсный и нестационарный;

- вид нагружения (дополнительные признаки) резко нестационарный с наложением вибрации; стационарный с дополнительным подогревом, который изменяет механизм распространения теплоты на фрикционном контакте; знакопеременный, изменяющий механизм изнашивания;

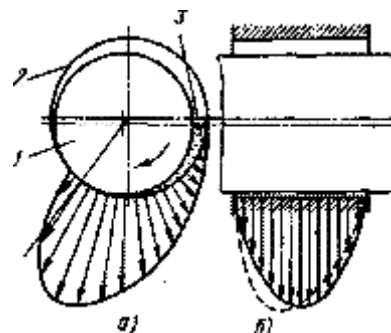
- негативные процессы в контакте, сопровождающие взаимодействие, такие как нарушение совместности, возникновение автоколебаний и класс явлений, изучаемых трибофатикой (влияние трения на усталость материала и усталости на концентрацию напряжений).

Эти факторы обязательно учитываются при организации и проведении модельных испытаний.

Опыт эксплуатации и исследования элементов гидроприводов дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин показал (СДМ), что в процессе работы этих элементов, имеющие большие размеры и массу, могут возникать значительные нагрузки в сопряженных деталях. Как показал статистический анализ, главной причиной выхода из строя деталей является не их поломка, а износ сопряжений под влиянием внешних нагрузок и эксплуатационных факторов. Аналитическими исследованиями установлено, что на эффективность работы и срок службы деталей гидроприводов СДМ и ПМ, существенное влияние оказывают величина износа и изменение проектных геометрических параметров сопряжений, на которые влияют динамические нагрузки, и агрессивная среда эксплуатации.

Воздействие динамической нагрузки на ответственные детали гидропривода сопровождается всегда нагревом детали, изменением трибологических свойств и концентрацией внутренних напряжений. Протекание этих процессов обуславливает изменение внутренней микроструктуры металла как следствие высвобождения энергии свободных атомов.

Изменение проектной геометрии деталей «Рисунок 4» и микроструктуры металла «Рисунок 5» в процессе эксплуатации гидропривода, позволяет выдвинуть гипотезу о том, что на величину износа и скорость изнашивания влияет вектор приложения силы трения и концентрация внутренних напряжений. Именно внутреннее напряжение, возникшие в структуре кристаллической решетки металла делают его уязвимым к износу.



1-вал; 2-втулка; 3-величина отклонения от оси при изнашивании.

Рис. 4. Эпюра сил сопряженных деталей при изменении проектной геометрии

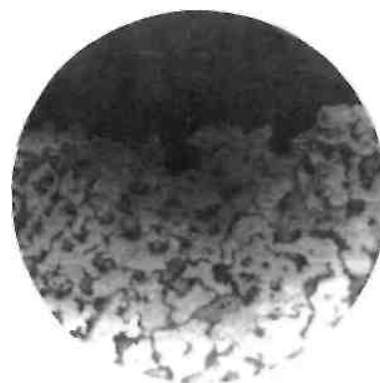


Рис. 5. Микроструктура изношенной поверхности

Исходя из выше сказанного, делаем вывод о том, что в теории изнашивания решены далеко не все задачи, а исследование износа и его процессов должно проводиться в новом

направлении учитывающее концентрацию внутренних напряжений металла.

Исследованиями [4,5] установлено, что за период эксплуатации гидроприводов в их деталях формируются зоны концентрации напряжений, снижающие усталостную прочность деталей, которые работают в условиях знакопеременных циклических нагрузок. Для сопряжения, подверженному износу и восстановлению, проведение исследований на концентрацию внутренних напряжений обязательно.

Разрушение под действием нагрузок циклически изменяющихся по времени (циклические напряжения) относят к усталостным. При изменении знака напряжения относят к знакопеременным, а при одном знаке - пульсирующими. Следовательно, при разработки модели трибосистемы необходимо учитывать усталостную нагрузку.

Понятие «модель трибосистемы» может быть определено как некоторая логико-математическая структура, имеющая систему переменных, соответствующих элементам трибосистемы. Данные элементы трибосистемы могут быть классифицированы как её основные подсистемы: подсистема выбора материала; прочностная подсистема; динамическая подсистема; подсистема контактирования; подсистема трения и изнашивания; термодинамическая подсистема.

**Подсистема выбора материала.** Предлагается методика построения математической модели выбора материалов деталей при проектировании узлов трения скольжения или материала покрытия и способа его создания. Материалы контактирующих поверхностей деталей пар трения скольжения выбираются в зависимости от свойств рабочей среды, ее температуры, давления, скорости скольжения, реакции в опоре (нагрузки), теплоотвода из зоны трения, графика межремонтных периодов и срока наработки узла на отказ.

**Прочностная подсистема.** Одним из важных факторов, существенно влияющих на износостойкость, величину износа и форму изношенных поверхностей, является давление. Знание реальной эпюры силового взаимодействия деталей пар трения позволяет повысить достоверность расчетов при обеспечении наработки узла на отказ. Для пары трения «вал-втулка» в рассматриваемой модели решаются следующие вопросы: определяется сближение в цилиндрическом стыке вследствие собственной деформации вала и втулки, определяется контактная равнодейст-

вующая давления в цилиндрическом стыке, описывается закон распределения нагрузки вдоль втулки, определяется зависимость давления от приложенной нагрузки. Перечисленные задачи решаются при следующем допущении: жесткий вал распределяет давления на упругодеформируемую втулку, что, в частности, реализуется при изготовлении последней из металлополимерных материалов.

**Динамическая подсистема.** Известно, что все материалы в большей или меньшей степени обладают вязкоупругостью и вязкопластичностью. Эти свойства материалов, приводящие к изменению фактической площади контакта в зависимости от температуры и времени, описываются с помощью реологических моделей. В рассматриваемой модели трибосистемы используется модель Кельвина-Фойгта, отражающая свойства реальных тел.

**Подсистема контактирования.** Первичной проблемой при изучении трения является контактирование соприкасающихся поверхностей. В понятие контактирования входит взаимодействие поверхностей твердых тел под действием относительного смещения и сжимающих сил с учетом их отклонения от идеальной формы и влияния среды (газы и смазочные материалы), присутствующей в зоне контакта.

Для решения задачи контактирования двух твердых тел необходимо представить модель поверхности, максимально приближенную к реальной поверхности и при этом имеющую минимальный набор входных параметров. Пространственная модель строится на основе стержневых конечных элементов [6].

В качестве исходных используются как стандартизованные параметры (среднее арифметическое отклонение профиля от средней линии  $Ra$ ; средний шаг неровностей профиля по средней линии  $Sm$ ; ГОСТ 2789-73), так и пока не стандартизованные параметры волнистости (в продольном и поперечном направлениях: средняя арифметическая высота волны по средней линии  $Wa$ ,  $Wz$ ; шаг волны по средней линии  $Sw_a$ ,  $Sw_z$ ).

Общее уравнение профиля имеет следующий вид:

$$Y = \Delta + k_{Ra} \cdot Ra \cdot \sin(R) + Wa \cdot \sin(W),$$

где  $\Delta$  - параметр, отражающий влияние радиального биения и других отклонений формы на профиль поверхности (1-5 мкм);  $k_{Ra}$  - коэффициент, отражающий вероятность из-

менения среднего арифметического отклонения профиля от средней линии по закону нормального распределения;  $\sin(R)$ ,  $\sin(W)$  - значения синуса текущей ( $i$ -й) координаты профиля.

Профиль разбивается на стержневые конечные элементы в зависимости от поверхностной твердости материала и требуемой точности расчета.

Контактные деформации будут происходить, если выполняется условие

$$\sigma \geq p_i.$$

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \frac{y_n \cdot dy}{l}; \quad p_i = \frac{P}{L \cdot dx \cdot n},$$

где  $E$  - модуль упругости, МПа;  $\varepsilon$  - относительное удлинение;  $y_n$  - число итераций контактных деформаций;  $dy$  - шаг элементарного сближения, мм;  $l$  - толщина элемента, мм;  $P$  - общая нагрузка, Н;  $L$  - номинальная длина контакта, мм;  $dx$  - шаг разбиения, мм;  $n$  - число элементов, вступивших в контакт.

**Подсистема трения и износа.** Процесс трения в значительной мере предопределяет износостойкость контактирующих деталей. Износостойкость характеризуется способностью поверхностных слоев деталей сопротивляться разрушению при трении скольжения, трении качения, а также при микроперемещениях, обусловленных воздействием вибраций (фреттинг-процесс). Износ деталей машин приводит к потере точности; понижению КПД; понижению прочности; увеличению динамических нагрузок, которые являются следствием увеличения зазоров в сопряжениях; повышению уровня шума. Износ является причиной выхода из строя подавляющего большинства машин (до 80 %) и их деталей. Создание узлов с минимальными потерями на трение способствует высвобождению огромных ресурсов рабочей силы и снижению различных материальных затрат, в том числе ремонтных предприятий, которые в среднем по машиностроению составляют не менее 60-80 % основного производства [6].

С практической точки зрения задача установления связей и количественных соотношений между эксплуатационными показателями и параметрами качества поверхностного слоя весьма важна и актуальна.

При решении задачи определения взаимосвязи интенсивности изнашивания и параметров состояния поверхностей трения используется зависимость для расчета величины интенсивности изнашивания, предложенная А.Г. Суловым [7],

$$I_h = \frac{2,5\pi v^{1/2} \cdot p^{7/6}}{n \cdot \lambda(v+1)v_m^{3/2}(k \cdot \sigma_T)^{2/3}} \sqrt{\frac{30(1-\mu^2)(2\pi Rz W_z H_{max})^{1/3}}{E \cdot S_m}},$$

где  $Rz$  - высота неровностей по десяти точкам, мкм;  $W_z$  - средняя высота волнистости по десяти точкам, мкм;  $H_{max}$  - максимальная величина макроотклонений формы поверхности, мкм;  $t_m$  - относительная опорная длина профиля на уровне средней линии;  $v$  - скорость в точке контакта;  $S_m$  - средний шаг неровностей, мкм;  $\lambda$  - коэффициент, учитывающий знак и значение остаточных напряжений;  $\sigma_T$  - величина остаточных напряжений, МПа;  $k$  - коэффициент упрочнения;  $p$  - давление, МПа;  $n$  - число циклов воздействия до разрушения поверхностного слоя;  $E$ ,  $\mu$  - механические свойства материала заготовки.

Данная формула показывает, что износостойкость деталей машин характеризуется комплексным состоянием поверхностей трения. Несущая способность поверхностей деталей, их коэффициент трения и интенсивность изнашивания при трении скольжения наряду с шероховатостью определяются макроотклонением, волнистостью и физико-механическими свойствами (микротвердость и остаточные напряжения). Достижение так называемой равновесной шероховатости, зависящей только от условий трения, возможно после длительного процесса работы узла трения, когда стабилизированы все параметры состояния поверхностного слоя контактирующих деталей [7].

**Термодинамическая подсистема** учитывает исходную температуру элемента, среднюю объемную температуру элемента (обусловленную теплопроводностью материала детали) и температуру вспышки на пятне контакта.

Синтез элементов данной трибосистемы с использованием системного подхода позволит создать модель, адекватно описывающую процессы, происходящие в паре смешанного трения.

#### Библиографический список

1. Мышкин Н.К., Пстроковсц М.И. Трибология. Принципы и приложения. Гомель, ИММС НАНБ. 2002. 310с.
2. Буяновский И.А., Фукс И.Г., Шабалина Т.Н. Граничная смазка: этапы развития трибологии. М.: Издательство "Нефть и газ". 2002. 230с.
3. Основы трибологии. / Под ред. А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение. 2001. 664 с.
4. Сулов, А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя

деталей/А.Г. Суслов. - М.: Машиностроение, 1987. – 208с.

5. Рыжов, Э.В. Контактная жесткость деталей машин/ Э.В. Рыжов. – М.: Машиностроение, 1966. – 193с.

6. Фролов, К.В. Методы совершенствования машин и современные проблемы машиностроения/ К.В. Фролов. – М.: Машиностроение, 1984.– 224 с.

7. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: учеб. для вузов / под ред. Д.Г. Громаковского. – Самара: СГТУ, 2000. – 268 с.

### **DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC BASES AND DETERIORATION OF A FRICTION IN DETAILS OF ROAD, BUILDING, HOISTING-AND-TRANSPORT BOTH EXTRACTING CARS AND THEIR MECHANISMS**

V. N. Kuznecova, V. V. Savinkin, A. L Derman

Mechanisms of interaction of contacted surfaces of mobile connection with the account of various kinds of friction are considered. The generalized dependence of factor of friction from temperature is received at boundary greasing and its influence on wear process . In the course

of researches development cycles «are presented model tribosystem» taking into account fatigue loading.

*Кузнецова Виктория Николаевна - д-р технических наук, профессор, декан факультета МПП СибАДИ. Основные направления научной деятельности - Оптимизация рабочих органов землеройных и землеройно транспортных машин. Общее количество опубликованных работ: 90. e-mail: nis@sibadi.org*

*Дерман Андрей Львович - старший преподаватель кафедры «Автомобильный транспорт» Северо-Казахстанский Государственный университет им. М. Козыбаева (СКГУ), г.Петропавловск. Основные направления научной деятельности - совершенствование технологии ремонта транспортных двигателей. Общее количество опубликованных работ: 3. e-mail: derman68@mail.ru.*

*Савинкин Виталий Владимирович - к.т.н., доцент кафедры «Автомобильный транспорт». Основные направления научной деятельности - повышение долговечности и надежности СДМ технологичными методами. Общее количество опубликованных работ: 56. E-mail savinkin7@mail.ru.*

## РАЗДЕЛ II

# СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 621.878/.879:624.13.002.5

### О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ГЛИН ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОСОБОМ «СТЕНА В ГРУНТЕ»

А. С. Кадыров, А. С. Нурмаганбетов, Д. Б. Ахатов

**Аннотация.** Рассмотрен процесс взаимодействия глин с водой, который позволил установить состав глинистых растворов, обладающих тиксотропностью. Получены рекомендации по параметрам глинистых растворов, обладающих необходимыми свойствами для удержания стенок траншеи от обрушения при строительстве способом «стена в грунте», не увеличивающими энергозатраты при проходке траншей.

**Ключевые слова:** Глинистый раствор, тиксотропность, метод «стена в грунте», траншея, каолинит.

#### Введение

Способ строительства «стена в грунте» широко применяется при устройстве подземных сооружений, особенно в условиях плотной городской застройки. Преимуществом является то, что он позволяет производить строительство, не принося вред близлежащим зданиям и сооружениям, поскольку, не приводит к релаксации окружающих грунтовых массивов [1].

При разработке траншей способом «стена в грунте» резание грунта происходит в среде глинистого раствора [2]. Отделенные от массива куски грунта взвешиваются в глинистом растворе. Для удержания отработанного грунта или шлама во взвешенном состоянии требуется использование тиксотропного глинистого раствора. Тиксотропность раствора характеризуется его способностью превращаться в студенистую жидкость в состоянии покоя и приобретать свойства жидкости при появлении внешнего механического воздействия.

Тиксотропный глинистый раствор позволяет удерживать шлам во взвешенном состоянии при прекращении циркуляции раствора из призабойного пространства к устройствам, производящим его очистку. По причине отсутствия оседания шлама в рабочую зону траншекопателя, его работа происходит без возникновения дополнительных сопротивлений от контакта шлама с рабочим органом траншекопателя.

Устойчивость стенок траншеи при заглублении рабочего органа траншекопателя, а также в период устройства собственно стены обеспечивается за счет повышенного гидростатического давления глинистого раствора и образования водонепроницаемой глинистой корки в процессе кольматации пор грунта.

#### Основная часть

Важными свойствами глинистых растворов являются: плотность, вязкость, суточный отстой (седиментация), стабильность, водоотдача, толщина образуемой глинистой корки на стенке траншеи (2 – 5 см), предельное статическое напряжение сдвигу, содержание песчаных частиц, концентрация водородных ионов.

При выборе параметров глинистого раствора отталкиваются от свойств разрабатываемого грунта. Глинистый раствор должен обеспечить надежную работу машин и механизмов, сохранить устойчивость стенок траншеи и качество конструкции формируемой траншеи.

Тиксотропные глинистые растворы готовят из бентонитовых глин, которые доставляют на место строительства в виде комьев или порошка, либо для этого используют местные глины.

Глинистый раствор получают путем смешивания глин с водой, в зависимости от химических и физико-механических характеристик глин получают стабильные тиксотропные и



нестабильные глинистые растворы. Условием получения стабильных глин является правильный выбор глин и методов их обработки.

Воду для приготовления глинистого раствора рекомендуется применять пресную, содержащую менее 1 % NaCl или менее 120 мг/л ионов кальция.

Процесс взаимодействия глин с водой является очень сложным, различными учеными он объясняется по-разному. Однако всем известна способность глины во влажном состоянии образовывать пластическую массу и превращаться в прочную водонепроницаемую монолитную структуру при высушивании.

Помимо этого глина подвержена явлению сольватации. Сольватация – это процесс перехода вещества из полутвердого гелиевого состояния в жидкое состояние (золь). При наличии в растворе воды, находящейся в физически связанном состоянии, раствор находит-

ся в гелевом состоянии. При наличии в глинистом растворе, помимо химически связанной воды сольватных оболочек, дополнительной свободной воды образуется золь.

Процессы, происходящие в глинистых растворах, сильно изменяют их свойства. Свойства глинистых растворов не похожи на свойства обычных жидкостей. Сильное влияние на эти свойства оказывают физико-химические свойства глины, ее концентрация в растворе. [1].

Наиболее стабильные тиксотропные глинистые растворы, используемые при строительстве способом «стена в грунте», получают на основе бентонитовых глин, которые разделяют на монтмориллонитовые и каолинитовые. Свойства каолинитовых и монтмориллонитовых глин можно оценить по показателям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика каолинитовых и монтмориллонитовых глин

Показатели	Значения показателей для глин	
	Каолинитовых	Монтмориллонитовых
Содержание глинистых частиц размером <0,005 мм, %	30-60	>60
Отношение SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,5-3	3-5
Число пластичности W <sub>П</sub>	17-50	50
Показатель коллоидной активности, A <sub>к</sub> = W <sub>П</sub> /s <sup>1</sup>	0,3-0,9	0,9
Набухание, %	>50	50-440

Помимо этого, для приготовления стабильных суспензий можно использовать местные глины, содержащие около 30-40 % глинистых частиц с числом пластичности 0,2 и выше.

При содержании в глине ионов хлора, серной кислоты, кальция высокой концентрации приготовление качественного раствора возможно лишь при проведении дополнительной обработки глины.

Прежде чем приступать к приготовлению глинистых растворов, необходимо провести лабораторные испытания входных материалов. Глины, отбираемые для приготовления растворов, должны иметь следующую характеристику:

- Плотность, кг/м<sup>3</sup> 2700 – 2750
- Число пластичности не менее....0,2
- Гранулометрический состав, % песчаных частиц размером 1 – 0,05 мм....10
- Глинистых частиц размером <0,005 мм....30
- Глинистых частиц размером <0,001 мм....10
- Набухание,...15
- Влажность грунта на пределе раскатывания, %....>25
- Ориентировочный расчет необходимого количества глины для получения глинистого раствора заданной плотности производят по формуле:

$$P = \frac{\rho_{\Gamma}(\rho - \rho_B)}{(\rho_{\Gamma} - \rho_B)(1 - W)}, \quad (1)$$

где  $P$  – масса глины, кг, на  $1 \text{ м}^3$  глинистого раствора;

$W$  – влажность глины, доли единицы;

$\rho_{\Gamma}, \rho, \rho_B$  – плотность,  $\text{кг/м}^3$ , соответственно глины, глинистого раствора, воды.

Для уменьшения плотности в глинистый раствор добавляют воду. Объем воды определяют по формуле:

$$\Delta V = V \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_2 - \rho_B}, \quad (2)$$

где  $\Delta V$  – необходимое количество добавляемой воды,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_1$  – плотность имеющегося глинистого раствора,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V$  – объем имеющегося глинистого раствора,  $\text{м}^3$ ;

$\rho_2$  – плотность нового глинистого раствора,  $\text{кг/м}^3$ .

Качество глинистого раствора оценивают, определяя его плотность, водоотдачу, условную вязкость, содержание песка, суточный отстой, стабильность и статическое напряжение сдвига.

При возведении траншейных стенок в грунтах глинистые растворы должны иметь следующие параметры:

Плотность,  $\text{кг/м}^3$  .....1050

Вязкость по вискозиметру СПВ – 5, с 18 – 30

Водоотдача по прибору ВМ – 6 за 30 мин,  $\text{см}^3$  до 30

Суточный отстой, % .....до 4

Стабильность по стабилometру ЦС,  $\text{г/см}^3$  .....до 0,02

Из-за дефицита бентонитовых глин, либо большой отдаленности их залежей от места строительства часто растворы изготавливают из местных глин. Грубодисперсные местные глины требуют дополнительной обработки. Обработка глинистых растворов подразумевает диспергирование – измельчение глинистых частиц, только методами механической или химической обработки. Для приготовления глинистых растворов могут быть использованы местные полиминеральные глины, если их

показатели будут не ниже следующих: бентонитовое число – 10, число пластичности – 20, содержание частиц диаметром менее 0,005 мм – 40 %, содержание песка  $\leq 5$  %.

Анализируя данные о применении глин [3] для приготовления растворов, можно сделать вывод, что основным показателем, определяющим качество глины, является расход ее на приготовление  $1 \text{ м}^3$  глинистого раствора.

К тому же возможность использования различных глин для приготовления глинистых растворов и оценка их технологических свойств могут осуществляться по следующим показателям, которые, в свою очередь, зависят от физико-механических свойств глин:

- содержание песка в глинистом растворе;

- водоотдача глинистого раствора с нормальной концентрацией глины (нормальной концентрацией считается такая, при которой относительная вязкость глинистого раствора составляет  $25 \pm 1$  с). Водоотдачей глинистого раствора называют количество жидкой фазы, отфильтрованной через бумажный фильтр под действием избыточного давления в фильтрационной камере при отсутствии движения жидкости вдоль поверхности фильтра.

В Казахстане за показатель водоотдачи принимают количество жидкости, отфильтрованной через круглый бумажный фильтр диаметром 7,5 см за 30 мин при перепаде давления 0,1 МПа и комнатной температуре. В производственных условиях водоотдачу и толщину глинистой пленки определяют на приборе ВМ-6.

При выборе глин отдают предпочтение тем из них, которые обеспечивают более низкую водоотдачу при одинаковом расходе глины на приготовление  $1 \text{ м}^3$  глинистого раствора. Для приготовления глинистых растворов применяются монтмориллонитовые, каолиновые, иллитовые и пластичные жирные местные глины. При выборе глины руководствуются экономическими соображениями, гидрогеологическими условиями строительной площадки и требованиями водонепроницаемости сооружений. Состав раствора должен быть подобран в лаборатории и испытан на строительной площадке.

При подборе раствора в первую очередь необходимо рассчитать его объемную массу из условия обеспечения устойчивости траншей. Расчет необходимого количества глины без учета ее влажности для получения глинистого раствора заданной объемной массы

производится по формуле:

$$P_1 = \gamma_2(\gamma_p - \gamma_B) / (\gamma_G - \gamma_B), \quad (3)$$

или

$$P_2 = \gamma_G(\gamma_p - \gamma_B) / (\gamma_B - \gamma_p), \quad (4)$$

где  $P_1$  и  $P_2$  — масса глины на 1 м<sup>3</sup> соответственно глинистого раствора и воды, т;

$\gamma_G$  — плотность глины, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_B$  — плотность воды, равная 1.

Для уменьшения объемной массы глинистого раствора в него добавляют воду. Количество воды (в м<sup>3</sup>), добавляемой к имеющемуся глинистому раствору с объемной массой  $\gamma_{p_1}$ , и объемом  $V$ , для получения раствора с новой объемной массой  $\gamma_{p_2}$ , вычисляют по формуле:

$$\Delta V = [(\gamma_{p_1} - \gamma_p) / (\gamma_{p_2} - \gamma_B)] V. \quad (5)$$

Выход раствора в м<sup>3</sup> из 1 т глинистого порошка находят по зависимости

$$Q = (\gamma_G - \gamma_B)(1 - W) / \gamma_G(\gamma_p - \gamma_B), \quad (6)$$

где  $W$  - естественная влажность глины.

Расход глины с промежуточной влажностью находится интерполированием. При пересечении разрабатываемой траншеей напорных водоносных грунтов или неустойчивых грунтов требуется раствор с повышенной объемной массой, приготовленный с утяжелителем. В качестве утяжелителя могут применяться барит, гематит, магнетит и колош-

никовая пыль. Количество утяжелителя, добавляемого в раствор, составляет (в 1 т на 1 м<sup>3</sup> раствора)

$$P_V = [\gamma_V(\gamma_2 - \gamma_1)] / (\gamma_V - \gamma_2), \quad (7)$$

где  $\gamma_V$  — плотность утяжелителя, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_2$  — требуемая объемная масса раствора, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_1$  - объемная масса раствора до утяжеления, т/м<sup>3</sup>.

Для проходки траншей рекомендуется применять глинистые растворы расчетной объемной массы со следующими параметрами:

- стабильность (С), г/см<sup>3</sup>.. 0,02
- отстой воды (О), %..... ≤ 3
- водоотдача за 30 мин..... ≤ 25
- толщина глинистой пленки, мм..... ≤ 3
- предельное статическое напряжение сдвига, Па..2,0—8,0,
- условная вязкость (Т), с..19—25
- содержание песка (П), %.. ≤ 3
- водородный показатель рН 8 - 11,5

При подборе параметров глинистых растворов необходимо учитывать грунтовые условия (таблица 2) и засоленность разрабатываемых грунтов. Для определения засоленности грунтов проводят специальные лабораторные исследования.

Таблица 2 - Параметры глинистых растворов

Параметры глинистого раствора	Грунты по классификации СНиП II - 15 - 74					
	Крупный песок	Песок средней крупности	Мелкий и пылеватый	Супесь	Суглинок	Глина
В за 30 мин, см <sup>3</sup>	≤ 10	≤ 15	≤ 22	≤ 22	≤ 25	≤ 25
ПСНС через 10 мин, Па	≥ 7,0	≥ 5,0	≥ 2,0	≤ 8,0	≤ 6,0	≤ 4,0

Глинистые растворы испытывают в лабораторных условиях, а контроль их параметров осуществляют на строительной площадке. Описание методики проведения исследований глинистых растворов и необходимого оборудования для этой цели приводится в работах [4, 5, 6]. Особое внимание при этом уделено нахождению предельного статического напряжения сдвига (ПСНС) и водоотдачи раствора.

ПСНС характеризует прочность образовавшейся структуры, а также способность раствора удерживать во взвешенном состоянии выбуренную породу и утяжелитель. От прочности структуры зависят плотность и водонепроницаемость глинистой пленки и закольматированного грунта, поры которого заполняются гелем раствора. Зная ПСНС, можно определить диаметр частиц, удерживаемых в растворе во взвешенном состоянии ( $V$  см):

по формуле Жуховицкого

$$d = 0,06mP_s / (\gamma_2 - \gamma_1); \quad (8)$$

по формуле Кардвелла

$$R = 3G / (\rho_s - \rho_m)g, \quad (9)$$

где  $d$  — диаметр частиц, см;

$m$  — коэффициент, зависящий от формы частиц (для частиц неправильной формы  $m=2$ );

$P_s$  — ПСНС, Па;

$\gamma_2$  — плотность бентонита, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma_1$  — объемная масса глинистого раствора, г/см<sup>3</sup>;

$R$  — радиус частиц, см;

$G$  — ПСНС, Па;

$\rho_s$  — плотность частиц, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_m$  — объемная масса раствора, г/см<sup>3</sup>;

$g = 981 \text{ см/с}^2$  — ускорение силы тяжести.

Водоотдача глинистого раствора имеет большое значение, так как при рытье траншей обязательно встречаются гидрофильные породы (глинистые), интенсивно впитывающие воду из раствора. Вследствие этого их объем

увеличивается, что приводит к сужению сечения разрабатываемой траншеи, а затем и к обвалам ее стенок. Насыщение водой песчаных грунтов также может привести к обрушению грунта, что наблюдалось автором при проведении опытов с растворами местных глин с водоотдачей ( $V \geq 40 \text{ см}^3$ ). Водоотдачу раствора за любой отрезок времени, зная водоотдачу за какой-либо другой промежуток, можно вычислить по соотношению

$$B_2 = B_1 \sqrt{(T_1 - T_2)}, \quad (10)$$

где  $B_1$  — известная водоотдача за время  $T_1$ ,

$B_2$  — искомая водоотдача, за время  $T_2$ .

В Республике Казахстан глинистые растворы применяют с водоотдачей  $V \leq 25 \text{ см}^3$  за 30 мин. В США, например, в соответствии с техническими условиями стандартных методов испытания буровых жидкостей по показателю водоотдачи за 30 мин растворы разделяются на плохие — с  $V \geq 25 \text{ см}^3$ , удовлетворительные — с  $V \leq 15 \text{ см}^3$  и хорошие — с  $V \leq 8 \text{ см}^3$ .

#### Закключение

Таким образом, глинистые растворы предназначены для сохранения размеров траншей на период от начала их разработки до заполнения строительными материалами [1]. При строительстве способом «стена в грунте» целесообразно использовать глинистые растворы плотностью 1 т/м<sup>3</sup> и вязкостью 30...60 с, возрастание значений показателей плотности и вязкости оказывают сильное влияние на увеличение сил сопротивления при движении рабочих органов в глинистом растворе.

#### Примечание

1.  $s$  — процентное содержание глинистых частиц размером менее 0,002 мм.

#### Библиографический список

1. Кадыров А. С., Нурмаганбетов А. С. Нагружение землеройных машин при работе в среде глинистого тиксотропного раствора. - Караганда, издательство «Санат», 2007. - 152 с.
2. Устройство фундаментов и противодиффузионных завес способом «стена в грунте» Федоров Б. С., Юшин А. И., Иванов В. Д., Круглова Э. А.; Науч. Ред. Нарский А. С.; Центральный институт научной информации по строительству и архитектуре. - М.: Госстрой СССР, 1978. - 75 с.

3. Нурмаганбетов А. С. Установление сопротивления движению рабочих органов землеройных машин в глинистом растворе: Дисс. канд. техн. наук. – Караганда, КарГТУ, 2007. – 215 с.

4. Рекомендации по технологии строительства подземных сооружений способом «стена в грунте» с применением гидромеханизированного траншекопателя ВНИИГС. М., изд. ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР, 1972.

5. Рекомендации по технологии устройства подземных сооружений методом «стена в грунте». М., изд. НИИОСП, 1973.

6. Траншейные стенки в грунте. Киев, «Наукова думка», 1973. (Авт.: Н. Н. Круглицкий, С. И. Мильковский, В. Ф. Скворцов, В. М. Шейнблум).

### ABOUT POSSIBILLITY OF USING LOCAL CLAYS FOR BUILDING WITH METHOD «WALL IN SOIL»

A. S. Kadyrov, A. S. Nurmaganbetov,  
D. B. Akhatov

In this article is looked into a process of interaction clays with water, which has allowed install composition of clayey solutions. Thesesolution-shavethecharacteristic, whichnamed “tixotropic”. There are got recommendations of clayey

solution compositions, which have required characteristics for holding walls of trench from crushing in process of building with method “wall in soil”. Recommendations are executed for reduction expenses of energy during digging to trenches.

*Кадыров Адиль Суратович – доктор технических наук, профессор, кафедра «Строительно-дорожные машины», Карагандинский государственный технический университет. Резание грунтов, строительство. Автор 200 научных публикаций. E-mail: nurmaganbetv@rambler.ru*

*Нурмаганбетов Арман Сейпилович – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Строительно-дорожные машины», Карагандинский государственный технический университет. Резание грунтов. Строительство способом «стена в грунте». Автор 70 научных публикаций. E-mail: nurmaganbetv@rambler.ru*

*Ахатов Даулет Бахытович – студент кафедры «Экономика производства», Карагандинский государственный технический университет. Строительство способом «стена в грунте». Автор 10 научных публикаций. E-mail: kazakhatov@mail.ru*

УДК 656

### ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ И ПОРИСТОСТЬ ОТДЕЛОЧНОГО СЛОЯ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В. П. Михайловский

**Аннотация.** Выявлены условия образования трещин, аналитические зависимости для расчета пористости материала отделки, шага, длины, ширины раскрытия трещин, что позволяет прогнозировать эксплуатационные свойства стеновых конструкций.

**Ключевые слова:** отделка стен, трещины, пористость, долговечность.

Надежность и одна из ее составляющих долговечность в значительной степени определяется величиной вероятности безотказной работы фактурно-отделочного (защитного) слоя, который первым воспринимает знакопеременные во времени агрессивные воздействия окружающей среды. Нередко в качестве наружной и внутренней отделки ис-

пользуются цементные штукатурные растворы, которые наносятся на массивное основание стены или, что практикуется недавно, на арматурные сетки и анкеры, прижимающие слой теплоизоляционного материала к конструкционному слою стены.

На безотказность работы отделки и всей конструкции стены влияют некоторые показате-

тели материала отделочного слоя и один из более значимых это пористость штукатурного слоя, поскольку она определяет такие важные свойства защитного слоя как паро-воздухо- и водопроницаемость, морозостойкость и другие свойства не только отделки, но и всей ограждающей конструкции в целом.

В процессе эксплуатации в отделочном слое происходит явление усадки, чему препятствует сцепление с основанием, и факти-

чески отделочный слой растягивается, претерпевая относительное удлинение  $\varepsilon$ , равное разности усадок основания ( $\varepsilon_1$ ) и слоя ( $\varepsilon_2$ ), т.е.  $\varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1$ . Величину усадки слоя, находящегося в сцеплении с основанием, можно определить с помощью основной формулы перемещения (1) [1]. На основании этой формулы перемещение торцевого (концевого) слоя (1) ( $u_k$ ) находящегося в сцеплении с основанием (1), направлено против его усадки (рис.1).

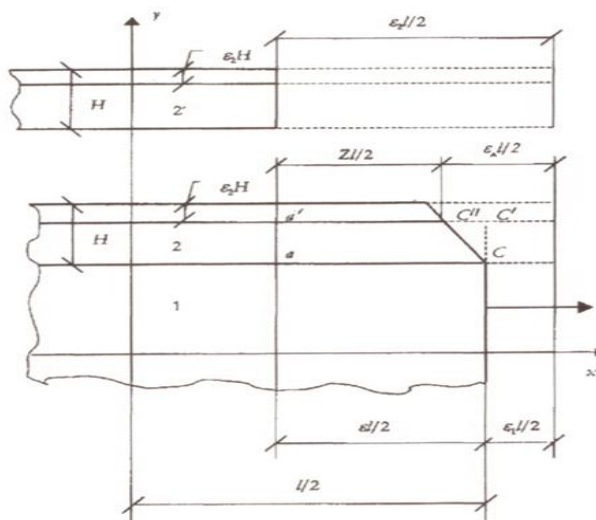


Рис.1. Схема расчета пористости слоя от стесненной усадки:

1 – основание; 2 – слой; 2<sup>1</sup> – свободно усаживающийся слой;  $\varepsilon_1 l/2$  – усадка основания по длине;  $\varepsilon_2 l/2$  – усадка слоя по длине;  $\varepsilon l/2$  – разность усадок слоя и основания по длине;  $z l/2$  – не происшедшая, стесненная сцеплением усадка слоя по длине;  $\varepsilon_2 H$  – усадка по толщине слоя;  $l, H$  – соответственно длина и толщина слоя

$$u_k = \varepsilon \left( l/2 - \frac{th(nl/2)}{n} \right), \quad (1)$$

где  $l$  – длина слоя, см;  $n = \sqrt{G/HE}$ ;

$G$  и  $E$  – соответственно модули сдвига и упругости материала слоя, МПа, а  $H$  – толщина слоя в см. Формула для вычисления сдержанной, не происшедшей усадки слоя, находящегося в сцеплении с основанием (назовем ее сокращенно «стесненной» усадкой) будет иметь вид:

$$z = \varepsilon_1 + 2u_k / l, \text{ отсюда}$$

$$z = \varepsilon_1 + \varepsilon \cdot \left( 1 - \frac{2th(nl/2)}{nl} \right). \quad (2)$$

Действительная величина усадки слоя в изделии будет определяться по разности величины свободной (усадка материала в свободном, не стесненном сцеплении состоянии) и стесненной усадок

$$\varepsilon_{\Delta} = \varepsilon_2 - z,$$

$$\varepsilon_{\Delta} = \varepsilon \frac{2th(il/2\sqrt{H})}{il/\sqrt{H}}. \quad (3)$$

Рассмотрим, от чего зависит величина действительной усадки слоя.

При  $G/E = \bar{\nu}^2$  запишем выражение (3) в следующем виде:

$$\varepsilon_{\Delta} = \varepsilon \frac{2th(il/2\sqrt{H})}{il/\sqrt{H}}. \quad (3a)$$

Действительная величина усадки слоя  $\varepsilon_d$  прямо пропорционально зависит от разности деформаций слоя с основанием  $\varepsilon$  и имеет более сложную зависимость от  $l/\sqrt{H}$ . Для графического воспроизведения зависимости (3а) принимаем для безусадочного основания  $\varepsilon = \varepsilon_2 = 1$  и напомним, что  $l^2 = 0,425$ , а  $\varepsilon_2 = \varepsilon_d + Z$ , получаем зависимость двух величин усадок  $\varepsilon_d$  и  $Z$  от  $l/\sqrt{H}$ . При  $H=1$  см график будет показывать соотношение  $\varepsilon_d$  и  $Z$  в зависимости от протяженности (длины) контакта. Так, например, при протяженности контакта  $l=0$ ,  $\varepsilon_d=1,0$ ,  $Z=0$ ; при  $l=2,5$  см,  $\varepsilon_d=0,8$ ,  $Z=0,2$ ; при  $l=5$  см,  $\varepsilon_d=0,6$ ,  $Z=0,4$ ; а при  $l=30$  см,  $\varepsilon_d=0,11$ ,  $Z=0,89$ . При  $l \rightarrow \infty$ ;  $Z \rightarrow \varepsilon_2$ , а  $\varepsilon_d \rightarrow 0$ . Кривая указывает на то, что основной объём действительной усадки слоя осуществляется на небольшой в зависимости от отношения  $l/\sqrt{H}$  пограничной полоске слоя в пределах 2...5 см.

Непроисшедшая, стесненная сцеплением усадка будет вызывать образование в слое пористость и в первую очередь за счёт дополнительного раскрытия существующих микротрещин, а затем и за счёт образования новых. Для расчёта пористости слоя от не происшедшей, стеснённой сцеплением усадки вернёмся вновь к расчётной схеме [1], но с учётом полученных зависимостей (2) и (3), (см.рис.1). На схеме расчёта пористости слоя показано основание 1, которое условно растягивает слой 2 на разность величин усадок слоя  $\varepsilon_2/2$  и основания  $\varepsilon_1/2$ . Верхняя поверхность слоя вследствие сдвигающих напряжений будет растягиваться на меньшую величину равную  $z/2$ , точка  $C'$  переместится в точку  $C''$  (вогнутая кривая  $C''C$  для первоначальных практических расчетов принята прямой). Действительная величина усадки верхней поверхности слоя будет равна  $\varepsilon_d l/2$ . Сумма величин стесненной и действительной усадок слоя будет равна величине усадки свободно усаживающего слоя. Усадка слоя по толщине практически не стеснена сцеплением и будет равна в первом приближении  $\varepsilon_2 H$ . Сечение слоя не происшедшей, стесненной усадки представляет прямоугольную трапецию  $aa'C''C$  и располагается условно по периметру слоя; для слоя квадратной формы периметр равен  $4l$ . Для определения объема пор слоя  $P_c$ , перемножим величины периметра,

средней ширины трапеции  $aa'C''C$ , равной  $\frac{1}{4}(\varepsilon + z)$  на толщину слоя  $H - \varepsilon_2 H$  и получим

$$P_c = l^2 (\varepsilon + z) (H - \varepsilon_2 H). \quad (4)$$

Для безусадочного основания  $\varepsilon_1 = 0$ ,  $\varepsilon = \varepsilon_2$ , а при  $l \rightarrow \infty$   $Z \rightarrow \varepsilon_2$  получим

$$P_c = 2\varepsilon_2 l^2 (H - \varepsilon_2 H). \quad (5)$$

Для примера подсчитаем объём пор квадратного слоя толщиной 1 см, длиной 100 см при линейной усадке материала слоя  $1 \times 10^{-3}$  (1 мм/м) на не усаживающемся основании

$$P_c = 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 100^2 (1 - 1 \cdot 10^{-3} \cdot 1) = 19,98 \text{ см}^3 \approx 20 \text{ см}^3$$

Относительная величина пористости  $P_{co}$  будет равна

$$P_{co} = \frac{P_c}{V_c} = \frac{20}{100 \cdot 100 \cdot 1} = 2 \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

где  $V_c$  – объём слоя.

Ввиду малого значения величины  $\varepsilon_2 H$  для практических целей формулу (5) запишем в упрощенном виде

$$P_c = 2\varepsilon_2 l^2 H, \quad (7)$$

$$\text{или} \quad P_c = 2\varepsilon_2 lbH, \quad (8)$$

где  $2\varepsilon_2$  – объёмный коэффициент усадки слоя;  $l^2 H$  или  $lbH$  – объём слоя, тогда

$$P_c = 2\varepsilon_2. \quad (8a)$$

Определим теоретически относительные показатели пористости слоя с учетом зависимости (2). Обозначим не происшедшую, стесненную усадку по верхней поверхности слоя  $Z\varepsilon$  и запишем

$$z_\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon \cdot \left( 1 - \frac{2th(nl/2)}{nl} \right); \quad (9)$$

по нижней поверхности, находящейся в сцеплении с основанием

$$z_n = \varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1; \quad (10)$$

по средней линии

$$z_c = \frac{1}{2}(z_\varepsilon + z_n). \quad (11)$$

После подстановки (9) и (10) в (11) получим

$$z_c = \frac{1}{2} \left( \varepsilon_2 + \varepsilon - \varepsilon - \frac{2th(nl/2)}{nl} \right). \quad (12)$$

Относительная пористость слоя

$$\Pi_{CO} \approx 2z_c,$$

$$\text{или } \Pi_{CO} = \varepsilon_2 + \varepsilon - \varepsilon \frac{2th(nL/2)}{nl}; \quad (13)$$

На безугадочном основании  $\varepsilon_1 = 0, \varepsilon = \varepsilon_2$

$$\Pi_{CO} = \varepsilon_2 + \varepsilon_2 \frac{2th(nl/2)}{nl}. \quad (14)$$

При растрескивании (снижающем надежность отделки) относительная пористость слоя уменьшится и при шаге трещин  $L$  составит

$$\Pi_{CO} = \varepsilon_2 + \varepsilon - \varepsilon \frac{2th(nL/2)}{nl}. \quad (15)$$

Минусуя из зависимости (13) зависимость (15) определим относительный объем пустот трещин  $V_{TO}$

$$V_{TO} = 2\varepsilon \left( \frac{th(nL/2)}{nL} - \frac{th(nl/2)}{nl} \right); \quad (16)$$

или на безугадочном основании

$$V_{TO} = 2\varepsilon_2 \left( \frac{th(nL/2)}{nL} - \frac{th(nl/2)}{nl} \right). \quad (17)$$

Объем трещин  $V_T$  в слое с размерами  $l, b, H$

$$V_T = V_{TO} lbH, \quad (18)$$

где  $l, b, H$  – объем слоя.

Трещины образуются при  $\varepsilon > \varepsilon_{пр}$ , где  $\varepsilon_{пр}$  – предельная деформация материала слоя при растяжении в стесненном сцеплении с основанием состоянии, а шаг трещин определяется по формуле

$$\left( L = \left( 2\sqrt{\frac{E}{G}} \operatorname{arch} \frac{\varepsilon}{\varepsilon - \varepsilon_{пр}} \right) \sqrt{H} \right) [1].$$

При шаге трещин  $L$  длина трещин  $P_T$  при квадратной прямолинейной сетке будет

$$P_T = (l^2 + b^2) / L \quad (19)$$

Действительная длина трещин будет несколько больше чем длина, определяемая по зависимости (19), но эту погрешность можно скорректировать умножением на коэффициент нелинейности трещин  $K_{нт} > 1$ . Для дальнейших расчетов примем форму сечения трещины в виде равнобедренного треугольника шириной раскрытия  $Ш_T$  (основание треугольника) и высотой  $H$ .

Площадь сечения трещины  $S_T$

$$S_T = V_T / P_T, \quad (20)$$

$$\text{или } S_T = \frac{V_{TO} lbHL}{l^2 + b^2}. \quad (21)$$

$$\text{В тоже время } S_T = \frac{1}{2} HШ_T. \quad (22)$$

Приравняв (20) и (21) к (22) определим ширину раскрытия трещин

$$Ш_T = 2S_T / H, \quad (23)$$

$$\text{или } Ш_T = 2 \frac{V_{TO} lbL}{l^2 + b^2}. \quad (24)$$

Следует отметить, что все выведенные зависимости для слоя применимы и в том случае, когда причиной образования пористости и трещин является несоответствие температурного расширения слоя и основания. Тогда величина  $\varepsilon$  будет равна разности температурных деформаций элементов слоистого изделия.

#### Выводы

Надежность многослойных стен в значительной степени определяется надежностью его отделочных (защитных) слоев. Отделочный слой находится в условиях знакопеременных воздействий окружающей среды, причем его деформации связаны сцеплением с основанием. В процессе усадки пористость материала слоя увеличивается и изменяются связанные с ней свойства материала отделки. Выявленные аналитические зависимости для расчета пористости материала, определения шага, длины и ширины раскрытия трещин по-



звонят прогнозировать эксплуатационные свойства и характеристики материала слоя отделки.

Изучение и определение пористости склеивающих цементных слоев может оказаться полезным при рассмотрении вопросов надежности бетонов и каменной кладки стен.

### Библиографический список

1. Горчаков Г. И., Михайловский В. П. О расчете трещиностойкости фактурного слоя панелей и блоков//Бетон и железобетон. - 1972.- №5.-С.26-27.

### CRACKING AND POROSITY FINISHING LAYER WALL CONSTRUCTIONS

УДК 69.059.72

## УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ СТЕН ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ВДАВЛИВАНИЯ

А. С. Нестеров, Е. В. Тишков, О. И. Мельник

**Аннотация.** Рассмотрены различные технологические схемы усиления фундаментов стен памятников архитектуры, вскрыты причины деформаций фундаментов, приведены возможные способы производства работ, подробно рассмотрено применение метода вдавливания свай.

**Ключевые слова:** памятник архитектуры, фундамент, усиление стен, армирование, материалы, вдавливание свай.

Одним из основных положений Концепции Федеральной целевой программы «Культура России» является сохранение объектов архитектурного, исторического и культурного наследия. Программой предусматривается проведение ремонтно-реставрационных работ, противоаварийной защиты, консервации объектов и других мероприятий. В рамках выполнения данных работ нередко приходится сталкиваться с проблемами усиления как надземных, так и подземных несущих конструкций.

Среди основных конструктивных особенностей зданий-памятников архитектуры можно отметить:

- кладка стен надземной части выполнена, как правило, из полнотелого кирпича на различных растворах;

V. P. Mihaylovskiy

The conditions for the formation of cracks, analytical expressions for calculating the porosity of the material finish, pitch, length and width of cracks, which allows predict the performance characteristics of wall constructions.

*Михайловский Владимир Петрович – д-р техн.наук, профессор кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – монолитность слоистых систем типа отделочный слой – основание. Имеет более 130 опубликованных работ. E-mail: mihvp1940@mail.ru*

- перекрытия в подобных зданиях предусматривались сводчатыми (каменными или железобетонными) ил деревянными;

- фундаменты и стены подземной части проектировались, в основном, из полнотелого кирпича или бута, реже использовались свайные фундаменты с деревянными сваями.

Относительно большие толщины стен, наличие кирпичных сводов и жестких дисков перекрытия обуславливает довольно большую жесткость надземной части зданий. В связи с этим в зданиях подобного типа при обеспечении надлежащей эксплуатации, основной причиной усиления фундаментов является естественное старение подземного конструктива, сопровождающееся изменением гидрогеологических условий. Как правило, наибольшему разрушению подвергается надземная кладка

в уровне цоколя и кладка ниже уровня планировки, подверженная периодическому замачиванию и воздействию циклов заморозки/оттаивания. Постепенное расслаивание кладки стен и фундаментов приводит к увеличению напряжений в конструкциях, негативным изменениям напряженно-деформированного состояния основания и ухудшению технического состояния здания в целом.

На рис.1., 2. представлены примеры не-

удовлетворительного состояния фундаментов несущих стен и колонн памятника архитектуры в г. Тара, Омской области, зафиксированные при вскрытии шурфов. По результатам натурных исследований установлено, что фундаменты здания находятся в аварийном состоянии и требуют срочного усиления ввиду возможности обрушения конструкций.



Рис. 1. Конструкция фундаментов наружных несущих стен. Расслоение кладки фундамента по толщине, размораживание кирпича и раствора. Угловые части фундаментов стен обваливаются под собственным весом

При определении способа усиления фундаментов памятников архитектуры следует отдавать предпочтение таким, которые не искажают внешний облик памятника, имеют меньшую трудоемкость и наибольшую экономическую эффективность [1]. Весь комплекс по реконструкции подземной части здания, включая и усиление фундаментов, можно разбить на два основных этапа:

Первый этап – подготовительный, включает работы, связанные с обеспечением устойчивости реконструируемого здания и позволяющие безопасно производить работы внутри здания. На этом этапе выполняется временное укрепление несущих конструкций, фундаменты освобождаются от нагрузок путем передачи их на временные опоры или надежные конструкции здания.



Рис. 2. Конструкция фундаментов внутренних несущих колонн. Кирпичный фундамент практически полностью разложился. За счет обрушения углов кладки фундамент заужен к подошве

Второй этап включает все строительномонтажные работы по усилению, замене и устройству новых конструктивных элементов реконструируемого здания. В состав этих работ входит разборка полов, отрывка котлованов, разборка старых конструкций или их усиление, возведение новых конструкций, включающие опалубочные, арматурные и бетонные работы [2].

В настоящее время разработаны различные способы усиления оснований фундаментов: инъектирование упрочняющих составов, применение монолитных железобетонных обойм, приливов, устройство дополнительных свайных фундаментов (из набивных, буроинъекционных, вдавливаемых и других видов свай). В практике усиления фундаментов памятников архитектуры все большее распространение получают способ усиления инъектированием и способ усиления фундаментов с помощью стальных трубчатых свай, вдавливаемых домкратами.

Так способ вдавливания трубчатых свай был применен при реконструкции памятника архитектуры XVII в. – здания Потешного дворца в московском Кремле. Здание Потешного дворца имеет размер в плане 23X27 м; число этажей 3–6, высота здания 14–25 м и более, фундаменты ленточные, глубина заложения 6 м от отметки планировки. Конструкция фундамента включает в себя кладку из известня-

ка на известковом растворе, высотой 0,4–0,6 м, выше из тесанного камня с забутовкой средней части рваным камнем и кирпичом на известковом растворе. Давление на грунт по подошве фундамента составляло от 300 до 690 кПа (рис. 3). Очевидно, что неравномерность распределения давления по подошве фундамента не может не влиять на неравномерность деформации основания.

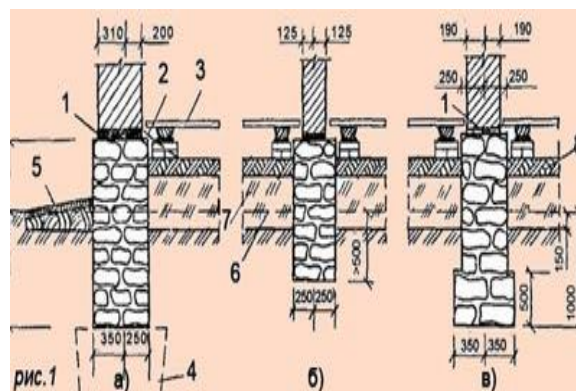


Рис. 3. Бутовый ленточный фундамент

1 - гидроизоляция; 2 - утепляющая отсыпка из шлака или керамзита; 3 - уровень чистого пола; 4 - грунтовая или песчаная подушка при глубоком залегании несущего слоя; 5 - отмостка; 6 - уровень земли; 7 - грунтовая подсыпка; 8 - глинобитная подготовка

Здание Потешного дворца имеет основанием насыпные грунты, мощность насыпной толщи составляет от 8 до 15 м., причем на разной глубине имеются прослойки до 3 м, содержащие до 20 % включений гумуса. Скальное основание, представленное трещиноватыми известняками, залегает на глубине 26–27 м от поверхности грунта. Скорость осадки примерно 4 мм/год, приращение неравномерности осадки 0,1–0,3 мм. Анализ конструкций зданий конструкций здания, фундаментов и инженерно-геологических элементов основания позволяет сделать вывод, что основной причиной деформаций несущих конструкций здания является продолжающийся процесс уплотнения грунтов, отягчающийся процессом гниением биогенных включений.

Проектом предусматривалось устройство вдавливаемых свай непосредственно под фундаментами всех несущих стен. Для свай использовались стальные трубы, диаметром 351 мм, которые вдавливались посекционно в грунт. Головная секция имела закрытый нижний конец в виде острия, набранного из пластин конической формы. После погружения, внутренняя полость свай заполнялась бетоном.

При выполнении работ по реконструкции Потешного дворца в подвале вплотную к стене отрывали приямок, затем под подошвой фундамента устраивался шурф глубиной, позволяющей разместить в нем наддомкратную балку, гидравлический домкрат и секцию вдавливаемой сваи. Работы производились захватками, не более 2 м по длине стены. Но даже при такой незначительной площади ослабления основания фундаменты давали незначительное приращение осадки. В связи с этим производители работ приняли решение инъектировать в стены и существующие фундаменты сооружения известково-цементное молоко, а в ряде случаев выполнить косвенное армирование [1].

Вдавливание секций свай обычно осуществляется с помощью гидродомкратов с приводом от насосных станций высокого давления. Включение сваи в работу производится с помощью V-образного оголовка с гнездом, позволяющим разместить малогабаритный домкрат для обжатия сваи расчетным давлением (рис. 4).



Рис. 4. Процесс включения сваи в работу с помощью V-образного оголовка

Перед началом погружения наконечник сваи устанавливают в центре шурфа в приямок глубиной примерно 1 м., вдавливаемые сваи не должны ни сдвигаться в сторону, ни отклоняться от вертикального направления. При погружении свай с помощью копра свая перемещается по направляющим, которые не позволяют ей отклониться в сторону. Когда же свободно стоящая свая вдавливается домкратом такое отклонение весьма возможно.

В данном случае наиболее рациональным явилось применение специального наконечника, не требующего дополнительных направляющих [1].

Вдавливаемая свая представляла из себя металлическую трубу из свариваемых между собой обечаек. Продолжительность вдавливания зависела главным образом от того, сколько раз приходилось сваривать трубы между собой. Поэтому с целью уменьшения объема сварочных работ приходится применять более длинные обечайки. Применялись домкраты, имеющие ход поршня равный 170 мм и принудительный обратный ход грузоподъемностью 3100 кН при давлении 500 атм. При расположении домкрата поршнем вниз снятие домкрата после полного выхода поршня не требуется.

При производстве работ одновременно вдавливалось не более двух свай в разных

захватках. Причем каждая следующая свая вдавливалась рядом с предыдущей. Давление фиксировалось по манометру и применялось на последнем этапе из расчета в 1,25 раза выше приходящейся на сваю расчетной нагрузки. Такое решение принималось в расчете на то, что осадки здания при разработке грунта на захватке под следующую сваю не будут возрастать. Так как при проведении реконструкции, временные конструкции, разгружающие фундамент, такие как поперечные балки или подкосы не применялись. Надо отметить, что свод правил СП-110-2004 для вновь строящихся зданий рекомендует при вдавливании свай применять коэффициент надежности равным 1,2. Поэтому превышение расчетной нагрузки на сваю на 25 % не будет иметь решающего значения при определении осадки свайного фундамента реконструируемого здания.

Включение свай в работу осуществлялась в два этапа. Когда вдавливаемая свая получала необходимую нагрузку, ее закрепляли применяя метод предварительного напряжения. Специальной конструкцией из уголков голову сваи прижимали к наддомкратной балке и вторично давали свае полную нагрузку, компенсируя упругую составляющую полной деформации. После чего производили расклинивание головы сваи стальными пластинами заводя их в зазор между балкой и головой сваи, предупреждая тем самым упругий отказ сваи. После того домкрат снимался, полость сваи заполнялась бетонной смесью, затем заполнялся бетоном и весь шурф.

За рубежом широкое распространение получило вдавливание свай типа «Мега». Данные сваи многосекционные, состоят из отдельных коротких элементов (секций), как правило железобетонных, круглого или квадратного сечения. Секции свай последовательно стыкуют по мере вдавливания домкратом до той длины, при которой обеспечивается требуемое предельное сопротивление либо достигается контрольная величина фактического отказа сваи. Упорным элементом домкрата может служить подошва существующего фундамента, специальная упорная продольная железобетонная балка или инвентарное упорное устройство.

Секции свай выполняются с вертикальным сквозным каналом, диаметр которого составляет примерно одну треть от наружного поперечного размера или диаметра сваи. Канал

используется для проверки непрерывности ствола вдавливаемой сваи и ее вертикальности. После достижения требуемого предельного сопротивления сваи канал заполняется мелкозернистым бетоном, который образует монолитный сердечник, повышающий жесткость сваи «Мега» [3].

Стыкование круглых рядовых секций в процессе вдавливания осуществляется с помощью наружных или внутренних тонких стальных бандажей, обеспечивающих только соосность секций свай при погружении. Монолитный сердечник способствует улучшению работы стыка свайных секций, играющего роль фиксатора. Первую секцию погружают с бетонным башмаком, высота которого равна диаметру сваи.

Проблема усиления подземной части зданий и сооружений практически всегда представляет собой сложную инженерно-техническую задачу, тем более в условиях плотной городской застройки. Особую технологическую сложность приобретают эти работы применительно к объектам культурно-исторического наследия. Разработке проекта усиления должны предшествовать изыскательские работы для выявления инженерно-геологических особенностей грунтов основания, а также комплексная оценка технического состояния конструктива здания. К этому необходимо прибавить ужесточение комплекса экологических и природоохранных требований.

В этом отношении система усиления фундаментов объектов обладающих исторической или культурной ценностью с применением свай, погружаемых методом вдавливания, выгодно отличается от других технологий. Одно из главных ее преимуществ заключается в том, что при разработке проекта усиления в достаточной степени достоверно можно определить несущую способность свай и спрогнозировать деформации фундаментов. Кроме того при вдавливании свай грунт в основании сооружения (в межсвайном пространстве) уплотняется, что приводит к увеличению его модуля деформации, а следовательно к снижению осадок сооружения. Другими бесспорными преимуществами погружения свай вдавливанием, являются: отсутствие динамических воздействий на грунт; контроль усилия нагружения каждой сваи; бесшумность и экологическая безопасность работ; возможность устройства свай без выемки грунта [4].

Вместе с тем, способ вдавливания свай имеет и недостатки, наиболее существенными из которых являются ограничения при выполнении работ в отдельных категориях грунтов, а также неопределенность относительно значения усилия, передаваемого на сваю перед включением ее в совместную работу с сооружением. По разным данным, усилие обжатия вдавливаемых свай домкратами на последней ступени должно в 1,5-2 раза превышать расчетную нагрузку, либо по завершении вдавливания следует выдерживать домкрат до условной стабилизации (осадка менее 0,1мм за 30 мин) [5].

Опыт работ по усилению фундаментов и оснований показывает перспективность применения вдавливания многосекционных свай для усиления фундаментов реконструируемых и аварийных зданий, а также для устройства новых фундаментов стен и оборудования в стесненных условиях. Анализ использования метода вдавливания на объектах обладающих архитектурной значимостью позволяет сделать следующие выводы:

1. Оборудование должно быть малогабаритным и приспособленным для работы в стесненных условиях.

2. При производстве работ динамическое воздействие на конструкции сооружения и грунт основания должно быть сведено к минимуму.

3. Технология производства работ по усилению фундаментов должна быть экологически безопасной и обеспечивать производство работ по возможности, без эвакуации живущих или работающих в здании людей.

4. На этапе подготовительных работ необходимо произвести усиление поврежденных и дефектных конструкций надземной части для препятствия дальнейшему развитию дефектов.

5. Необходимо производить контроль усилия нагружения вдавливаемых свай для обеспечения предусмотренных проектом технических решений.

6. Включение свай в работу должно быть осуществлено сразу после окончания производства работ.

7. Необходимы дальнейшие исследования по совершенствованию способа вдавливания свай.

### Библиографический список

1. Гендель Э. М. Усиление стен памятников архитектуры /Э. М. Гендель, Б. О. Гурецкий, В. Г. Яворский / Жилищное строительство №6. 1983. М.: Стройиздат, С. 26–28.

2. Штоль Т. М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений /Т. М. Штоль, В. И. Теличенко, В. И. Феклин. – М.: Стройиздат, 1990. – 288 с.

3. Мулюков Э. И. Использование многосекционных свай под фундаменты реконструируемых и аварийных зданий и сооружений за рубежом / Промышленное и гражданское строительство. №12 1984. М., Стройиздат. С. 39-42.

4. Конач В. М. Современные технологии усиления оснований и фундаментов /Архитектура и строительство России №6. 2008. М.: Стройиздат, С. 36-39.

5. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий.-4-е изд., перераб. и доп.-М.: ВНИИТПИ, 2000. – 317с.

### STRENGTHENING OF THE ARCHITECTURAL MONUMENTS WALLS BY MEANS OF THE PRESSING METHOD

O. J. Mellnic, E. V. Tishcof, A. S Nesterov

Foundation walls of memorial pleases reinforced with different technologies scheme and geo materials was tested. The strengthening of the building site wase observer. The main stream of foundation were pile pressing considered.

*Нестеров Андрей Сергеевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерная геология, основания и фундаменты» (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – Фундаментостроение. Общее количество опубликованных работ: 33. e-mail: kaf\_igof@sibadi.org*

*Тишков Евгений Викторович - аспирант кафедры «Инженерная геология, основания и фундаменты» (СибАДИ). Основные направления научной деятельности – Фундаментостроение. Общее количество опубликованных работ: 3. e-mail: tishcof\_ev@sibadi.org*

*Мельник Ольга Игоревна - магистрант кафедры «Организации и технология строительства». Основные направления научной деятельности Организация и технология строительства. Общее количество опубликованных работ: 2 e-mail: mellnic\_ob@sibadi.org*

УДК 624.2

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ НА СТАЛЬНОЙ ОРТОТРОПНОЙ ПЛИТЕ МОСТА

М. А. Телегин

**Аннотация.** Проведен анализ напряженного состояния дорожной одежды на стальной ортотропной плите моста в зависимости от положения колесной нагрузки. Произведено сравнение напряженного состояния дорожной одежды при различных типах продольных ребер ортотропной плиты.

**Ключевые слова:** ортотропная плита, дорожная одежда, пролетное строение, напряженное состояние.

### Введение

В дорожной одежде, уложенной на стальной ортотропной плите моста, возникает сложное напряженное состояние. В связи с тем, что ортотропная плита обладает определенной гибкостью, напряженное состояние дорожной одежды может кардинально изменяться при незначительном смещении колесной нагрузки. Большое значение имеет положение колес подвижной нагрузки по отношению к продольным ребрам плиты и стенкам главных балок. То есть дорожная одежда фактически работает как неразрезная балка на упругих опорах, которыми являются стенки продольных ребер ортотропной плиты и стенки главных балок.

При моделировании работы дорожной одежды на пролетном строении целесообразно использовать пространственные расчетные схемы, позволяющие определять все компоненты сложного напряженного состояния:  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$ . Учитывая многообразие возможных схем загрузки, актуальной задачей становится поиск невыгодных положений колесной нагрузки.

### Основная часть

С этой целью было произведено исследование напряженного состояния дорожной одежды при постоянной нагрузке и при различном положении временной нагрузки по ширине пролетного строения. В качестве расчетной схемы был принят участок стального

пролетного строения с двутавровыми главными балками (Рис. 1) с асфальтобетонным покрытием толщиной 110мм. Расстояние между главными балками было принято равным 6,3м, общая ширина пролетного строения – 10,3м. Пролетные строения с такими характеристиками используются при габарите проезжей части Г-8, характерном для автомобильных дорог Западной Сибири и северных районов. Длина участка составила 12м. Расстояние между поперечными балками было принято равным 3м, между полосовыми продольными ребрами 300мм, между коробчатыми – 600мм. Параметры поперечных сечений продольных ребер (Рис. 2) были подобраны таким образом, чтобы масса ортотропных плит с ребрами обоих типов была одинаковой. Дорожная одежда моделировалась объемными конечными элементами. Количество слоев конечных элементов по толщине дорожной одежды было принято равным трем. Связь дорожной одежды с листом настила моделировалась абсолютно жесткими стержневыми элементами (Рис. 3). Модуль упругости асфальтобетонного покрытия был принят равным 4500 МПа, что соответствует плотному асфальтобетону на БНД марки 60/90 при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками при температуре 0<sup>0</sup>С [10]. Расчет выполнялся в упругой стадии работы материалов в программном комплексе Midas Civil.

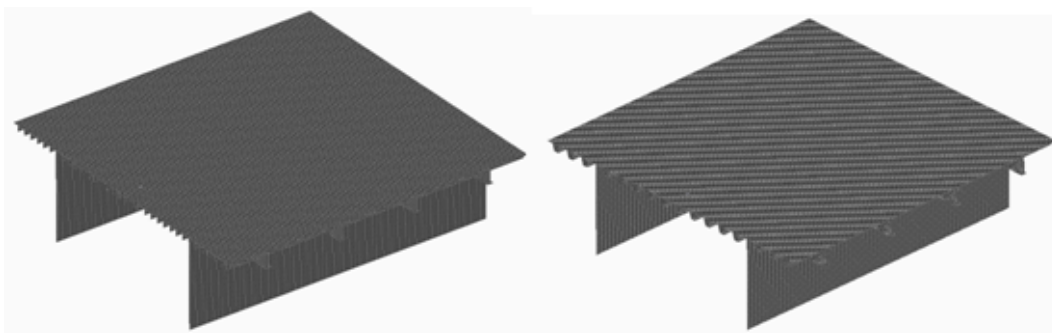


Рис. 1. КЭ расчетные схемы участка пролетного строения

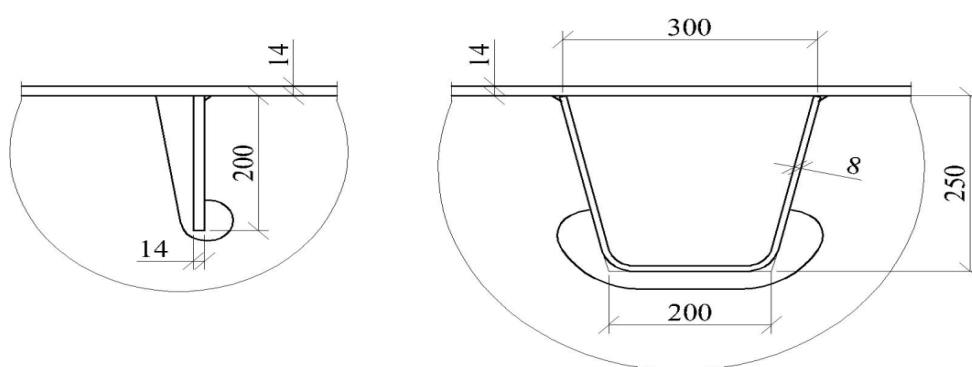


Рис. 2. Параметры поперечных сечений продольных ребер

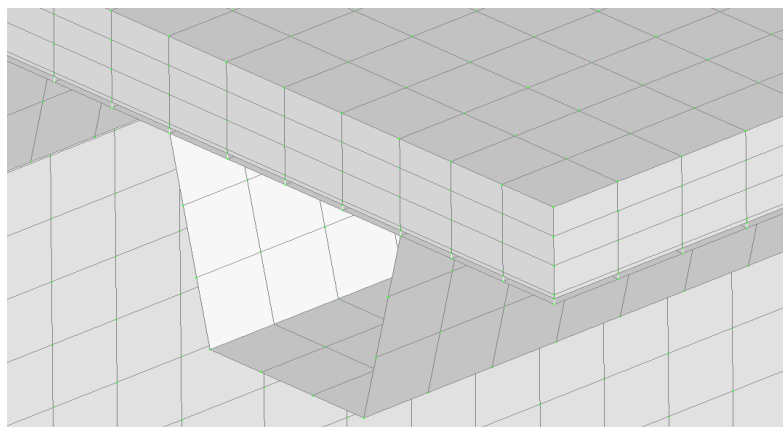


Рис. 3. КЭ модель дорожной одежды на ортотропной плите

При расчетах использовалась расчетная нагрузка А14 (без полосовой нагрузки) и Н14. Нагрузка А14 и Н14 перемещалась по ширине пролетного строения с шагом 75мм, равным расстоянию между узлами конечно-элементной сетки в поперечном направлении. Крайние положения тележки показаны на ри-

сунках 4 и 5. Всего было рассмотрено 34 загрузки на нагрузку А14 и 17 загрузок на нагрузку Н14. Оценивались максимальные и минимальные напряжения, возникающие в пределах всей расчетной схемы. Полученные результаты приведены на рисунках 6-9.



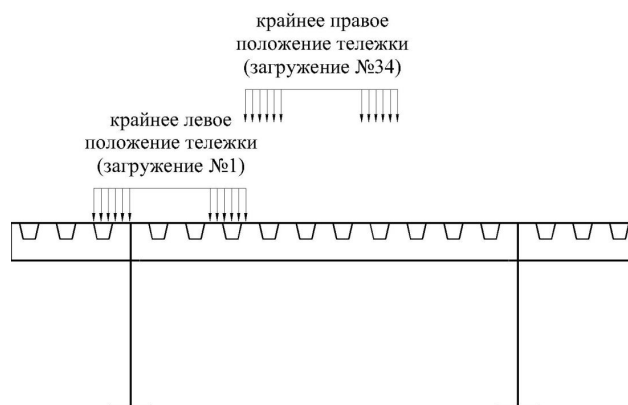


Рис. 4. Крайние положения нагрузки А14 при исследовании

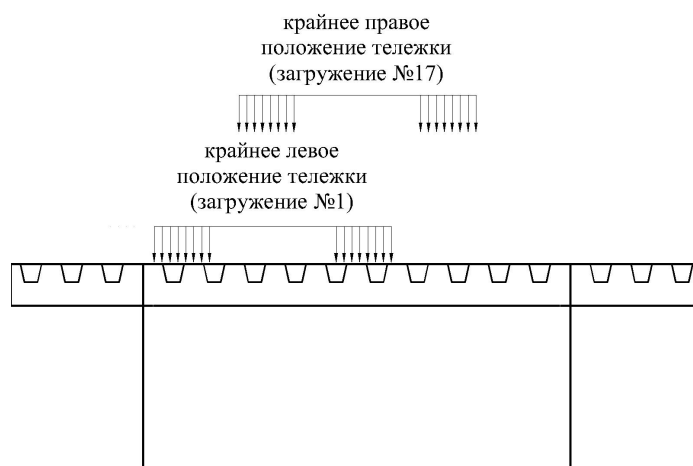


Рис. 5. Крайние положения нагрузки Н14 при исследовании

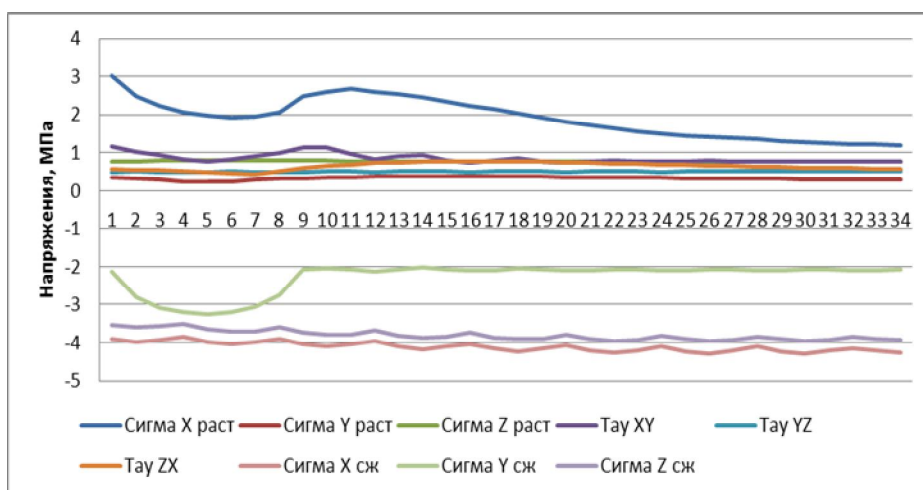


Рис. 6. Напряжения в асфальтобетоне при ортотропной плите с полосовыми продольными ребрами (нагрузка А14)

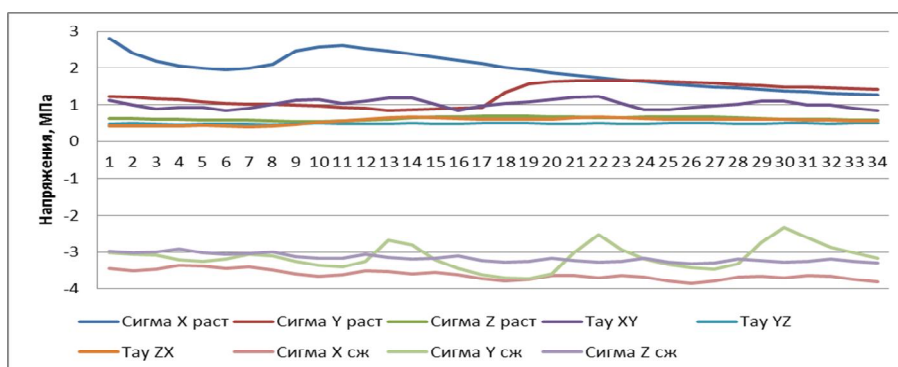


Рис. 7. Напряжения в асфальтобетоне при ортотропной плите с коробчатыми продольными ребрами (нагрузка А14)

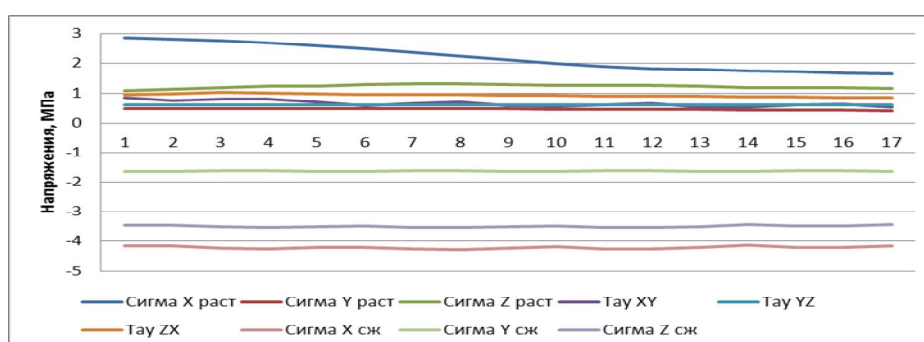


Рис. 8. Напряжения в асфальтобетоне при ортотропной плите с полосовыми продольными ребрами (нагрузка Н14)

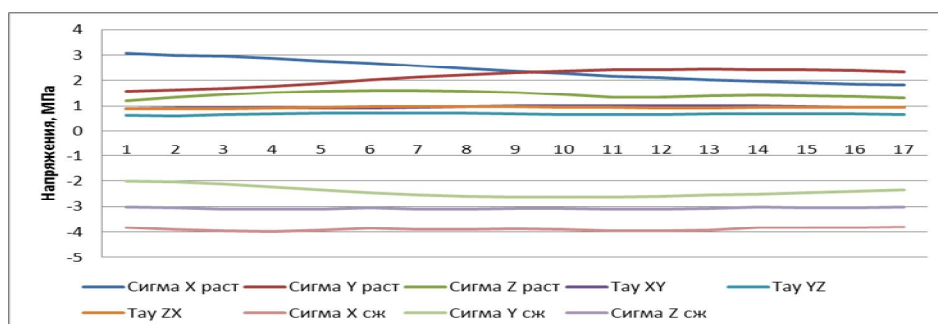


Рис. 9. Напряжения в асфальтобетоне при ортотропной плите с коробчатыми продольными ребрами (нагрузка Н14)

Как видно из результатов расчета, из нормальных напряжений определяющими для асфальтобетона являются напряжения вдоль оси X, которая совпадает с поперечной осью пролетного строения. Иными словами асфальтобетон более интенсивно работает на изгиб в поперечном направлении нежели в продольном. Максимальные растягивающие напряжения (3,1 МПа) были получены от на-

грузки Н14 (загружение №1) при коробчатых продольных ребрах (рисунок 10). Максимальные сжимающие напряжения (-4,3 МПа) были получены от нагрузки А14 (загружение №26) при полосовых продольных ребрах (рисунок 11). Максимальные касательные напряжения (1,2 МПа) были получены от нагрузки А14 (загружение №22) при коробчатых продольных ребрах (Рис.12).

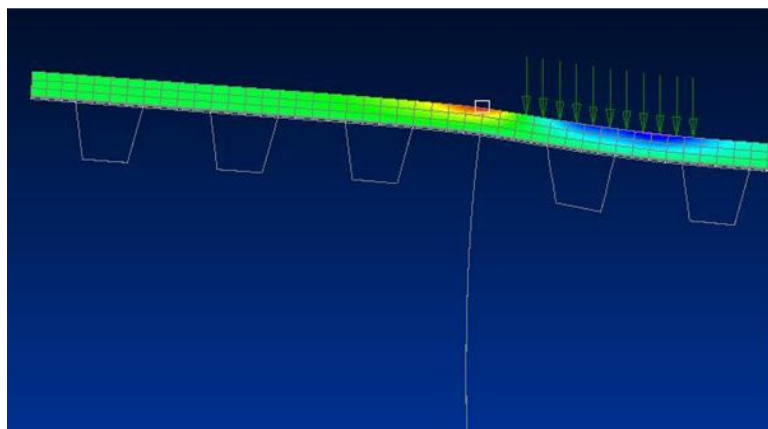


Рис. 10. Максимальные растягивающие напряжения, возникающие над стенкой главных балок

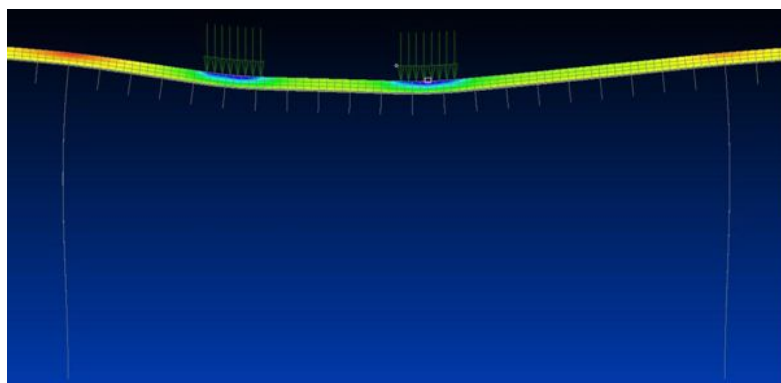


Рис. 11. Максимальные сжимающие напряжения, возникающие между стенками продольных ребер

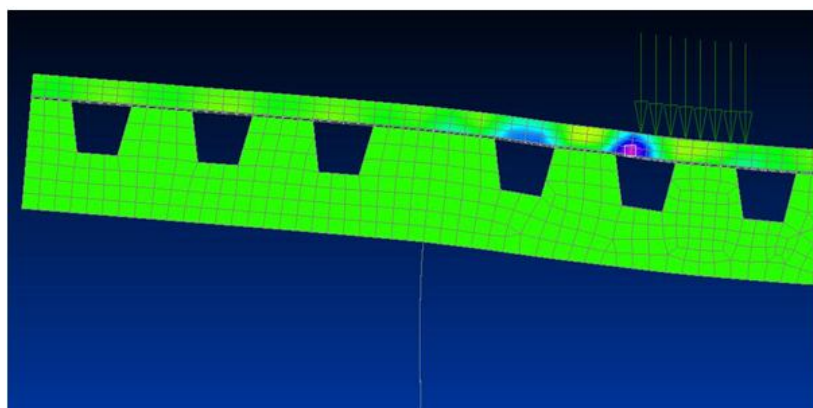


Рис. 12. Максимальные касательные напряжения, возникающие между стенками продольных ребер

Также были оценены эквивалентные напряжения, полученные по энергетической теории прочности. Максимальные эквива-

лентные напряжения (3,5 МПа) были получены от нагрузки А14 (загружение №2) при полосовых продольных ребрах (рис. 13).

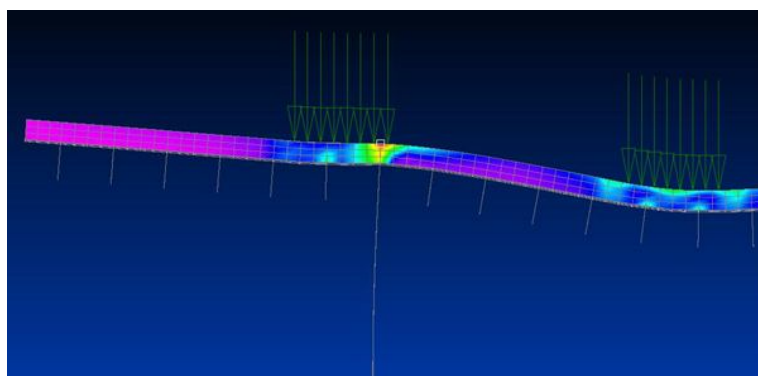


Рис. 13. Максимальные эквивалентные напряжения, возникающие над стенкой главных балок.

Исходя из результатов расчета можно сделать вывод о том, что при данных характеристиках пролетного строения явно выраженного преимущества коробчатых ребер над полосовыми не было выявлено, максимальные напряжения возникают как при одном, так и при другом типе продольных ребер.

Также было произведено сопоставление полученных напряжений с предельными, приведенными в нормативной литературе, а также полученными в результате научных исследований.

**Растягивающие нормальные напряжения.** Расчетная прочность на растяжение при изгибе, определенная в результате исследований [1] при  $0^{\circ}\text{C}$  находится в пределах от 0,8 до 1,6 МПа в зависимости от типа асфальтобетона. Полученные напряжения достигают 3,1 МПа.

**Сжимающие нормальные напряжения.** Предел прочности при сжатии согласно [2] при  $0^{\circ}\text{C}$  не должен превышать 9 - 13 МПа в зависимости от дорожно-климатической зоны и типа асфальтобетона. Полученные напряжения достигают 4,3 МПа.

**Касательные напряжения.** Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при  $50^{\circ}\text{C}$  согласно [2] не должна превышать 0,22 - 0,55 МПа. Полученные напряжения достигают 1,2 МПа.

#### Заключение

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , когда асфальтобетон работает как хрупкий материал, под воздействием временной нагрузки может произойти его разрушение (возникнуть трещина) вследствие больших растягивающих либо касательных напряжений.

Вместе с тем необходимо отметить тот факт, что для полноценных исследований работы дорожной одежды на мостах не хватает прочностных показателей материалов, используемых в дорожных покрытиях. Речь идет о коэффициенте Пуассона, модуле упругости и расчетных сопротивлениях материала на тот или иной вид воздействия. Данная проблема актуальна прежде всего для асфальтобетона и гидроизолирующих материалов. Поэтому острой необходимостью является получение этих характеристик при испытаниях этих материалов.

#### Библиографический список

1. Сибирякова Ю. М. Расчетные параметры асфальтобетонных покрытий для проектирования жестких дорожных одежд: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – М., 2008. – 19 с.
2. ГОСТ 9128-2009 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон». – М., 2010.

#### MODELING OF A PAVEMENT WORK ON ORTHOTROPIC DECK OF STEEL BRIDGES

M. A. Telegin

Analysis of a stress condition of pavement on orthotropic deck of steel bridges in dependence of a wheel load position is carried out. Comparison of a stress condition of pavement with a different types of a longitudinal ribs is carried out.

*Телегин Максим Александрович - ст. преподаватель кафедры «Мосты» СибАДИ. Основное направления деятельности: стальные ортотропные плиты и дорожная одежда на них. Общее количество опубликованных работ: 15. e-mail : telegin@mail.ru.*

## РАЗДЕЛ III

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 539.3

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАСЧЕТЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ДЕЙСТВИЕ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Г. Л. Горынин, А. Ф. Власко

**Аннотация.** Рассмотрен метод усреднения, позволяющий получать макротеплопроводности для волокнистых композитов, используемых в строительных конструкциях. Макротеплопроводности вычисляются как интегралы ячейковых функций, которые находятся путем решения семейства краевых задач на периодической ячейке.

**Ключевые слова:** волокнистый, композит, периодический, макротеплопроводность.

### Введение

Номенклатура композиционных материалов, используемых для ограждающих и несущих строительных конструкций постоянно расширяется. Особую роль среди них занимают волокнистые композиционные материалы, состоящие из прочных и сверхпрочных нитей. При расчете этих конструкций на прочность при тепловых нагрузках необходимо знать распределение температуры внутри конструкции, т.к. именно изменения температуры являются причиной дополнительных напряжений в конструкции. Решению задачи теплопроводности применительно к волокнистым композитам посвящены многие работы (см., например, монографии [1]-[3]). Однако, подходы, используемые в них, базируются на введении гипотез об особенностях процесса теплопроводности, при этом вопрос о правомерности таких гипотез, как правило, остается открытым. В данной работе используется метод асимптотического расщепления, который не использует каких-либо гипотез, но использует лишь условие, что волокна в композите располагаются периодически, и что размер периодически повторяющейся в материале ячейки на порядок меньше размеров самой конструкции [4]. Метод позволяет в явной форме получить коэффициенты теплопроводности для макрооднородной среды. Знание этих коэффициентов в дальнейшем позволяет с помощью стандартных пакетов прикладных

программ определить распределение температуры в конкретной конструкции.

### Основная часть

Рассмотрим тело, материал которого образован связующим и волокнами, расположенными периодически в плоскости  $Oxy$  (рис.1), на которое действуют какие-либо тепловые нагрузки, тогда внутри тела должно выполняться стационарное уравнение теплового равновесия:

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} = -Q, \quad (1)$$

где  $Q$  - объемные источники тепла,  $q_\alpha$  - компоненты вектора теплового потока внутри среды. На границе перехода от одной упругой среды к другой должны быть непрерывны тепловой поток и температура:

$$[q_n] = 0, \quad [T] = 0, \quad \alpha = \{x, y, z\}. \quad (2)$$

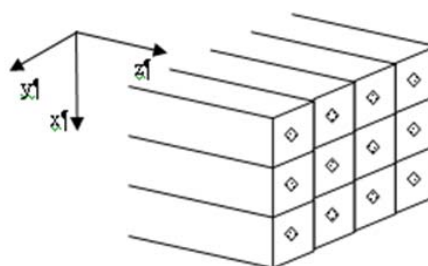


Рис.1. Волокнистая среда

Внутри среды действует анизотропный закон теплопроводности Фурье, содержащий 6 независимых коэффициентов теплопроводности  $\lambda_{\alpha\beta}$  [5]:

$$q_\alpha = - \sum_{\beta \in \{x,y,z\}} \lambda_{\alpha\beta} \frac{\partial T}{\partial \beta}, \quad \alpha \in \{x,y,z\}. \quad (3)$$

Пусть  $h$  – линейный размер периодической ячейки (вдоль осей  $x$  и  $y$ ),  $L$  – характерный размер тела,  $T_*$  и  $\lambda_*$  – характерные значения температуры и коэффициента теплопроводности. Перейдем к безразмерным переменным и функциям, для простоты не меняя их обозначения:

$$\begin{aligned} x &\leftrightarrow x/L, \quad y \leftrightarrow y/L, \quad z \leftrightarrow z/L, \quad T \leftrightarrow T/T_*, \\ \lambda_{\alpha\beta} &\leftrightarrow \lambda_{\alpha\beta}/\lambda_*, \\ q_\alpha &\leftrightarrow q_\alpha/q_*, \quad Q \leftrightarrow Qh/q_*, \quad q_* = \lambda_* T_*/h. \end{aligned} \quad (4)$$

В дальнейшем будем считать, что отношение размера периодической ячейки среды к характерному размеру тела является малым параметром и обозначается буквой  $\varepsilon$ :

$$\varepsilon = h/L \ll 1. \quad (5)$$

Уравнение (1) и закон теплопроводности (3) в новых переменных примут вид

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} \varepsilon + \frac{\partial q_y}{\partial y} \varepsilon + \frac{\partial q_z}{\partial z} \varepsilon = -Q, \quad (6)$$

$$q_\alpha = - \sum_{\beta \in \{x,y,z\}} \lambda_{\alpha\beta} \frac{\partial T}{\partial \beta} \varepsilon, \quad \alpha \in \{x,y,z\}. \quad (7)$$

Внутри каждой периодической ячейки вводятся свои ячейковые координаты  $\xi_x, \xi_y$ .

$$x = x_i + \xi_x \varepsilon, \quad y = y_j + \xi_y \varepsilon, \quad \xi_x, \xi_y \in [0,1], \quad (8)$$

где  $x_i, y_j$  – координаты вершины  $i$ -го периодического квадрата. Коэффициенты теплопроводности 2-периодической среды являются функциями только ячейковых координат  $\xi$ :

$$\lambda_{\alpha\beta} = \lambda_{\alpha\beta}(\xi_x, \xi_y), \quad \alpha, \beta \in \{x,y,z\}. \quad (9)$$

С учетом равенств (8) оператор частного дифференцирования принимает вид:

$$\frac{\partial}{\partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial \alpha} + \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial}{\partial \xi_\alpha}, \quad \alpha \in \{x,y\}. \quad (10)$$

Задача (1)-(3) с учетом выражения (10) принимает вид

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} \varepsilon + \frac{\partial q_y}{\partial y} \varepsilon + \frac{\partial q_z}{\partial z} \varepsilon + \frac{\partial q_x}{\partial \xi_x} + \frac{\partial q_y}{\partial \xi_y} = -Q; \quad T \quad (11)$$

условие на границе перехода от одной упругой среды к другой:

$$[q_n] = 0, \quad [T] = 0, \quad \alpha = \{x,y,z\}; \quad (12)$$

закон теплопроводности:

$$q_\alpha = - \sum_{\beta \in \{x,y,z\}} \lambda_{\alpha\beta} \left( \frac{\partial T}{\partial \beta} \varepsilon + \frac{\partial T}{\partial \xi_\beta} \right) + \lambda_{\alpha z} \frac{\partial T}{\partial z} \varepsilon, \quad \alpha \in \{x,y,z\}; \quad (13)$$

Для решения задачи (11)-(13) используем метод асимптотического расщепления [5]. Для этого представим асимптотические приближения температуры и компонент теплового потока, как суммы частных дифференциальных операторов, коэффициенты которых зависят только от ячейковых переменных:

$$\begin{aligned} T^{(n)} &= \sum_{k=0}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} \Psi^{\bar{k}}(\xi) \frac{\partial^k T_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right), \\ q_\alpha^{(n)} &= \sum_{k=0}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} K_\alpha^{\bar{k}}(\xi) \frac{\partial^k T_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right), \end{aligned} \quad (14)$$

где использованы следующие обозначения

$$\begin{aligned} \partial \bar{r}^{\bar{k}} &= \partial x^{k_x} \partial y^{k_y} \partial z^{k_z}, \\ \bar{k} &= (k_x, k_y, k_z) = k_x \bar{e}_x + k_y \bar{e}_y + k_z \bar{e}_z, \\ |\bar{k}| &= k = k_x + k_y + k_z, \\ \bar{r} &= (x, y, z) = x \bar{e}_x + y \bar{e}_y + z \bar{e}_z, \\ \bar{\xi} &= (\xi_x, \xi_y) = \xi_x \bar{e}_x + \xi_y \bar{e}_y. \end{aligned}$$

Считаем, что объемные силы имеют расщепленный вид относительно переменных макросреды и ячейковых переменных:

$$Q(\bar{r}, \bar{\xi}) = \kappa(\bar{\xi}) Q_0(\bar{r}), \quad (15)$$

причем равнодействующая сомножителя, зависящего от быстрых переменных, на ячейке равняется единице:

$$\int_0^1 \int_0^1 \kappa(\bar{\xi}) d\xi_x d\xi_y = 1. \quad (16)$$

В дальнейшем интеграл от какой-то величины по ячейковым переменным, взятый по всей ячейке, будем называть усреднением этой величины по ячейке и обозначать:

$$\langle \dots \rangle = \int_0^1 \int_0^1 \dots d\xi_x d\xi_y. \quad (17)$$

Из равенств (15)-(16) следует, что функция  $Q_0$  имеет физический смысл, это среднее значение теплового источника на ячейке, т.е. это тепловой источник макросреды:

$$Q_0(\bar{r}) = \langle Q(\bar{r}, \bar{\xi}) \rangle. \quad (18)$$

Представим тепловой источник макросреды как сумму степеней дифференциальных операторов от температуры макросреды:

$$Q_0(\bar{r}) = \sum_{k=0}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} \Lambda^{\bar{k}} \frac{\partial^k T_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right), \quad \alpha \in \{x, y, z\}, \quad (19)$$

где  $\Lambda^{\bar{k}}$  - некоторые константы с векторным верхним индексом, которые будут определены позднее.

Подставим формулы (14), (15) и (19) в равенства (11)-(13) и приравняем коэффициенты при одинаковых дифференциальных операторах, получим систему уравнений в частных производных на неизвестные ячейковые функции:

уравнение теплового равновесия ячейки:

$$\frac{\partial K_x^{\bar{k}}}{\partial \xi_x} + \frac{\partial K_y^{\bar{k}}}{\partial \xi_y} + K_x^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} + K_y^{\bar{k}-\bar{\alpha}_y} + K_z^{\bar{k}-\bar{\alpha}_z} = -\kappa(\bar{\xi}) \Lambda^{\bar{k}}; \quad (20)$$

закон теплопроводности внутри периодической ячейки:

$$K_\alpha^{\bar{k}}(\bar{\xi}) = - \sum_{\beta \in \{x,y\}} \lambda_{\alpha\beta} \left( \frac{\partial \Psi^{\bar{k}}}{\partial \xi_\beta} + \Psi^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\beta} \right) - \lambda_{\alpha z} \Psi^{\bar{k}-\bar{\alpha}_z}, \quad \alpha \in \{x, y, z\}; \quad (21)$$

условия сопряжения тепловых потоков и температур внутри ячейки

$$[K_n^{\bar{k}}] = 0, \quad [\Psi^{\bar{k}}] = 0; \quad (22)$$

из условия периодичности ячейковых функций

$$\Psi^{\bar{k}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=0} = \Psi^{\bar{k}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=1}, \quad K_\alpha^{\bar{k}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=0} = K_\alpha^{\bar{k}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=1}, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (23)$$

Равенства (20)- (23) для каждого фиксированного целочисленного вектора  $\bar{k}$  представляют собой краевую эллиптическую задачу на нахождение периодических ячейковых функций  $\Psi^{\bar{k}}$ . Необходимое условие разрешимости этой задачи имеет вид:

$$\Lambda^{\bar{k}} = - \left\langle K_x^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} + K_y^{\bar{k}-\bar{\alpha}_y} + K_z^{\bar{k}-\bar{\alpha}_z} \right\rangle. \quad (24)$$

При  $k=0$  решение задачи (20)- (24) имеет очевидное решение:

$$\Psi^{\bar{0}} = 1, \quad K_\alpha^{\bar{0}} = 0, \quad \alpha = \{x, y, z\}. \quad (25)$$

Тогда из (24) следует равенство:

$$\Lambda^{\bar{0}} = 0, \quad |\bar{k}| = 1. \quad (26)$$

Равенство (19) с учетом равенства (26) имеет вид:

$$\sum_{k=2}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} \Lambda^{\bar{k}} \frac{\partial^k T_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right) = Q_0(\bar{r}), \quad (27)$$

данное равенство представляет собой уравнение на  $n$ -е приближение температуры макросреды  $T_0^{(n)}$ . Оно является уравнением в частных производных порядка  $n$ , теория таких уравнений рассмотрена в (6), в частности, из нее следует, что асимптотический смысл имеют не все решения этого уравнения, а только часть из них, регулярно зависящая от малого параметра  $\varepsilon$ , а это означает, что данное уравнение имеет действительный порядок равный двум.

Формулы (14) с учетом равенств (25) принимают вид

$$T^{(n)} = T_0^{(n)} + \sum_{k=1}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} \Psi^{\bar{k}}(\bar{\xi}) \frac{\partial^k T_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right),$$

$$q_\alpha^{(n)} = \sum_{k=1}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} K_\alpha^{\bar{k}}(\bar{\xi}) \frac{\partial^k T_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right), \quad (28)$$

эти равенства являются формулами для вычисления температуры и компонент теплового потока в периодической среде на основе решений уравнения (27) и краевых задач (20)-(24).

Величина  $T_0^{(n)}$  имеет физический смысл, она является средним значением распределения температуры на ячейке, т.е. эта величина является температура однородной макросреды:

$$T_0^{(n)} = \langle T^{(n)}(\bar{r}, \bar{\xi}) \rangle; \quad (29)$$

Наибольший интерес в любой асимптотической теории представляют самые первые приближения, в данном случае это  $n=2$ . Усредним вектор теплового потока (28) при  $n=2$  и рассмотрим его первое приближение, в дальнейшем верхние индексы, указывающие на номер асимптотического приближения, опускаем:

$$\tilde{q}_\alpha = \sum_{\varphi \in \{x,y,z\}} \left\langle K_\alpha^{\bar{\alpha}_\varphi}(\bar{\xi}) \right\rangle \frac{\partial T_0}{\partial \varphi} \varepsilon, \quad \alpha = \{x, y, z\}. \quad (30)$$

Можно показать, что этот вектор удовлетворяет следующему уравнению теплового баланса:

$$\frac{\partial \tilde{q}_x}{\partial x} \varepsilon + \frac{\partial \tilde{q}_y}{\partial y} \varepsilon + \frac{\partial \tilde{q}_z}{\partial z} \varepsilon = -Q_0. \quad (31)$$

В уравнении (31) справа стоит тепловой источник макросреды, вектор  $\tilde{q}_\alpha$  зависит только от переменных макросреды, поэтому можно считать, что вектор  $\tilde{q}_\alpha$  - это вектор теплового потока в однородной макросреде, а уравнение (30) - это закон теплопроводности в макросреде, это уравнение может быть переписано в следующем виде:

$$\tilde{q}_\alpha = - \sum_{\varphi \in \{x, z, y\}} \tilde{\lambda}_{\alpha\varphi} \frac{\partial T_0}{\partial \varphi} \varepsilon, \quad (32)$$

где  $\tilde{\lambda}_{\alpha\varphi}$  - коэффициенты теплопроводности макросреды, они рассчитываются на основе решений данных ячейковых краевых задач:

$$\tilde{\lambda}_{\alpha\varphi} = - \left\langle K_\alpha^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) \right\rangle, \quad \alpha, \varphi \in \{x, y, z\}. \quad (33)$$

Для расчета коэффициентов теплопроводности макросреды необходимо решить следующие три краевые задачи на ячейке: уравнение -

$$\frac{\partial K_x^{\bar{\varphi}}}{\partial \xi_x} + \frac{\partial K_y^{\bar{\varphi}}}{\partial \xi_y} = 0, \quad \varphi = \{x, y, z\}; \quad (34)$$

закон теплопроводности на ячейке -

$$K_\alpha^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) = - \sum_{\beta \in \{x, y\}} \lambda_{\alpha\beta} \left( \frac{\partial \Psi^{\bar{\varphi}}}{\partial \xi_\beta} + \delta_\beta^\alpha \right) - \lambda_{\alpha z} \delta_\alpha^z, \quad \alpha \in \{x, y, z\}; \quad (35)$$

условие непрерывности на границах раздела матрицы и включений -

$$\left[ K_n^{\bar{\varphi}} \right] = 0, \quad \left[ \Psi^{\bar{\varphi}} \right] = 0, \quad \varphi = \{x, y, z\}; \quad (36)$$

условие периодичности ячейковых функций -

$$\Psi^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=0} = \Psi^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=1}, \quad K_\alpha^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=0} = K_\alpha^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) \Big|_{\xi_\alpha=1}, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (37)$$

Ячейковая функция  $K_z^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi})$  находится прямым вычислением на основе решения краевых задач (34)-(37):

$$K_z^{\bar{\varphi}}(\bar{\xi}) = - \sum_{\beta \in \{x, y\}} \lambda_{z\beta} \left( \frac{\partial \Psi^{\bar{\varphi}}}{\partial \xi_\beta} + \delta_\beta^z \right) - \lambda_{zz} \delta_\alpha^z, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (38)$$

В частном и наиболее распространенном случае, когда и связующее и волокна являются ортотропными средами, причем одна из осей ортотропии направлена вдоль волокна, тогда краевая задача (34)-(37) при  $\varphi = z$  имеет тождественно нулевое решение и выражение для коэффициента теплопроводности макросреды  $\tilde{\lambda}_{zz}$  (33) с учетом равенства (38) принимает вид вычислительной формулы:

$$\tilde{\lambda}_{zz} = \langle \lambda_{zz} \rangle. \quad (39)$$

Формула (39) означает, что в направлении вдоль волокна коэффициент теплопроводности макросреды равен среднему значению коэффициентов на периодической ячейке, иначе такое правило вычисления макрохарактеристики называют правилом простой смеси. Формула (39) может быть переписана в другом виде:

$$\lambda_{cp} = \frac{\lambda_B S_B + \lambda_C S_C}{S_B + S_C}, \quad (40)$$

где  $\lambda_B, \lambda_C$  - теплопроводности волокна и связующего;  $S_B, S_C$  - площадь волокна и связующего в ячейке. Другим распространенным правилом вычисления макрохарактеристики является правило обратной смеси [2]

$$\lambda_{oc} = \frac{\lambda_B \lambda_C (S_B + S_C)}{\lambda_C S_B + \lambda_B S_C}. \quad (41)$$

Это правило будет использовано для сравнения при анализе полученных результатов.

#### Расчеты и их анализ

Для определения теплопроводности макросреды решается краевая задача (34)-(37) с помощью метода конечных элементов. Расчеты производятся для ячейки, заполненной двумя материалами с разными значениями коэффициента теплопроводности: материалом связующего и материалом волокна. Теплопроводность связующего равна 100, а теплопроводность включения равна 1 в безразмерных единицах, этим цифрам примерно соответствуют железо и керамика. Для исследования влияния формы поперечного сечения волокна на значение макрохарактеристики в расчетах использовались волокна разной поперечной формы: круг, квадрат, крестовина, трубчатое рис. 2. Значения макротеплопроводности в направлении осей OX и OY, лежащих в плоскости перпендикулярной волокну, совпадают и определяются посредством численного счета, макротеплопроводность в направлении оси OZ определяется по формуле простой смеси (40).

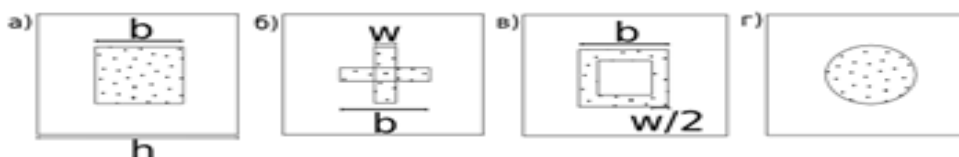


Рис. 2. Формы поперечных сечений арматурных волокон: а) квадрат, б) трубчатое сечение, в) крестовина, г) круг



На рис. 3. представлен график зависимости макротеплопроводности от отношения площади включения к площади ячейки. Под цифрой 3 - график для квадратного сечения, 5 – для крестовины, 4 – трубчатое сечение, 1 - правило смеси (40), 2 - правило обратной смеси (41). Кривые для всех включений лежат в промежутке между кривыми 1 и 2.

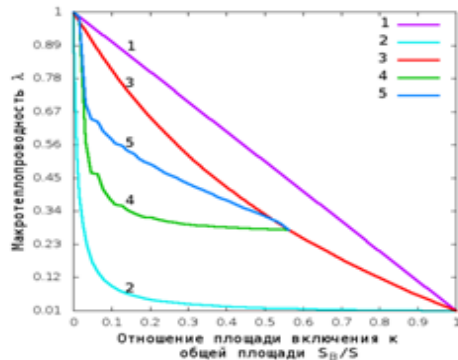


Рис. 3. Сравнение теплопроводностей макросреды для включений различной формы: 2) квадрат, 3) трубчатое, 4) крестовина. И простейших формул: 1) правило смеси, 2) правило обратной смеси

Отклонения численных расчетов от расчетов по правилу смеси весьма существенны, в случае квадрата - до 40%, в случае трубчатого сечения - до 60%. При одинаковой площади волокна, разница между макротеплопроводностями для трубчатого и квадратного волокон весьма существенна. Макротеплопроводность зависит от площади нелинейно, например в случае трубчатого сечения, при относительной площади равной 0.3 дальнейшее её увеличение не приводит к изменению макротеплопроводности.

На рис. 4. сравниваются численные расчеты с имеющимися аналитическими формулами расчета макрохарактеристик, формулами Хашина-Штрикмана и Ванина для круглых волокон:

$$\lambda_{ХШ} = \lambda_c \left[ 1 + \frac{c}{\lambda_c / (\lambda_b + \lambda_c) + (1-c)/2} \right], c = \frac{S_b}{S}, \quad (42)$$

где S – площадь всей ячейки;

$$\lambda_{ВН} = \lambda_0 \left[ 1 - 48 \frac{\lambda_0}{\lambda_c} \left( \frac{1 - \lambda_0 / \lambda_c}{(1-c) + (1+c)\lambda_0 / \lambda_c} \right)^2 \frac{\sin^2(\pi/2)}{\pi^4} \left( c^2 - c^8 \left\{ \frac{1 - \lambda_0 / \lambda_c}{1 + \lambda_0 / \lambda_c} \right\}^2 \right) \right], \lambda_0 = \lambda_c \left[ \frac{1+c+(1-c)\lambda_0/\lambda_b}{1-c+(1+c)\lambda_c/\lambda_b} \right] \quad (43)$$

При относительной площади меньше 0.4 отклонение не превосходит 10 процентов, и фактически может использоваться для подсчета характеристик любая из этих формул.

Дальнейшее увеличение площади включения приводит к существенному росту разницы, для формулы Ванина вплоть до 30% и для формулы Хашина-Штрикмана - 100%.

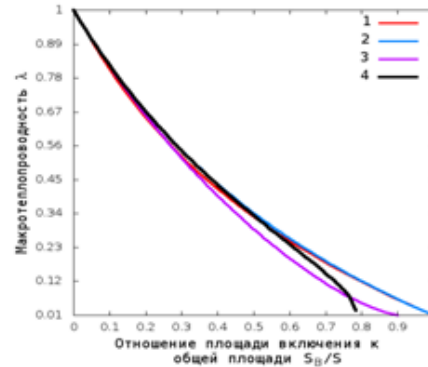


Рис. 4. Сравнение численного решения и аналитических формул: 1) квадрат, 2) формула Хашина-Штрикмана, 3) формула Ванина, 4) круг

#### Заключение

При небольшой разнице между теплопроводностями включения и связующего, или при достаточно малом размере включения, значения макротеплопроводности в поперечном направлении могут быть рассчитаны при помощи правила простой смеси. Если же размеры включения велики или разность теплопроводностей велика, то в этих случаях правило смеси дает ошибки превышающие 100%.

#### Библиографический список

1. Кристенсен, Р. Введение в механику композитов: Пер. с англ. А. И. Бейля и Н.П. Жмудя / Под. ред Ю. М. Тарнопольского. — М.: Мир, 1982. — 334 с.
2. Ванин Г. А. Микромеханика композитных материалов / Г. А. Ванин. — Киев.: Наук. думка, 1985. — 304 с.
3. Шермергор Т. Д. Теория упругости микро-неоднородных сред / Т. Д. Шермергор. — М.: Наука, 1977. — 400 с.
4. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. Метод асимптотического расщепления для упругой 3-периодической среды // Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика [Электронный ресурс] / Международная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, Россия, 30 мая – 4 июня 2011 г., Новосибирск, ИВТ СО РАН, 2011, № гос. регистрации – 0321101160.
5. Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1975. – 872 с.
6. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. Пространственные задачи изгиба и кручения слоистых конструкций. Метод асимптотического расщепления. – Новосибирск: Наука, 2004. – 408 с.

**MATHEMATICAL SIMULATION OF  
MACROCHARACTERISTICS OF PROCESS OF  
HEAT CONDUCTIVITY FOR FIBROUS MATE-  
RIALS AT CALCULATION OF BUILDING  
DESIGNS ON ACTION OF THERMAL  
LOADINGS**

G. L. Gorynin, A. F. Vlasko

The averaging method is considered, allowing to receive macroheat conductivity for the fibrous composites used in building designs. Macroheat conductivity is calculated as integral cell functions which are by the decision of assemblage of boundary-value problems on a periodic cell.

*Горынин Глеб Леонидович - доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Строительные технологии и конструкции» Сургутский государственный университет. Основное направление научных исследований – механика композитных конструкций. Общее количество публикаций – свыше 80. электронная почта - ggorynin@list.ru.*

*Власко Андрей Федорович-должность – аспирант кафедры «Строительные технологии и конструкции» Сургутский государственный университет. Основное направление научных исследований – механика композитных конструкций общее количество публикаций – 2. Электронная почта -vlasko.a.f@yandex.ru*

УДК 658.5

**ПРОЕКТ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СЦЕНАРНЫХ  
СТРАТЕГИЙ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД**

О. М. Куликова

**Аннотация.** *Статья посвящена вопросам разработки программного комплекса для построения сценарных стратегий и сценарных стратегических планов для проектных команд. Работа выполнена в рамках проекта Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.*

**Ключевые слова:** *стратегическое управление, проектная структура управления, автоматизация принятия управленческих решений, нейронные сети, нечеткий логический вывод.*

**Введение**

Сегодня одним из актуальных направлений является переход от традиционных организационных структур к органическим. Поскольку именно такие организационные структуры помогают компаниям победить в жесткой конкурентной борьбе в современных рыночных условиях, характеризующихся высокой неопределенностью. Разработка эффективных стратегий для проектных команд – это очень сложный и трудоемкий процесс. Поэтому возникает необходимость совершенствования технологии разработки стратегий проектных команд, и создания программного комплекса, реализующего данную технологию.

**Технология разработки сценарных стратегий проектных команд.** Выбор стратегии осуществляется исходя из состояния внешней и внутренней среды организации, и если внешняя среда находится в постоянном

движении и условия деятельности меняются, то руководителю приходится принимать управленческие решения в условиях высокой неопределенности. Анализ литературных источников [2,5] и опыта современных компаний показывает, что наиболее эффективным инструментом предсказания изменений внешней среды является сочетание методов сценарного прогнозирования и нечеткого логического вывода. Исходя из этого, можно сделать следующий вывод, что разработка эффективной стратегии должна строиться именно с применением данных методов. На основании вышеуказанных методов в рамках проекта Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (мероприятие 1.4 - III очередь)", контракт №14.740.11.0994 от 06.05.2011 автором статьи разработана технология построения сценарных стратегий

проектных команд. Кратко рассмотрим данную технологию.

Введем следующие понятия. Проектная команда – это совокупность действующих как одно целое участников проекта, которая обеспечивает под руководством руководителя достижение целей проекта. Проектные команды могут быть стационарными, например, в ситуационных центрах, или терминальными, например, команды, работающие над проектами, имеющими конечную цель [2, стр. 23].

Сценарная стратегия проектной команды – это совокупность ключевых (то есть позво-

ляющих достигнуть поставленной цели в заданных условиях) направлений деятельности проектной команды во внешней среде, определенных с применением методов сценарного и математического моделирования. На основании сценарной стратегии может быть построен сценарный стратегический план, который может быть определен как совокупность укрупненных действий, направленных для реализации стратегии. Основные этапы разработки сценарной стратегии и сценарного стратегического плана приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Этапы построения сценарной стратегии

№	Название этапа	Описание
1	Построение Vision - схемы	На основании анализ внешней и внутренней среды строится Vision – схема, показывающая желаемое состояние проектной команды. Данная схема строится на основании подхода рисования схем, разработанного Анисимовым О.А. [1].
2	Построение арены событий	Для более глубокого анализа внешней и внутренней среды строится арена событий, показывающая уровень агрессивности и непредсказуемости внешней среды, и отношение основных групп стейкхолдеров к деятельности проектной команды.
3	Формирование концептов	На основании результатов первого и второго этапов проектной командой и ЛПР формируются концепты.
4	Построение концептуальной карты - ортографа	На основании результатов, полученных на третьем этапе осуществляется построение концептуальной карты в форме ортографа, показывающего связи между концептами.
5	Разработка сценариев	На данном этапе строятся сценарии развития внешней среды, и определяется диапазон изменения концептов – сценарных факторов для каждого возможного сценария.
6	Построение модели влияния входных концептов на выходные	По результатам предыдущих этапов строится модель влияния входных концептов на выходные. Выбор метода моделирования осуществляется исходя из имеющихся данных о деятельности проектной команды. Если модель строится по результатам, полученным в ходе ряда экспериментов, то в качестве инструмента используются нейронные сети, если экспериментальных данных нет, то для построения модели будет использован аппарат нечеткого логического вывода.
7	Построение сценарной стратегии деятельности проектной команды	Исходя из результатов моделирования, с учетом выбранного сценария, определяются ключевые направления деятельности проектной команды.
8	Построение и оценка сценарного стратегического плана	На основании сценарной стратегии строится сценарный стратегический план, определяется его ресурсоемкость и производится оценка рисков. Затем осуществляется выбор оптимального сценарного плана.

Проект программного комплекса для построения сценарных стратегий и сценарного стратегического плана для проектных команд. Программный комплекс для разработки сце-

нарных стратегий и сценарного стратегического плана состоит из четырех модулей:

- Модуль построения Vision – схемы и арены событий;

- Модуль построения сценарных стратегий;
- Модуль анализа внутренней среды проектной команды и построения сценарного стратегического плана;
- Модуль работы с БД и построения отчетов о деятельности проектной команды.

Рассмотрим более подробно модуль построения сценарных стратегий. Обобщенная блок – схема данного модуля приведена на рисунке 1.

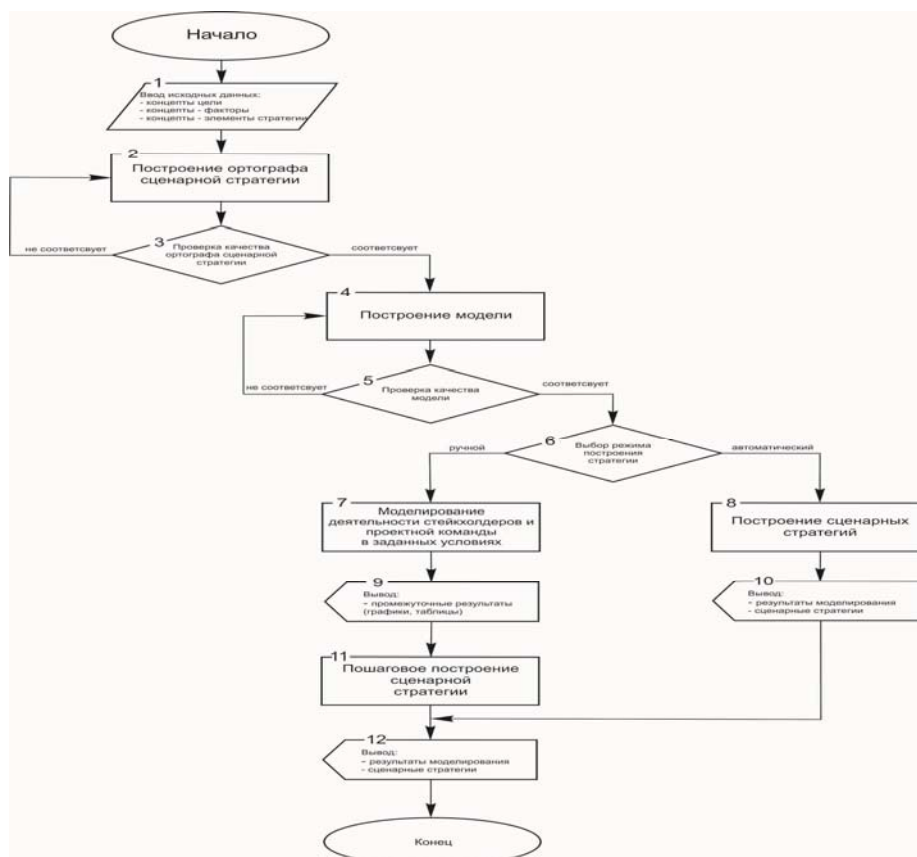


Рис. 1. Обобщенная блок – схема работы модуля построения сценарных стратегий

Построение сценарных стратегий может осуществляться в двух режимах: автоматическом и ручном. В автоматическом режиме стратегии строятся без участия пользователя, на заключительном этапе построения выводятся следующие результаты:

- Номер стратегии;
- Ключевые концепты – элементы стратегии, при воздействии которых достигается цель;
- Значения концептов, при которых цель достигнута.

В ручном режиме построение сценарной стратегии осуществляется пошагово, пользователь на каждом этапе выбирает оптимальные значения концептов – исследование влияния входных концептов на выходные в

ортографе ведется послойно. На каждом этапе построения на экран монитора выводятся таблицы, графики, показывающие влияние того или иного входного концепта на цель. Ручной режим позволяет построить более точную сценарную стратегию, отвечающую требованиям ЛПР и учитывающую изменения внешней среды.

**Пример построения сценарных стратегий проектных команд с помощью программного модуля.** В качестве примера построим фрагмент сценарной стратегии проектной команды. Одним из направлений деятельности проектных команд в рамках международной научно – креативной программы «Иной Контин(г)ент» ([www.inocont.net](http://www.inocont.net)) является разработка моделей жизнедеятельности

команд, работающих в условиях полной или частичной изоляции [3]. Для построения таких моделей используются результаты проектно – семантических игр «Древо Желаний», проводимых среди студентов высших и средних учебных заведений (назовем их стейкхолдерами). Следовательно, для повышения эффективности работы данных проектных команд необходимо достаточное количество правильно построенных партий – результатов проектно – семантической игры. Разработаем фрагмент сценарной стратегии, цель которой повысить эффективность деятельности сту-

дентов – участников игры. Эффективность их деятельности определяется по формуле:

$$E = \frac{p}{N}, \quad (1)$$

где  $p$  – количество партий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям;  $N$  – общее количество партий, сыгранных студентами.

В результате проведенного анализа внешней и внутренней среды проектной команды [4] в режиме мозгового штурма были выделены следующие концепты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Концепты

№	Название	Тип	Обозначение
1	Эффективность деятельности стейкхолдеров	Выходной, цель	E
2	Мотивация стейкхолдеров	Входной, элемент стратегии	M
3	Количество участников игры	Входной, элемент стратегии	K
4	Подготовка участников игры	Входной, элемент стратегии	L
5	Деятельность сервисной команды, помогающей участникам в ходе игры	Входной, элемент стратегии	S
7	Реклама	Входной, элемент стратегии	R
8	Комфорт погоды	Входной, сценарный фактор	W
9	Активность развлекательной жизни	Входной, сценарный фактор	A
10	Креативность участников игры	Входной, фактор	U
11	Общая подготовка по техническим дисциплинам	Входной, фактор	Zt
12	Общая подготовка по гуманитарным дисциплинам	Входной, фактор	Zg
13	IQ участника игры	Входной, фактор	Q

Ортограф фрагмента сценарной стратегии приведен на рисунке 2.

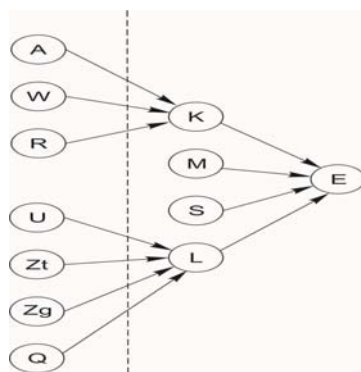


Рис.2. Ортограф фрагмента сценарной стратегии

Некоторые разработанные сценарии приведены в таблице 3.

Поскольку статистических данных не достаточно для использования нейронных сетей, то в качестве инструмента моделирования будем использовать нечеткий логический вывод. Фрагмент правил для построения модели влияния входных концептов на цель приведен в таблице 4.

Погрешность моделирования составила 0,18, что показывает – модель адекватна и с достаточной точностью описывает деятельность исследуемых стейкхолдеров в различных условиях.

Построим сценарные стратегии для сценария «Каникулы». Значения концептов на момент исследования проектной команды приведены в таблице 5. Требуется повысить эффективность деятельности стейкхолдеров до 0,8 и выше.

Некоторые результаты моделирования приведены в таблице 6. Приведены только те значения концептов, при которых значение результирующей переменной - E равно 0,8 и выше.

Исходя из результатов моделирования (таблица 6), можно сделать следующий вывод, что ключевыми концептами – элементами стратегии для сценария «Каникулы» являются мотивация участников игры и их подготовка,

определяемая уровнем знаний в области построения стратегий жизнедеятельности команд в различных условиях.

На рисунке 3 – приведен график зависимости уровня эффективности деятельности стейкхолдеров от уровня их мотивации и подготовки.

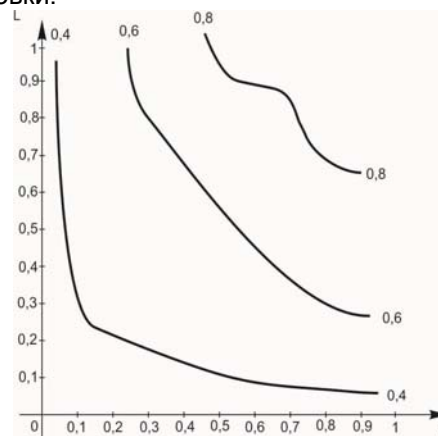


Рис. 3. График зависимости уровня эффективности деятельности стейкхолдеров от уровня их мотивации и подготовки

Результаты построения сценарной стратегии могут быть положены в основу разработки сценарного стратегического плана.

Таблица 3 – Сценарии

№	Название сценария	Диапазон значений концептов – сценарных факторов		Вероятность реализации сценария
		W	A	
1	Летняя жара	Отличная, оптимальная	высокая	средняя
2	Каникулы	Отличная, оптимальная	средняя	высокая
3	Зимние каникулы	некомфортная	высокая	средняя
4	В середине семестра	некомфортная	средняя	средняя

Таблица 4 – Фрагмент правил, используемых для построения модели

№	E	K	M	S	L
1	в	с	в	в	в
2	в	с	с	в	в
3	в	н	в	в	в
4	в	с	в	с	с
5	в	с	с	н	в
6	с	с	с	с	с
7	с	н	н	с	в

где в – высокий, с – средний, н - низкий

Таблица 5 – Значения концептов на момент исследования команды

Концепт	E	M	K	L	S	R	W	A	U	Zt	Zg	Q
Значение	0,41	0,1	18	0,3	0,8	0,3	0,7	0,9	0,5	0,6	0,6	0,72

Таблица 6 – Результаты моделирования деятельности стекхолдеров

	E	M	K	L	S	R	W	A	U	Zt	Zg	Q
1	0,8	0,7	20	0,8	0,8	0,2	0,8	0,5	0,55	0,6	0,6	0,77
2	0,81	0,55	20	0,9	0,8	0,18	0,73	0,55	0,59	0,69	0,6	0,74
3	0,84	0,6	20	0,82	0,8	0,21	0,69	0,5	0,49	0,7	0,6	0,72

**Заключение**

Сегодня стратегическое управление является неотъемлемой частью повышения эффективности деятельности организаций, и в частности проектных команд, как элементов их организационной структуры. И выбор оптимальной стратегии, учитывающей изменения внешней среды позволит организациям выстоять в жесткой конкурентной борьбе. Поэтому технология разработки сценарных стратегий и сценарных стратегических планов в сочетании с программным комплексом станет незаменимым инструментом управления в руках руководителя.

**Библиографический список**

1. Анисимов О.А. Схемы как средство мышления / О.А. Анисимов. – М.: Высшая школа, 2005. – 365 с.
2. Парахина В. Н. Стратегический менеджмент: учебник / В. Н. Парахина, Л. С. Максименко, С.В. Панасенко. – М.: КНОРУС, 2011. – 496 с.
3. Сайфуллин Н. Ф. Концепция международной программы «Иной Контин(г)ент // <http://ru.vlab.wikia.com> : Виртуальная лаборатория. 2011. URL: [ru.vlab.wikia.com/wiki/Иной\\_Контин\(г\)ент](http://ru.vlab.wikia.com/wiki/Иной_Контин(г)ент) (дата обращения 14.06.2011)

4. Филимонов В. А. Системный анализ и «ЭКРАН» - технология / В. А. Филимонов. – Омск: ОмГУ, 2002.- 45 с.

5. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

**THE PROJECT OF THE PROGRAM COMPLEX FOR PROJECT COMMANDS SCENARIO STRATEGY CONSTRUCTION**

O. M. Kulikova

The article is devoted to the questions of design of the program complex for scenario strategy construction and scenario strategic plans for project commands. The research work was carried out in the limits of the Federal purpose program project «Scientific and scientifically- pedagogical specialists of innovative Russia» on 2009-2013.

*Куликова Оксана Михайловна - кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии, инженерной и машинной графики Сибирской государственной автомобильно – дорожной академии. Основное направление научных исследований: математическое моделирование социально – экономических процессов. Общее количество публикаций: 31.Е – mail [aaaaa11@rambler.ru](mailto:aaaaa11@rambler.ru)*

УДК 621.865.8

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ОБРАЗЦОВ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯТОРОВ СЛЕДЯЩИХ СИСТЕМ

Д. В. Нефедов

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы реализации установок в системах управления роботизированных подвижных комплексов. Проведен анализ и предложена конструкция системы управления исполнительного механизма, на основе универсального регулятора.

**Ключевые слова:** система управления, автоматизированный запуск, двигатель.

### Введение

Выбор структуры, параметров, организация алгоритмов функционирования и программного обеспечения автоматической микропроцессорной системы управления роботизированных подвижных комплексов (РПК) определяется решаемыми в процессе управления задачами, особенностями конструкции и условий функционирования.

Автоматическая система управления РПК решает задачи, связанные с выполнением функций управления и контроля технического состояния систем и агрегатов. Это задачи автоматизированного запуска двигателя, пуска двигателя и подготовки машины к движению, управления оборудованием и т. д. Однако наиболее важной и сложной в плане технической реализации является задача автоматизации управления движением машины и выполнения ею командных установок.

Серьезным препятствием для решения данной задачи является необходимость получения полной и достоверной информации о параметрах внешних условий, состоянии и режимах работы систем и агрегатов РПК. Недостаток информации и ошибки в ее обработке, воздействие помех и неверно выбранные параметры элементов системы управления приводят к снижению качества процессов управления и, следовательно, эксплуатационных показателей РПК в целом.

Для качественного решения задач управления, при разработке регуляторов следящих исполнительного уровня необходимо учитывать следующие требования:

- высокие точность и быстродействие отработки программного движения, т. е. обеспечение движения исполнительного механизма

со скоростью, близкой к заданной по точности позиционирования;

- отсутствие перерегулирования в точке позиционирования, это связано с тем, что перерегулирование может привести к аварийным ситуациям;

- большая жесткость к внешним возмущающим факторам;

- минимальность амплитуды колебаний исполнительного механизма, вызванных дискретностью цифровой системы;

- минимальность энергозатрат как в режиме «ожидания», так и в рабочем режиме.

При этом необходимо учитывать, что управление в реальном масштабе времени накладывает жесткие ограничения на объем вычислений на такт работы специальной цифровой вычислительной машины (СЦВМ).

Необходимость поддерживать заданную программную скорость и обеспечить выход в заданную позицию явным образом выделяет два режима исполнительного уровня:

- режим отработки заданной скорости;

- режим отработки заданного положения.

Кроме того, широко используется комбинированный метод управления исполнительным механизмом, когда одновременно вырабатываются оба вида установок задания: по скорости и по угловому положению.

Все эти три режима могут использоваться с одним регулятором состояния, имеющим дополнительный контур управления по скорости. Структурная схема следящей системы с таким регулятором представлена на рисунке 1.

Подача установок по скорости  $\omega_k$ , в таком регуляторе будет осуществляться во внутренний контур, а установок по углу  $\alpha_k$  – во внешний.



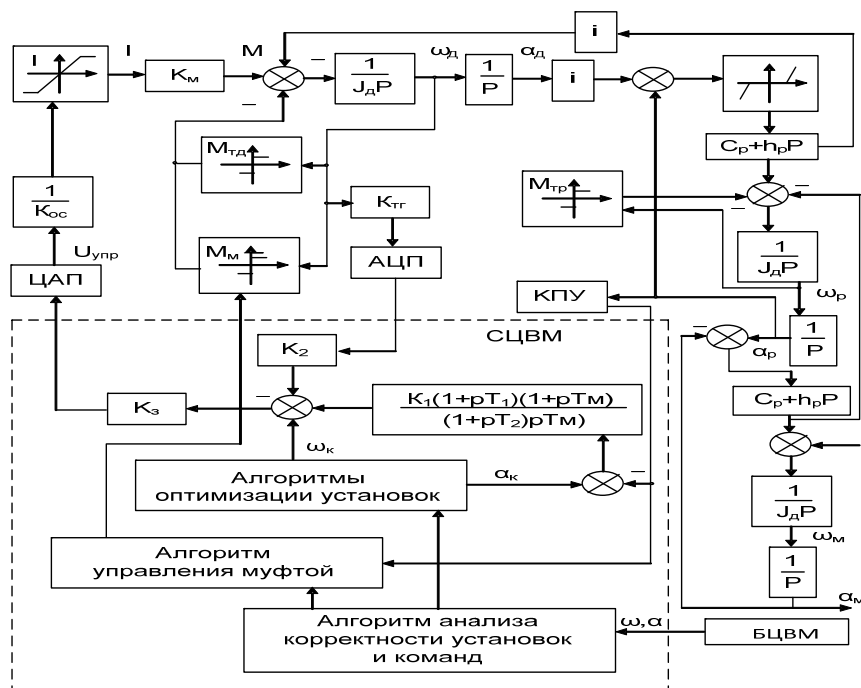


Рис. 1. Структурная схема следящей системы

Простота реализации регулятора с двумя контурами, минимальность изменения алгоритмов (что минимизирует объем программы) при переходе из режима отработки скорости в режим отработки угла и обратно, а также высокое качество отработки программных движений и жесткость по внешним моментам позволяют выбрать такой регулятор для систем слежения исполнительного уровня.

Анализ рассмотренных режимов практически невозможен аналитическими методами вследствие нелинейности объекта управления «ОУ» и дискретного характера цифрового регулятора.

Наиболее предпочтительным в этих условиях оказывается исследование процессов в следящих системах с помощью имитационного моделирования [1, 2]. Для этой цели были разработаны программы интегрирования уравнений объекта управления и модель рабочей программы, в которой в виде разностных уравнений и алгоритмов реализованы регуляторы исполнительного уровня.

Силовая установка ТД описывается следящей системой нелинейных дифференциальных уравнений:

$$LI + RI + C_k \omega = f(U_y, \omega). \quad (1)$$

$$J_{об} \varepsilon + h_{об} \omega + f_1(\varphi - \varphi_k) = k_e I - M_1 \text{sign} \omega + M_n. \quad (2)$$

$$J_k \varepsilon_k + h_k \omega_k - f_1(\varphi - \varphi_k) + f_2(\varphi_k - \varphi_l) = M_2 \text{sign}(\omega_k - \omega_l). \quad (3)$$

$$f_1 = C_1 \left( |\varphi - \varphi_k| - \Delta_p \right) \cdot \text{sign}(\varphi - \varphi_k). \quad (4)$$

$$f_2 = C_2 \left( |\varphi_k - \varphi_l| - \Delta_l \right) \cdot \text{sign}(\varphi_k - \varphi_l). \quad (5)$$

$$U = \frac{k(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}{p(T_3 p + 1)} \left\{ U_y \frac{1}{(T_\phi p + 1)} - [k_{mc} + \Delta k_{mc}(\varphi)] \omega \right\}, \quad (6)$$

где  $L, R, C_E$  – индуктивность, сопротивление и коэффициент самоиндукции обмотки управления тягового двигателя;

$J_{дв}$  – момент инерции ротора тягового двигателя;

$h_{дв}$  – коэффициент скоростного демпфирования тягового двигателя;

$J_k$  – момент инерции колеса с учетом подвижных элементов конструкции редуктора;

$h_k$  – коэффициент скоростного демпфирования колеса с учетом редуктора;

$M_1$  – момент трения на оси двигателя;

$M_n$  – момент возмущения за счет нелинейности моментной характеристики двигателя (пульсация момента);

$M_2$  – момент трения между ведущим колесом и опорной поверхностью;

$J_{и}, h_{и}$  – эквивалентные величины момента инерции и коэффициента скоростного демпфирования БГМ (при расчетах предполагалось равномерное распределение на четыре колеса);

$f$  – функция, описывающая ограничения по току в УИ;

$\varphi_n$  – эквивалентный угол поворота нагрузки КД;

$R_k$  – радиус колеса;

$f_1$  – функция, описывающая нелинейный характер передачи момента в редукторе;

$f_2$  – функция, описывающая нелинейный характер передачи колесе;

$C_1$  – линеаризованный коэффициент упругой податливости редуктора;

$C_2$  – линеаризованный эквивалентный коэффициент упругой податливости привода;

$\Delta_p$  – люфт в редукторе;

$\Delta_k$  – зазор в приводе с учетом преднатяга;

$k_{дв}, k_{тг}$  – коэффициент передачи тягового двигателя и тахогенератора;

$\Delta k_{тг}$  – пульсация коэффициента передачи тахогенератора;

$M_b$  – момент сопротивления при движении модуля;

$U_0$  – величина ограничения напряжения управления двигателем;

$k, T_1, T_2, T_3$  – коэффициент передачи и постоянные времени параметрической функции УИ управления приводом тягового двигателя;

$T_\phi$  – постоянная времени фильтра низкой частоты.

Расчетный такт работы СЦВМ составляет  $T_T = 0,002C$ .

Рассмотрим теперь два режима работы исполнительного уровня системы управления исполнительного механизма.

Первый режим обработки заданной скорости. При двух уровневой организации системы управления верхний уровень вырабатывается установкой, которые должны обрабатываться исполнительным уровнем (рис. 2а).

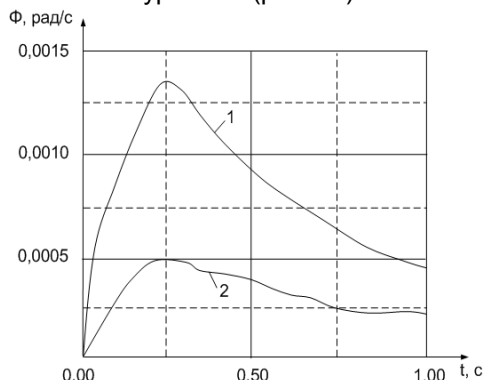


Рис. 2. (а) График скорости движения исполнительного механизма

Обычно такт решения задачи верхнего уровня существенно больше такта работы нижнего, в связи с этим возникает необходи-

мость оптимизировать (преобразовать) установки задания.

Для режима обработки заданных скоростей наиболее критичными является область низких, «ползучих» скоростей. Требование по обработке низких скоростей связано с необходимостью выполнения исполнительным механизмом медленных точных операций, чему может препятствовать дискретность информации исполнительного уровня. Верхняя граница обрабатываемых скоростей определяется в основном характеристиками двигателя, и поэтому, с точки зрения следящей системы, менее критична, чем нижняя.

Второй режим обработки заданного углового положения. Одним из основных режимов работы следящего устройства «СУ» исполнительного уровня является позиционный режим. Вывод исходного объекта в заданную точку пространства применяется и в копирующем, и в программном режимах работы. Требования к обработке заданного углового положения степени подвижности следующие:

отсутствие перерегулирования;

жесткость к внешним возмущающим моментам;

точное удержание в заданном положении (среднеквадратическое отклонение не более 2 единиц младшего разряда «ЕМР» КПУ1.

На рисунке 2б «соответственно для  $J_n = J_{nmax}$  и  $J_n = J_{nmin}$ » представлены переходные характеристики позиционной следящей системы на скачок внешнего возмущающего момента « $M_{вн} = 10$  Нм и  $M_{вн} = 30$  Нм». Как видно из рисунков, динамическая ошибка не превышает 4 угл. мин. при величине скачка 30 Нм «эта величина оценочно рассчитана как максимально возможное динамическое влияние на следующую систему со стороны других степеней подвижности».

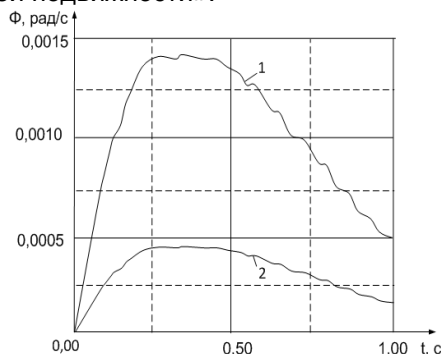


Рис. 2. (б) График скорости движения исполнительного механизма

Из-за конечной жесткости выходного вала нагрузки в установившемся режиме есть ошибка, величина которой прямо пропорцио-

нально внешнему моменту и обратно пропорциональна коэффициенту упругости  $C_n$ .

Таким образом, с точки зрения постоянства характеристик замкнутой следящей системы при переходе от одного режима к другому предпочтительно иметь один универсальный регулятор. При этом переключение режимов может происходить в блоке оптимизации установок. Рассматривалось два варианта построения этого блока: с дифференцированием установок угла, выдаваемых бортовой цифровой вычислительной машины, и последующим заданием угла и полученной скорости в регулятор и без дифференцирования.

Амплитуды колебаний при нижнем уровне скоростей 0,001–0,005 рад/с для всех вариантов приблизительно равны и зависят от жесткости системы и ее дискретности по уровню. Таким образом, анализ вариантов построения режима «ползучих» скоростей позволяет сделать вывод, что при реализации этого режима предпочтительнее использовать вариант, когда поступающая с БЦВМ установка скорости интегрируется и подается в контур угла, при этом собственно установка скорости подается во внутренний контур.

### Библиографический список

1. Львовский, Л.Н. Статистические методы построения эмпирических формул [Текст] / Л.Н. Львовский. – М.: Высш. шк., 1982. – 224 с.

2. Понтрягин, Л.С. Дифференциальные уравнения и их приложения [Текст] / Л.С. Понтрягин. – М.: Наука, 1988. – 208 с.

### CONTROL SYSTEM MOBILE MODELS OF ROBOTIC COMPLEXES ON THE BASIS OF REGULATORS TRACKING SYSTEMS

D. V. Nefedov

In article questions of realizations of installations in control systems of the robotized mobile complexes are considered. The analysis is carried out and the design of system of managements of the executive mechanism, on the basis of a universal regulator is offered.

*Нефёдов Дмитрий Владимирович - кандидат технических наук, доцент, начальник кафедры Двигателей. Омский танковый инженерный институт имени Маршала Советского Союза П.К. Кошерева филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ», г. Омск. Основное направление научных исследований: автоматизация двигателестроения, системы управления. Общее количество публикаций составляет: тридцать. Адрес электронной почты: tesa1978@mail.ru*

УДК 629.084

### ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ УПРУГО-ВЯЗКОЙ СРЕДЫ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ НАГРУЖЕНИИ

С. В. Савельев, В. В. Михеев

**Аннотация.** Статья посвящена исследованиям напряжённно-деформируемого состояния упруго-вязкой среды при приложении внешней циклической нагрузки. В качестве практического примера рассматривается уплотняемый грунт, представленный как упруго-вязкая среда. Исследования позволяют оценить состояние материала в процессе деформирования, повысить эффективность процесса его уплотнения, выбрать рациональные режимы процесса уплотнения.

**Ключевые слова:** деформация, интенсификация, вибрация, реология, исследование энергоэффективности, адаптация.

#### Введение

Деформирование различных материалов путем приложения к ним внешней нагрузки зачастую является самым дешёвым и распространённым способом придания им необходимой прочности или формы. Многообразие материалов и их свойств заставляет использовать различные виды нагружения. Именно этим и обусловлена широкая номенклатура

различной уплотняющей и формирующей техники, реализующей различные виды нагружения обрабатываемой среды. Применение вибрации позволяет значительно ускорить процесс деформирования среды по сравнению со статическими методами. Тем не менее, проблема осуществления эффективного уплотнения различных сред не ограничивается только правильным выбором средства нагружения.

Дополнительная сложность возникает в том, что в течение всего процесса приложения внешней нагрузки среда деформируется и при каждом циклическом приложении нагрузки «набирает» прочность, как следствие постоянно изменяет свои свойства. Появляется необходимость отслеживать закономерности протекания деформаций обрабатываемой среды в течении всего процесса. Это достаточно сложная задача, тем более при динамическом вибрационном нагружении, т.к. процессы протекают нестационарно, свойства среды изменяются постоянно, возникает необходимость оценить усилия нагружения и время приложения нагрузки в зависимости от упруго-вязких характеристик среды.

**Описание задачи:** Исследование напряжённо-деформируемого состояния среды при уплотнении является актуальной задачей, которую можно решить рассмотрев взаимодействие внешней нагрузки с условным упруго-вязким стержнем, контактная поверхность которого обусловлена размером пятна контакта  $S$  уплотнителя со средой (рис.1).

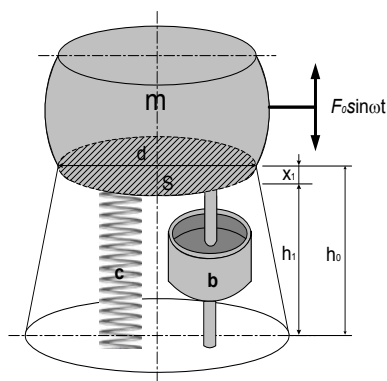


Рис. 1 – Схема взаимодействия упруго-вязкого деформируемого стержня с внешней нагрузкой через пятно контакта площадью  $S$

**Метод решения:**

Действие динамической нагрузки (периодической вынуждающей силы вибровозбудителя с частотой  $\omega$ ) на деформируемую упруго-вязкую среду, запишем в виде дифференциального уравнения /1/;

$$m\Delta\ddot{x} + 2b\Delta\dot{x} + c\Delta x = F_0 \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $\Delta x$  – деформация среды за один цикл нагружения, м;  $m$  - приведенная масса грунта, активно «связанная» с рабочим органом уплотнителя, кг;  $h_0$ -толщина уплотняемого слоя среды (первоначальная высота деформируемого столба материала), м;  $S$ -площадь контакта, м<sup>2</sup>;  $E$  – модуль упругости деформируе-

мой среды, Па;  $c = \frac{ES}{h}$  -упругость деформируемого «столба» среды, Н/м;  $\eta$  – вязкость деформируемой среды, для деформируемого «столба» значение вязкости выразим как  $b = \frac{\eta S}{2 \cdot h}$  - вязкость деформируемой среды Н/м<sup>2</sup>;

Преобразуя уравнение (1) рассмотрим поведение деформируемой среды в пятне контакта при динамическом нагружении:

$$\Delta\ddot{x} + \frac{2b}{m}\Delta\dot{x} + \frac{c}{m}\Delta x = \frac{F_0}{m} \sin \omega t. \quad (2)$$

Решение характеристического уравнения для дифференциального уравнения (2) запишется в виде:

$$\lambda_{1,2} = -\frac{b}{m} \pm \sqrt{\frac{b^2}{m^2} - \frac{c}{m}}. \quad (3)$$

Анализируя решения дифференциального уравнения (3) для деформируемого упруго-вязкого столба среды под внешней нагрузкой, можно сделать вывод, что величина  $c/m$  достаточно мала по сравнению с  $(b/m)^2$ ,  $\frac{c}{m} \ll \frac{b^2}{m^2}$ .

Логарифмический коэффициент затухания колебаний в этом случае:

$$\lambda = \frac{2b}{m}. \quad (4)$$

Отсюда:

$$\Delta x = C_1 + C_2 e^{-\frac{2b}{m}t}. \quad (5)$$

С учётом допущения, что при постоянном периодическом приложении нагрузки «деформируемый» материал не успевает упруго восстановиться и сохраняет деформацию, приобретенную после каждого цикла, рассмотрим эволюцию деформации под действием периодической вынуждающей силы.

Найдем деформацию  $\Delta x$  грунта под действием периодической внешней силы из условия того, что совершаемая ею работа идет на преодоление сопротивления упругих и вязких сил, возникающих при деформации грунта. Вычисления нетрудно проделать, зная зависимость внешней вынуждающей силы от времени и учитывая то, что работу по деформации и преодолению вязкого сопротивления сила совершает только в течении половины периода

$$\begin{aligned}
 A &= \int_0^{T/2} F_0 \sin(\omega t) \dot{x}(t) dt = \\
 &= \int_0^{T/2} c x(t) + 2b \dot{x}(t) dx = F_0 \Delta x = \\
 &= \frac{c}{2} (\Delta x)^2 + b \omega \Delta x,
 \end{aligned} \quad (6)$$

откуда может быть легко найдена деформация  $\Delta x$

$$\Delta x = \frac{F_0}{c/2 + b\omega},$$

Зная, как влияет деформация на упругие и вязкие свойства грунта, можно найти изменение деформации после любого цикла нагружения, например, для  $n$ -го цикла имеем:

$$\Delta x_n = \frac{F_0}{c_{n-1} + b_{n-1}\omega},$$

где  $c_{n-1}$ ,  $b_{n-1}$  это жесткость и вязкость после  $n-1$ -го цикла соответственно.

После 1-го периода

$$\Delta x_1 = \frac{F_0}{c_0/2 + b_0\omega}; \quad c_0 = \frac{ES}{h_0}; \quad b_0 = \frac{\eta S}{2h_0}$$

$$h_1 = h_0 - \Delta x_1; \quad \Delta x_1 = \frac{2F_0 h_0}{S(E + \eta\omega)}$$

После 2-го периода

$$\Delta x_2 = \frac{2F_0 h_1}{S(E + \eta\omega)} = \frac{2F_0 (h_0 - \Delta x_1)}{S(E + \eta\omega)}$$

$$\Delta x_2 = \frac{2F_0 h_1}{S(E + \eta\omega)} = \frac{2F_0 (h_0 - \Delta x_1)}{S(E + \eta\omega)}$$

После 3-го периода

$$\Delta x_3 = \frac{2F_0 h_2}{S(E + \eta\omega)} = \frac{2F_0 (h_0 - \Delta x_1 - \Delta x_2)}{S(E + \eta\omega)}$$

После  $n$ -го периода

$$\Delta x_n = \frac{2F_0}{S(E + \eta\omega)} \left( h_0 - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta x_i \right). \quad (7)$$

Таким образом, можем отследить общую деформацию среды за весь период уплотнения:

$$\sum_{i=1}^n \Delta x_i = \Delta x. \quad (8)$$

Запишем граничные условия процесса деформирования среды:

$$\frac{\rho_0}{\rho_{\text{конеч}}} = \frac{h_0 - \Delta x}{h_0}, \quad (9)$$

где  $\rho_0$  – начальная плотность деформируемой среды кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{конеч}}$  – конечная (нормативная) плотность среды.

Исходя из выражения для величины полной деформации (8) и учитывая граничные условия процесса уплотнения среды (9), определим необходимое количество циклов приложения нагрузки  $n$  для достижения конечного значения плотности деформируемой среды  $\rho_{\text{конеч}}$ .

С учётом работ Хархуты Н. Я., Калужского Я. А., Пермякова В. Б. и др. [2, 3, 4] для достижения максимально возможного приращенения плотности упруго-вязких материалов целесообразно выдерживать определённую продолжительность напряженного состояния среды, определим время  $t$  для достижения необходимой плотности, с учётом заданной частоты колебаний вибровозбудителя.

$$t = \frac{n}{f}. \quad (10)$$

Таким образом, зная необходимое время и частоту приложения нагрузки для достижения необходимой плотности деформируемой среды, имеем возможность определить рациональную поступательную скорость перемещения уплотнителя  $v_k$ , поскольку в реальных условиях в качестве уплотняемой среды рассматриваются слои различных материалов определённой толщины и длины по которым перемещается уплотнитель:

$$v_k = \frac{a}{t}, \quad (11)$$

где  $t$  - время взаимодействия уплотнителя с опорным основанием,  $s$ ;  $a$  - длина пятна контакта с поверхностью деформируемого столба, м;  $v_k$  - поступательная скорость катка, м/с.

В рамках примененной модели при окончательных расчетах есть возможность учесть упругие свойства реального грунта, которыми пренебрегалось при построении модели. Это возможно сделать, введя коэффициент восстановления  $\alpha \in [0, 1]$ , со значением  $\alpha = 0$  при абсолютно неупругой, а  $\alpha = 1$  при абсолютно упругой деформации грунта. Для учета «неупругости» деформации в расчетных формулах модифицируем окончательную формулу (7) следующим образом:

$$\Delta x_n = \frac{2F_0}{S(E + \eta\omega)} (1 - \alpha) \left( h_0 - \sum_{i=1}^{n-1} \Delta x_i \right).$$

Резонным предположением, в рамках применяемой модели, будет выбрать значение  $\alpha \in [0, 0.3]$

Несмотря на простоту модели и расчетов, она позволяет получать осмысленные результаты, близкие к реальным, так что данный подход можно эффективно использовать при решении различных прикладных задач, что можно проиллюстрировать следующим примером.

При строительстве автомобильной дороги необходимо произвести уплотнение слоя земляного полотна толщиной  $h_0=0,4$  м. для достижения коэффициента уплотнения  $k_v=0,98$  (что соответствует плотности супесчанного грунта  $\rho_{\text{конеч}}=2150$  кг/м<sup>3</sup>). Начальная плотность составляет  $\rho_0=1700$  кг/м<sup>3</sup>. Модуль деформации грунта  $E=10 \cdot 10^6$  Па, вязкость грунта  $\eta=3 \cdot 10^5$  кг·с/м<sup>2</sup>, приведённая масса грунта  $m=130$  кг (усреднённое значение). Сила вибровозбудителя  $F_0=90\,000$  Н, частота колебаний вибровозбудителя  $f=40$  Гц. Площадь контакта  $S$  от 0,15 до 0,05 м<sup>2</sup>, ширину рабочего органа принимаем 1,5 м.

В качестве результата расчетов приведем таблицу 1 зависимости количества циклов виброуплотнения, необходимых для достижения требуемого коэффициента уплотнения грунта в зависимости от коэффициента восстановления  $\alpha$  и соответствующей поступательной скорости  $v_k$  уплотнителя - дорожного катка, длина рабочего органа виброуплотнителя зависит от прохода, уменьшаясь с уплотнением грунта.

Следует отметить, что низкие значения поступательной скорости, обусловлены необходимостью рационального воздействия на среду во времени, с точки зрения проработки всего слоя, т.е. для достижения максимальной деформации материала за один проход катка по следу.

Таблица 1 - Режимы уплотнения супесчаного грунта

N прохода	n	$v_k$ , км/ч	$\alpha$	d- продольный параметр контакта, м
1	29	0,496	0.1	0.1
2	25	0,386	0,2	0.067
3	22	0,216	0,3	0.033

Проведём графическую интерпретацию полученных данных.

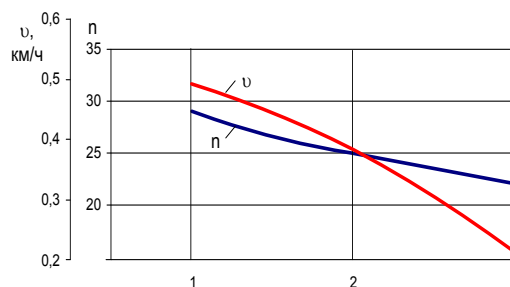


Рис. 2. Рациональные значения скорости уплотнителя и количества циклов вибрации от номера прохода по одному следу

Расчёты показали, что к концу процесса уплотнения её необходимо снижать, поскольку от прохода к проходу материал становится прочнее, жёсткость возрастает, а значит на его проработку требуется больше времени, что в целом так же соотносится с рекомендациями СНиПов и др. источников.

Однако, видно, что, несмотря на возрастающую жесткость грунта, количество циклов, требуемых для уплотнения от прохода к проходу снижается, поскольку возрастает давление на грунт в силу уменьшения площади пятна контакта, но это происходит не прямо пропорционально изменению жесткости, а медленнее, ввиду чего неизбежно падение поступательной скорости.

Другим доказательством применимости представленной модели и ее соответствия принятым представлениям является влияние учета вязкой силы при деформации грунта. Вязкая составляющая в рамках представленной модели, при высокой частоте вынуждающего внешнего воздействия, оказывается превалирующей, и ее учет является совершенно необходимым.

#### Заключение

Проведены исследования напряженно-деформируемого состояния упруго-вязкой среды при приложении внешней циклической нагрузке. При математическом моделировании в качестве обрабатываемой среды рассматривался суглинистый грунт.

Произведена оценка изменения напряженно-деформируемого состояния материала в процессе уплотнения, выбраны рациональные режимы уплотнения, которые соотносятся с рекомендуемыми в строительстве нормативами. Применение результатов исследований, позволяет повысить эффективность обработки строительно-дорожных материалов при их уплотнении вибрационными машинами.

### Библиографический список

1. Яблонский А. А. Курс теории колебаний: Учеб. пособие для студентов вузов/ А. А. Яблонский, С. С. Норейко.- Изд. 3-е, испр. и доп. - М.: Высш. шк., 1975.- 248 с.
2. Хархута Н. Я. Машины для уплотнения грунтов/ Н. Я. Хархута. - Л.: Машиностроение, 1973, - 176 с.
3. Калужский Я. А. Уплотнение земляного полотна и дорожных одежд: Учеб. пособ./ Я. А. Калужский, О. Т. Батраков.-М.: Изд – во Транспорт, 1970.- 160 с.
4. Пермяков В. Б. Совершенствование теории, методов расчёта и конструкций машин для уплотнения асфальтобетонных смесей: Дисс. доктора техн. наук/ В. Б. Пермяков; Сибирский автомоб.-дорож. ин-т. – Омск, 1990. – 485 с.

### RESEARCHES OF THE INTENSE AND DEFORMABLE CONDITION OF THE ELASTIC AND VISCOUS ENVIRONMENT AT VIBRATING LOADING

S. V. Saveliev, V. V. Mikheev

Article is devoted to researches of an intense and deformable condition of the elastic and viscous environment at the appendix to external cyc-

lic loading. As a practical example the condensed soil presented as the elastic and viscous environment is considered. Researches allow to estimate a material condition in the course of deformation, to choose rational modes of process of consolidation, intensifying the process of consolidation and increasing efficiency. The result of modeling and consequent computations is illustrated by the example.

*Савельев Сергей Валерьевич - Кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВПО «СибАДИ», каф. «ЭСМиК», ЦДО. Основные направления научной деятельности: Повышение эффективности уплотнения дорожно-строительных материалов, Развитие теории интенсификации уплотнения упруго-вязких сред.\* Общее количество опубликованных работ: 37. e-mail: saveliev\_sergval@mail.ru*

*Михеев Виталий Викторович - кандидат физико-математических наук, доцент, доцент ФГБОУ ВПО «ОмГТУ», каф. «КЗИ». Основные направления научной деятельности: Интегрирование дифференциальных уравнений теоретической физики, Квантовая статистическая механика, Теория групп и алгебр Ли. Общее количество опубликованных работ: 20. e-mail: vvm125l@mail.ru.*

УДК 514.185.2

### МЕТОД ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОДЕЛЕЙ МНОГОФАКТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ

К. С. Яковенко, В. Я. Волков, В. С. Прокопец

**Аннотация.** В статье приводятся аспекты применения методов многомерной геометрии для анализа и решения различных задач оптимизации многофакторных процессов. Рассмотрен подход для построения и анализа геометрической модели многофакторных процессов. Построена геометрическая модель активности золоцементного вяжущего.

**Ключевые слова:** многомерная начертательная геометрия, многомерное пространство, моделирование, многофакторный процесс, чертеж Радищева.

Исследования объектов с помощью экспериментов и получения экспериментальных данных являются основным источником получения достоверных сведений об окружающем нас мире. Полученные, в ходе таких экспериментов, данные позволяют исследователям моделировать изучаемый процесс или явление реального мира.

В силу того, что математические модели многофакторных процессов характеризуются большим объемом вычислительных операций и отсутствием наглядного представления об

объекте исследования, построение и анализ таких моделей, учитывающих множество независимых параметров и факторов, а так же выполнение предварительного анализа полученных данных и дальнейшего планирования эксперимента, удобно выполнять с использованием методов наглядного представления экспериментальных данных с помощью инженерной геометрии.

Такой подход позволяет не только получить геометрически наглядную интерпретацию полученных результатов, он так же дает

понимание конструктивной (геометрической) сущности алгоритмов оптимизации и решения поставленных задач при исследовании объекта: выбора рациональных технологических режимов функционирования, оценки степени выполнения заданных требований к создаваемым изделиям, выяснения закономерностей функционирования, анализа влияния факторов на показатели качества систем и т.д.

Обеспечение наглядности можно достичь с помощью многомерной начертательной геометрии, представляя исходные данные и полученные результаты в виде графической модели, которая представляет собой линейное или нелинейное подпространство многомерного пространства и отношений между ними. В научных работах по начертательной геометрии многомерного пространства предлагается несколько способов построения чертежей многомерных объектов на основе проекционного аппарата. Но с увеличением размерности пространства, большинство методов и подходов построения теряют свою наглядность, и все обоснования проводятся по аналогии с графической моделью трехмерного пространства. В связи с этим наиболее практичным для графического представления модели многомерного пространства является чертеж Радищева [1].

Методы многомерной геометрии на основе чертежа Радищева применяются к моделированию разнообразных многокомпонентных систем [2-6], а исследования таких моделей ведется с использованием методов исчислительной геометрии и теории параметризации [7].

Несмотря на то, что до сих пор остается нерешенным вопрос о достоверности решения задач с применением чертежа Радищева, ведется работа в направлении отыскания ал-

горитмов конструирования графически-оптимизационных моделей многофакторных процессов [8, 9].

Построение эксперимента и исследования свойств объектов или сложных моделей порой требуют значительных затрат и ресурсов. Данное обстоятельство заставляет уделять серьезное внимание рациональной организации экспериментального изучения таких объектов. Предварительный графический анализ с использованием чертежа Радищева позволяет не только получить предварительное представление о моделируемом объекте или процессе, а так же и сделать предварительные выводы и скорректировать проходящий эксперимент.

С целью выявления возможности применения чертежа Радищева для полного и предварительного анализа графических моделей многофакторных процессов, а так же отыскания подходящих методов и алгоритмов моделирования многокомпонентных процессов, авторами создана и проанализирована графическо-аналитическая модель эксперимента исследования повышения активности золоцементного вяжущего, описанного в [10]. Суть эксперимента заключается в том, что бы найти из отобранных технологических параметров, те параметры, влияние которых на прочность золоцементных вяжущих является наиболее существенным, а так же проанализировать области изменения этих параметров.

В качестве анализируемых данных мы взяли экспериментальные данные, полученные для золы с ТЭЦ-2, так как вяжущее с данным наполнителем показало наибольшую прочность по отношению к другим видам наполнителей.

Значения параметров и результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исследуемые параметры и результаты экспериментального исследования золоцементного вяжущего с наполнителем золы ТЭЦ-2

$x_1$	- Скорость вращения левого диска ротора дезинтегратора $\omega_1, c^{-1}$				
$x_2$	- Скорость вращения правого диска ротора дезинтегратора $\omega_1, c^{-1}$				
$x_3$	- Процентное соотношение наполнителя к цементу Н/Ц, %				
$x_4$	- Количество цемента, измельченного с наполнителем Ц, %				
$x_5$	- Сроки твердения Т, сут				
у	- Активность золоцементного вяжущего				
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	у
0	66.67	40/60	100	35	12.00
33.33	16.67	50/45	0	21	41.25
16.67	33.33	100/0	25	28	30.00
66.67	0	70/30	75	14	30.00
50.0	50	85/15	50	7	26.50



В связи с тем, что количество экспериментальных точек равно 5, а моделируемое пространство является шестимерным, а описывающий её полином 6-ой степени в общем виде имеет 923 свободных члена, нам необходимо дополнить наш эксперимент еще как минимум 918 точками. Учитывая, что для устранения систематической ошибки каждый опыт проводится 3 раза, то общее количество необходимых экспериментов равняется 2754, что в данном случае совершенно не возможно.

Таким образом, наилучшим выходом из ситуации является аппроксимация полученных экспериментальных данных. Учитывая, что количество экспериментальных точек равно 5 мы можем аппроксимировать поверхность отклика методом аппроксимации многомерной поверхности полиномом  $n$ -й степени общего вида. Для этого в качестве аппроксимирующего полинома выберем полином 6 степени, так как экспериментальных точек меньше, чем необходимо мы можем допустить, что какие-либо коэффициенты полинома равны 0.

Последовательно перебирая всевозможные варианты, мы получим список полиномов, для которых мы можем получить погрешность исходя из формулы 
$$\theta = 1 - \frac{1}{N+1} \left( \sum_{i=1}^N \frac{|m_i - y_i|}{m_i} \right),$$

где  $m_i$  – экспериментальное значение,  $y_i$  – расчётное значение. Руководствуясь полученными погрешностями и дополнительными условиями, которые могут налагаться на вид вычисляемых полиномов, мы можем выбрать наиболее подходящие.

Возьмем, в качестве проверочной точки, точку (16.67, 33.33, 100, 25, 28, 30.00) и найдем всевозможные аппроксимирующие полиномы для экспериментальных данных, представленных в таблице 1. Существует 3677 возможных аппроксимирующих полиномов, наиболее оптимальным из которых, а также удовлетворяющим всем нашим условиям будет

$$\begin{aligned} & -0.01916156989 \cdot x_1 + \\ & + 0.01498662415 \cdot x_2 + \\ & + 1.183877137e^{-9} \cdot x_1^2 \cdot x_3 \cdot x_4^2 \cdot y + \\ & + 2.819062974e^{-10} \cdot y^6 = 1 \end{aligned} \quad (1)$$

с коэффициентом погрешности  $Q = 0.998783046618$ . В данном уравнении не учитывается параметр  $x_5$ , что обусловлено малым количеством точек, участвующих в поиске интерполирующей функции.

Графическая модель функции полученного полинома (1) представлена на рисунке 1.

Анализ графической модели показывает, что наиболее лучшие показатели активности вяжущего достигаются при замене цемента 40 % зольным наполнителем (параметр  $x_3 = 40/60$  Н/Ц, %), что соответствует выводам полученным в [10] и при помощи золоцементного вяжущего возможна замена 40...50 % цемента без ощутимой при этом потери вяжущим своей первоначальной активности. При этом наиболее эффективная скорость вращения ротора левого диска будет находиться в пределах от 30,00...35,00  $\text{с}^{-1}$ , там же где находится точка максимума. О показателе эффективной скорости вращения ротора правого диска по данной графической модели нельзя сделать никаких выводов, что обусловлено видом аппроксимирующего многочлена, а так же малым количеством экспериментальных точек не позволяющих построить графическую модель с меньшей погрешностью приближения. Но учитывая конструктивные особенности дезинтегратора, состоящие в том, что на правом его роторе находится шнек, необходимо отметить, что для обеспечения критической скорости разрушения материала на правом роторе необходимо подать большее напряжение, чем на левом, для преодоления различного рода сопротивлений. Исходя из этого можно, дать рекомендацию экспериментаторам, скорректировать эксперимент таким образом, чтобы скорость вращения ротора правого диска была больше 35  $\text{с}^{-1}$ .

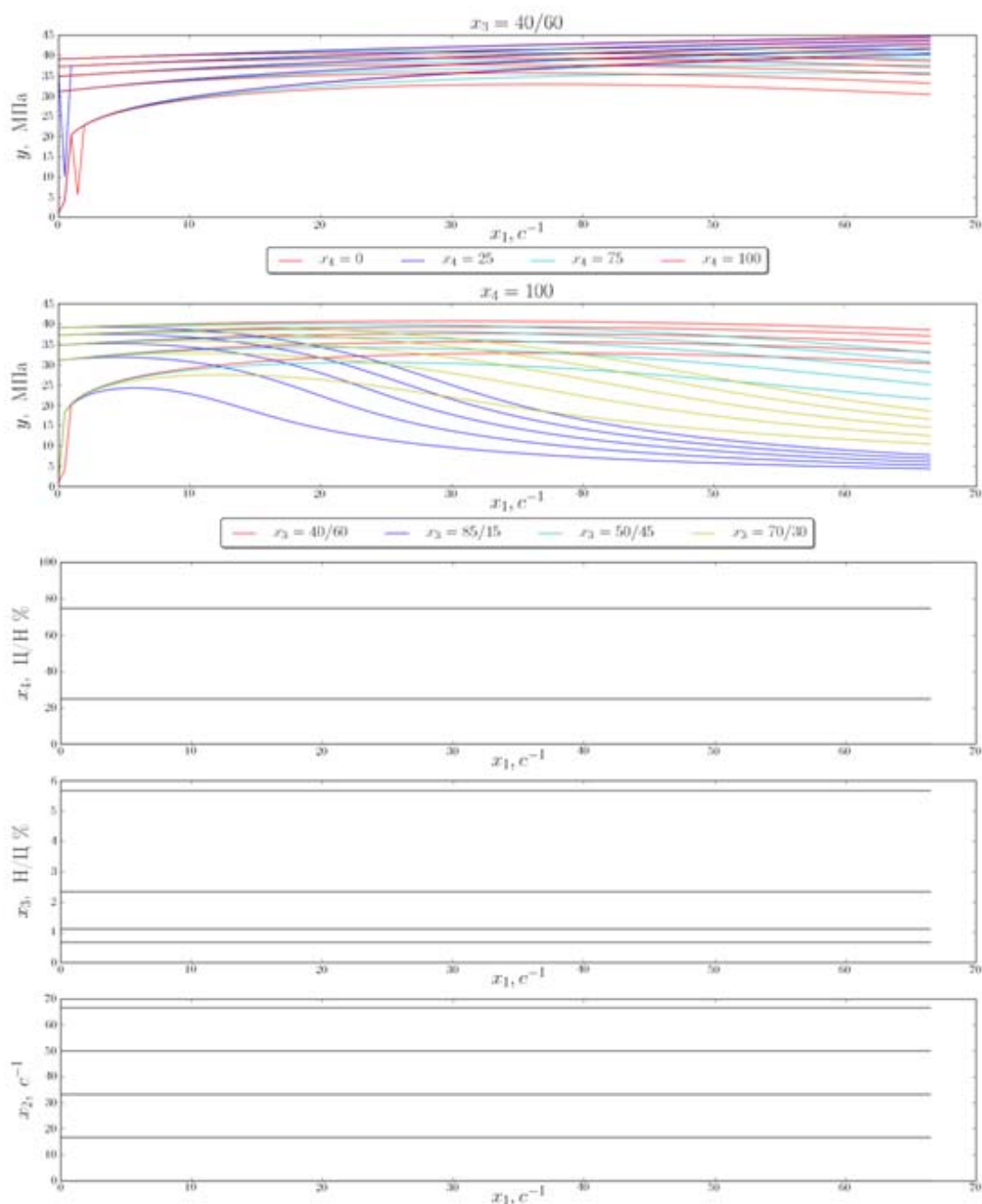


Рис. 1. Чертеж Радицева зависимости прочности вяжущего с наполнителем золы ТЭЦ-2 ( $y$ ) от исследуемых факторов скорости вращения дисков (левого  $x_1$  и правого  $x_2$  соответственно), процентного соотношения наполнителя к цементу ( $x_3$ ), процентного содержания совместно измельченного цемента с наполнителем ( $x_4$ )

Так же нельзя не отметить, изменение кривизны линий графика при уменьшении количества совместного помола золы с цементом (верхний график на рисунке 1). Как видно при уменьшении процентного соотношения кривизна уменьшается, что делает линию графика более полой. Такое «поведение»

кривой полностью согласуется с полиструктурной теорией композиционных материалов, из которой следует необходимость отдельной технологии приготовления вяжущих. На основании вышеизложенного, обеспечивается экономия необходимой затрачиваемой энер-

гии при измельчении исходных компонентов вяжущего.

Отметим, что рассмотренный в работе подход анализа оптимальной области значений параметров процесса актуален только для одного оптимизирующего фактора, оптимальное значение которого является максимально возможным.

Для нескольких оптимизирующих факторов или если оптимальное значение фактора выражается целевой функцией, области оптимизаций значений основных параметров, находятся как области пересечения гиперповерхности и гиперповерхности уровня, где гиперповерхность - это геометрическая область, описывающая зависимости факторов системы от целевых функций, а гиперповерхность уровня - определенные значения целевых функций. Более подробно данный подход описан в статье [9].

Таким образом, исследование многофакторных, многокомпонентных систем методами начертательной геометрии является перспективной научной областью, а разработанный подход анализа многокомпонентных систем и практические результаты данной работы могут способствовать дальнейшему ее развитию.

### Библиографический список

1. Радищев, В. П. О применении геометрии четырех измерений к построению равновесных физико-химических диаграмм / В. П. Радищев // Изв. СФХА. – М., 1947. – Т. 15 – С. 129 – 134.
2. Первикова, В. Н. Теоретические основы построения чертежей многомерных фигур в синтетическом и векторном изложении с применением для исследования многокомпонентных систем [Текст]: Автореф. дис. д.т.н. – М.: МТИПП, 1974.
3. Четверухин, Н. Ф. Начертательная геометрия [Текст] / Н.Ф. Четверухин и др.; под ред. Четверухина Н.Ф. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.
4. Четверухин Н. Ф. Проективная геометрия [Текст]: – М.: Учпедгиз, 1969. – 383 с.
5. Волков, В. Я. Теория параметризации и моделирования геометрических объектов многомерных пространств и её приложения [Текст]: Автореф. дис...д.т.н. – М., 1983. – 27 с.
6. Юрков, В. Ю. Конструктивные отображения многомерных пространств в моделировании эмпирических многофакторных объектов [Текст]: Автореф. дис... к.т.н. – 05.01.01– Омск, 1987 г.– 174 с.
7. Волков В. Я. Многомерная исчислительная геометрия: монография [Текст] / В.Я. Волков, В. Ю. Юрков. – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2008. – 244 с.

8. Волков В. Я. Графические оптимизационные модели многофакторных процессов: монография / В. Я. Волков, М. А. Чижик. – Омск: Изд-во ОмГИС, 2009. – 101 с.

9. Чижик М. А. Алгоритмы конструирования графических оптимизационных моделей многофакторных процессов. / М. А. Чижик, К. С. Яковенко, В. Я. Волков. Омский научный вестник. – Омск: ОмГТУ, 2012 - №1 (107) – С. 17 – 20.

10. Прокопец В. С. Механоактивная технология получения минерального вяжущего на основе кислотных зол ТЭЦ: Учеб. пособие. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. – 102 с.

### A METHOD OF THE GEOMETRICAL ANALYSIS OF MODELS OF MULTIPLE-FACTOR PROCESSES.

K. S. Yakovenko, V. Y. Volkov,  
V. S. Prokopets

Aspects of application of multi-dimensional geometry methods for analysis and solving of various optimization problems are described in this article. One method for creation and for analysis of geometrical model of multiple-factor processes is also considered in this article. And geometrical model of ashes and cementing material activity has been constructed.

*Яковенко Кирилл Сергеевич – аспирант факультета компьютерных наук Омского государственного университета им Ф. М. Достоевского. Основное направление научных исследований – многомерная исчислительная геометрия. Общее количество публикаций – 6. e-mail: kirill.yakovenko@gmail.com*

*Волков Владимир Яковлевич – д-р. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой начертательной геометрии, инженерной и машинной графики Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – многомерная исчислительная геометрия. Общее количество публикаций – более 200. e-mail: volkov\_vy39@mail.ru*

*Прокопец Валерий Сергеевич – д-р. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой строительных материалов и специальные технологии Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – строительные материалы и изделия. Общее количество публикаций – более 200.*

## РАЗДЕЛ IV

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 336.71

### ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ БАНКОВСКИХ УСЛУГ

Ю. Н. Ан

**Аннотация.** Статья посвящена решению вопросов формирования ценовой политики через выбор метода установления цен на услуги банка. Рассматриваются такие методы установления цен на банковские услуги как: затратные; рыночные; параметрические. Автор излагает суть и особенности применения данных методов в современной банковской практике.

**Ключевые слова:** ценовая политика банка; этапы формирования ценовой политики банка; методы ценообразования банковских услуг: затратные, рыночные параметрические.

#### Ведение

Особенностью ценообразования в банке является отсутствие четкой взаимосвязи потребительской стоимости банковской услуги и ее цены. В этих условиях банк имеет возможность маневрировать ценами в довольно растяжимых границах, проводя разную ценовую политику для разных клиентов, использовать цены как важное средство привлечения клиентов и продвижения услуг. Формирование ценовой политики банка в условиях рыночной экономики является одним из важнейших элементов механизма конкурентоспособности.

Ценообразование является одной из важнейших сторон маркетинговой деятельности банка, рычагом управления, который позволяет формировать объем прибыли банка. К получению максимальной прибыли стремятся все банки, но преимущества имеют те из них, которые оказывают уникальные услуги либо имеют достаточно высокий спрос на свои услуги. Хотя рыночные силы оказывают значительное влияние на определение соотношения риска и вознаграждения, другие факторы, такие как репутация банка, его взаимоотношения с клиентами и способность обеспечить безупречное обслуживание, могут также влиять на оплату услуг. В связи с этим руководители банков стараются больше уделять внимания процессу разработки и применения ценовой политики. [2]

Целью ценовой политики является определение стратегических приоритетов в процессе ценообразования на все виды банковских услуг. Успешная реализация данной по-

литики призвана обеспечить решение задач по следующим направлениям:

- по финансовому направлению - обеспечение роста прибыли банка за счет увеличения оборота (т.е. объемов реализации), а не цен на услуги;

- по коммерческому направлению деятельности - обеспечение постоянного расширения клиентуры за счет установления цен, наиболее привлекательных для нее на данный момент времени;

- по направлению управления банковскими рисками - минимизация процентных рисков.

Среди методических требований к ценовой политике банка следует отметить, такие как:

- высокая гибкость, то есть адаптивность цен к текущему объему и структуре спроса на соответствующем сегменте рынка;

- постоянная взаимосвязь данной политики с другими направлениями стратегии маркетинга банка;

- зависимость ценовой политики банка от его процентной политики;

- ориентация на высокий уровень структуризации цен в зависимости от рыночно-производственных характеристик конкретного сегмента рынка;

- отсутствие жесткой зависимости цены услуги от уровня соответствующих издержек на ее производство и реализацию.

**Характеристика методов ценообразования банковских услуг.** Формирование ценовой политики банка основывается на по-

следовательности выполнения следующих этапов:

1. Выработка целей ценовой политики
2. Анализ ценообразующих факторов
3. Выбор метода ценообразования
4. Выбор ценовой стратегии, установление окончательной цены

На третьем этапе банк решает вопросы формирования ценовой политики через выбор метода установления цен на услуги. Методы ценообразования конкретного банка зависят, прежде всего, от целей, которые он ставит перед собой. Такими целями могут быть обеспечение выживания, максимизация прибыли, завоевание лидерства на своем рынке, завоевание лидерства по показателям качества услуг и уровню сервиса или изыскание дополнительных средств. [2]

В зависимости от обстоятельств банки используют следующие методы ценообразования, которые могут быть разделены на три основные группы, в зависимости от того, какие факторы в большей степени при установлении цены принимает во внимание банк:

1) затратные методы (при ориентации на собственные издержки);

2) рыночные методы (при ориентации на конъюнктуру рынка);

3) параметрические методы (при первоначальном учете нормативов затрат на технико-экономический параметр продукции).

1) Затратные методы ценообразования предполагают расчет цены продажи банковского продукта путем прибавления к издержкам на его производство (процентным, предельным, переменным или полным) некой определенной величины, называемой маржей. Наиболее часто расчеты проводятся на основе процентных издержек, что связано со сложностью определения для банка предельных, переменных и полных издержек. В качестве базиса для расчета процентных издержек банком может приниматься либо вся ресурсная база, либо ее часть (целевые ресурсы или ресурсы соответствующе срочности).

Важно определить издержки на банковские услуги, или себестоимость. Когда этого сделать нельзя, издержки определяют по группе важнейших видов банковских операций. В экономической литературе себестоимость банковских услуг часто называют внутренней стоимостью банковских операций, которая может считаться аналогом себестоимости с некоторой долей условности, что связано со спецификой образования этого показателя. В себестоимость обычных товаров стоимость материальных затрат включается в

полном объеме. В банковской сфере материальными затратами выступают привлеченные средства. Но банк считает только собственные затраты, связанные с привлечением средств, — проценты по депозитным счетам, вкладам, долговым обязательствам банка, используемым в целях кредитования. Это объясняется тем, что коммерческие банки передают средства клиентам не в собственность, а во временное пользование (то есть банк выдает деньги в кредит, и сумма займа с процентами возвращается в банк). Все остальные материальные ресурсы, кроме денежных, включаются во внутреннюю стоимость банковского продукта полностью. В банковской практике такую внутреннюю стоимость банковских услуг, или себестоимость, теоретически можно рассчитать по всем банковским операциям в целом исходя из подробного анализа процентных и непроцентных расходов.

Конкретно же рассчитать или прокалькулировать все банковские операции пока ни методологически, ни практически невозможно. Применяется укрупненный счет расходов банка, практически отсутствует общепринятая методология цен, тарифов за отдельные операции, которые проводят банки (тарифы на совершение международных операций на внутреннем валютном рынке, операций с еврооблигациями, операций с облигациями внутреннего валютного государственного займа, операций с ГКО и ОФЗ, использование системы «клиент — банк» и др.). Определение внутренней стоимости отдельных банковских услуг производится чисто в аналитических целях. Для того чтобы определить локальные показатели внутренней стоимости банковских групп делят все расходы (в основном связанные с активными операциями, поскольку банку необходимо определить цену продажи, а не покупки денег) на прямые и косвенные. Прямые расходы — это те, что непосредственно относятся к проведению определенной операции или групп банковских операций; косвенные — это общепанковские расходы, которые включают основную долю непроцентных расходов, включая налоги, относимые на затраты.

Практический расчет осуществляется по формулам:

$$KBC = ((OPB - ДД) / (CA - HA)) \times 100 \%, \quad (1)$$

где:

KBC — совокупный коэффициент внутренней стоимости банковских операций;

OPB — общие расходы банка (операционные и неоперационные);

ДД — дополнительные расходы, не связанные с основной деятельностью банка, идущие на частичное покрытие его расходов;

СА — сумма актива баланса банка за рассматриваемый период;

НА — неработающие активы (средства резервного фонда, корреспондентского счета и в кассе банка). Предельное значение внутренней стоимости банковской услуги вычисляется как:

$$\text{АКВС} = (\text{АОРБ} / \text{АСА}) \times 100 \%, \quad (2)$$

где:

АОРБ - приращение общих расходов банка, обусловленное приращением его суммарных активов;

АСА — приращение суммарных активов банка.

Локальный средний коэффициент внутренней стоимости (КВС) определенных операций рассчитывается по формуле:

$$\text{КВСлок} = [(\text{ПРБо} + \text{КРБо} - \text{ПДо}) / (\text{САо} - \text{ЗАо})] \times 100 \%, \quad (3)$$

где:

ПРБо — прямые расходы банка на осуществление данного локального вида операций;

КРБо — косвенные расходы банка, связанные с проведением данной операции;

САо — суммарный актив данной группы операций;

ПДо — побочные, дополнительные доходы, которые могут быть отнесены к рассматриваемым операциям;

ЗАо — замороженные активы, приходящиеся на данный круг операций. Прямые и косвенные расходы банка распределяются по отдельным банковским операциям пропорционально доле, которую составляет данная операция в общем объеме активных операций банка или пропорционально денежным объемам отдельных операций.

Таким образом, показатель внутренней стоимости банковских операций как необходимый элемент определения средних общих затрат банка, а также локальных по отдельным крупным банковским услугам может быть положен в основу расчета затратной модели цены на банковские услуги.

2) Рыночные методы состоят в том, что цена устанавливается исходя из цен на аналогичные продукты конкурентов или исходя из субъективной оценки клиентами банка ценности его продуктов.

В случае использования подхода связанного с выбором общего уровня цен в сравнении с ценами основных конкурентов следует рассмотреть следующие варианты:

- цены на услуги банка поддерживаются на уровне несколько более высоком, нежели у конкурентов, что является возможностью увеличения прибыли банка за счет завышения цен на все основные услуги. С другой стороны данный вариант может повлечь за собой снижение конкурентоспособности соответствующих услуг с неизбежным сокращением клиентской базы и обслуживаемого рынка в целом.

Опыт показывает, что даже для указанных выше банков злоупотребление таким вариантом чревато негативными последствиями. В случае использования монопольно-высоких цен они формируют отрицательный имидж в глазах клиентов, вынужденных пользоваться их услугами. При появлении на рынке хотя бы ограниченной конкуренции отток клиентуры немедленно приобретает массовый характер.

- цены на услуги банка поддерживаются на уровне несколько более низком, нежели у конкурентов, что позволяет повысить привлекательность соответствующих услуг с последующим расширением клиентской базы и обслуживаемого рынка в целом. В тоже время данный вариант может привести к временному снижению рентабельности банка до момента получения соответствующего эффекта от увеличения общих объемов реализации. Кроме того необходимо учесть, что возможна негативная реакция со стороны конкурентов при использовании откровенно демпинговых цен.

- цены на услуги банка поддерживаются на среднерыночном уровне. В обычных условиях вариант не обеспечивает каких-либо выраженных конкурентных преимуществ или недостатков. Для выполнения требования к постоянному улучшению рыночных позиций банка данный вариант следует использовать в сочетании с другими методами повышения привлекательности его услуг для клиентов. Решение этой задачи может быть обеспечено путем использования дополнительных бесплатных услуг, в частности, консультирования по интересующим клиента вопросам, либо за счет более высокой общей культуры обслуживания.

При установлении цены на основе осязаемой ценности (уникальности) услуги, основным фактором считаются не издержки, а восприятие покупателей. Для формирования в сознании потребителей представления о ценности услуги банк использует в своей маркетинговой политике специальные приемы воздействия. Ценой только подтверждается в сознании клиента ценность банковской услуги.

В основе цены, исчисляемой данным методом, лежит субъективная оценка клиентами ценности услуги. Эта оценка зависит от многих параметров, например, от получаемой клиентом отдачи от использования услуги, от психологических преимуществ, от уровня банковского обслуживания и т.д.

3) Параметрические методы предполагают установление цен исходя из стоимости базового продукта и дополнительной надбавки за улучшенные характеристики (параметры) конкретного продукта. Примером параметрических методов в банке может служить кредитная линия, по которой в цене кроме процентов учитывается еще плата за неиспользованный лимит. Параметрический метод ценообразования применяется при определении цен на банковские услуги, основные потребительские параметры которых поддаются четкому количественному определению (срок, размер, обеспечение и др.). Такие банковские услуги могут составить параметрический ряд, и цена каждой новой услуги такого ряда рассчитывается путем корректировки цены базовой услуги. Расчет определяется формулой:

$$Ц_n = Ц_{\text{баз}} \times КП \times К, \quad (4)$$

где:

Ц<sub>n</sub> — цена новой банковской услуги;

Ц<sub>баз</sub> — базовая цена банковской услуги, которая может быть рассчитана на основе внутренней стоимости и прибыли либо цены банков-конкурентов;

КП — совокупность изменений параметров новой банковской услуги по сравнению с базовой;

К — корректирующий коэффициент.

Критерии определения цены новой банковской услуги могут быть разными и зависят от совокупности разнообразных внешних условий. Цена может быть установлена либо намеренно завышенной), либо заниженной.

#### **Заключение**

Существующие методы ценообразования на банковские продукты практически сводятся к трем: установлению цены исходя из цен конкурентов и ощущаемой ценности услуги потребителем; на основе потребительских параметров, которых поддаются четкому количественному определению или производственных затрат. Метод ценообразования на основе уровня цен конкурентов — самый примитивный, хотя и самый распространенный в

банковском ритейле способ. [3] И все же его применение ограничено тем, что погоня за ценовым лидером для большинства банков означает снижение нормы прибыли при имеющихся затратах. Существенным недостатком такого метода определения цен является то, что здесь, как и при установлении цены на основе себестоимости, игнорируется фактор их эластичности.

На практике банки используют всю совокупность методов ценообразования. С усилением конкуренции приоритет в ценообразовании смещается с первой группы методов на вторую. Этот сдвиг тем более заметен, чем меньше банк и чем меньше его финансовая интеграция с клиентом.

#### **Библиографический список**

1. Романов А. Н. Формирование ценовой политики организации: поэтапное руководство [Электронный ресурс]./А. Н. Романов. - Режим доступа: [http://www.elitarium.ru/2010/05/28/cenovaja\\_politika.html](http://www.elitarium.ru/2010/05/28/cenovaja_politika.html) (28 мая 2010).
2. Янченко В. М. Анализ методов ценообразования [Электронный ресурс] / В.М. Янченко. – Режим доступа: [http://www.elitarium.ru/2008/12/03/analiz\\_metodov\\_cenoobrazovanija.html](http://www.elitarium.ru/2008/12/03/analiz_metodov_cenoobrazovanija.html) (3 декабря 2008).
3. Исин Ж. М. Продуктовый маркетинг и ценообразование в банках // Банковские услуги. 2008. № 10. С. 15–25.

#### **FEATURES OF PRICING METHOD BANKING SERVICES**

J. N. An

This paper is devoted to addressing the pricing policy through the choice of method for determining the prices of bank services. Such methods of pricing on banking services as costly; market; parametric are considered in this article. The author outlines the nature and characteristics of these methods in modern banking practice.

*Ан Юлия Николаевна - старший преподаватель кафедры менеджмента Сибирского института бизнеса и информационных технологий. Основные направления научной деятельности: Разработка моделей определения цены и себестоимости банковских услуг и операций. Общее количество опубликованных работ: 8. Адрес электронной почты: [an27091975@mail.ru](mailto:an27091975@mail.ru).*

УДК 338.47

## ЦИКЛИЧНОСТЬ КРИЗИСНОГО РАЗВИТИЯ УЧАСТНИКОВ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

С. А. Бородулина, Н. А. Логинова

**Аннотация.** Характерной особенностью рыночной экономики является то, что кризисные ситуации могут возникать на всех стадиях жизненного цикла развития предприятия. Антикризисное управление и его содержание можно рассматривать с точки зрения жизненного цикла. Существующая тенденция сохранения неудовлетворительного состояния предприятий автомобильного транспорта в настоящее время делает актуальным исследование механизмов реализации антикризисного управления участниками рынка транспортных услуг. В ряде случаев предприятие может вовремя переориентировать стратегию своего развития, осуществить грамотные антикризисные программы для достижения оздоровления его бизнес-процессов

**Ключевые слова:** антикризисное управление, автотранспортное предприятие, жизненный цикл, бизнес-процессы.

### Введение

Существующая тенденция сохранения неудовлетворительного состояния предприятий автомобильного транспорта в настоящее время делает актуальным исследование механизмов реализации антикризисного управления участниками рынка транспортных услуг. Развитие взаимоотношений участников рынка транспортных услуг в РФ на микроуровне носит стихийный характер, а результаты их деятельности в значительной мере определяются вероятностными факторами. Спонтанное развитие рынка привело к потере управляемости автотранспортными предприятиями в периоды колебания спроса, спада деловой активности, воздействия факторов нестабильности и кризисных явлений. Характерной особенностью рыночной экономики является то, что кризисные ситуации могут возникать на всех стадиях жизненного цикла развития предприятия (становление, рост, зрелость, спад). Антикризисное управление и его содержание можно рассматривать с точки зрения жизненного цикла. При этом содержание и инструменты проводимых антикризисных процедур будут определяться стадией жизненного цикла и фазой развития кризиса на предприятии.

**Исследование цикличности кризисного развития рынка транспортных услуг Санкт-Петербурга.** Исследование предприятий, функционирующих на рынке транспортных услуг Санкт-Петербурга, выявило цикличность их развития по индексам динамики показателей: количества предприятий автомобильного транспорта Санкт-Петербурга, объема перевозок в тыс, выручки от перевозок, прибыли от продажи услуг (рис.1).

Так, основываясь на результатах исследований авторов [1,2,3,4 и пр.] вопросов циклического развития предприятий, можно интерпретировать понятие «жизненного цикла» предприятий автомобильного транспорта с позиций следующих стадий развития:

- становления (зарождения, формирования предприятия),
- развития (роста),
- стабильное функционирование,
- начало спада (падение темпов роста актуальных показателей),
- стадия развития (нарастания) кризиса,
- выход из бизнеса / кризиса (рис.2).



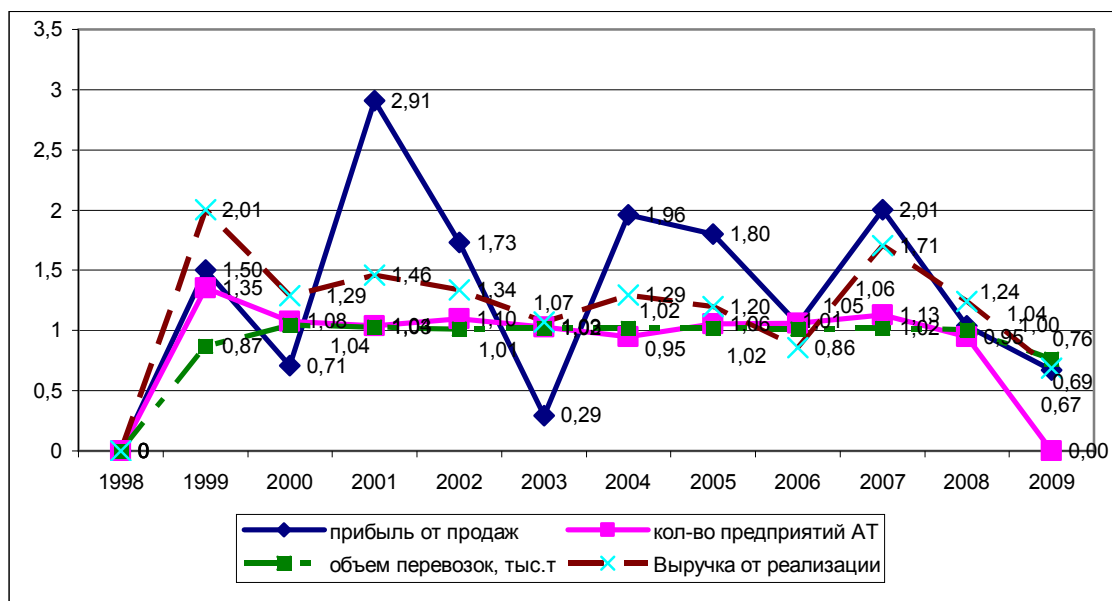


Рис. 1. Индексы изменения количества предприятий автомобильного транспорта Санкт-Петербурга, объема перевозок, выручки от перевозок, прибыли от продажи услуг (по данным Федеральной государственной службы статистики РФ)

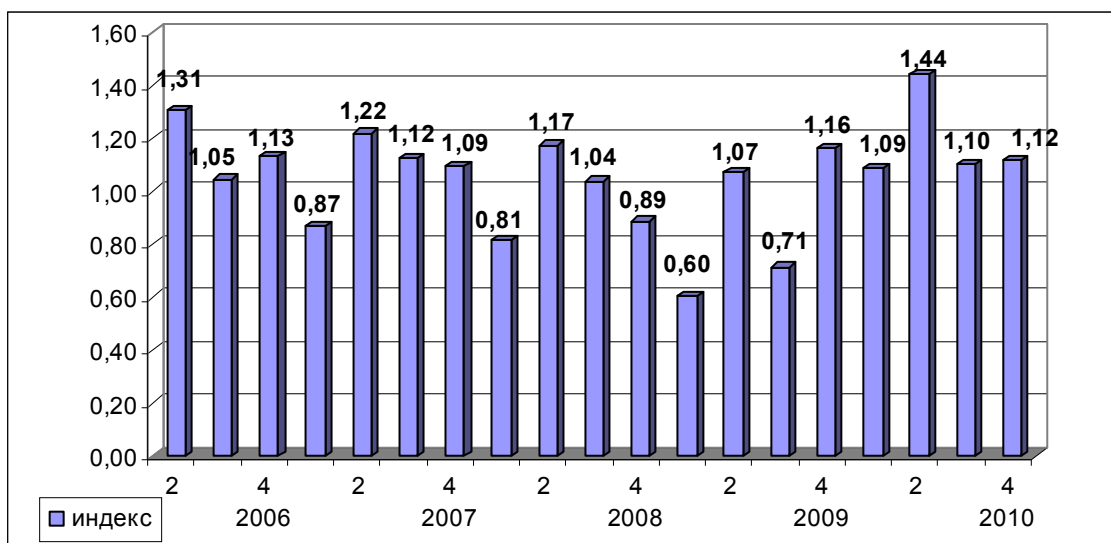


Рис. 2. Индексы изменения объемов перевозок предприятиями грузового автомобильного транспорта Санкт-Петербурга (по данным Федеральной государственной службы статистики РФ)

Экономическая наука сейчас имеет серьезный арсенал различных теорий циклического развития предприятий в рамках исследования кризисных ситуаций. Работы ученых из США свидетельствуют о том, что закономерность подъемов и спадов объясняется периодическим возникновением кризисных ситуаций на определенных стадиях жизненного цикла развития предприятия, определенном

для уровня малых и средних предприятий в пределах примерно трех лет.

Возможности кризисных ситуаций предприятия чаще возникают в переходный период стадий его развития, между определенными этапами цикла. В ряде случаев предприятие может вовремя переориентировать стратегию своего развития, осуществить грамот-

ные антикризисные программы для достижения оздоровления его базовых процессов.

Так, анализ жизненного цикла предприятия позволит осуществить прогнозы наступления кризисных ситуаций на предприятии, стадии подъемов и спадов будут генерировать доходы или непокрытые затраты, которые определяют состояние платежеспособности либо неплатежеспособности и неустойчивости предприятия. Это приводит к необходимости разработки программ антикризисного управления предприятием с позиции жизненного цикла.

Анализ рисков, формирующих кризисные ситуации на предприятиях транспорта в современных условиях развития рынка транспортных услуг является достаточно важной

задачей не только текущего, но и стратегического управления с целью распознавания кризисных факторов, а также возможных потерь предприятия в условиях ведения им текущей эксплуатационной, инвестиционной и финансовой деятельности. Однако, различные факторы риска несут в себе различные угрозы для жизнедеятельности современного предприятия, в связи с этим их детальный прогноз является достаточно актуальным как для самого предприятия, так и для его собственников, инвесторов, контрагентов. Для иллюстрации влияния кризисных факторов, в первую очередь, конкуренции, на рис.3. представлена схема возникновения очагов кризиса участников рынка транспортных услуг.

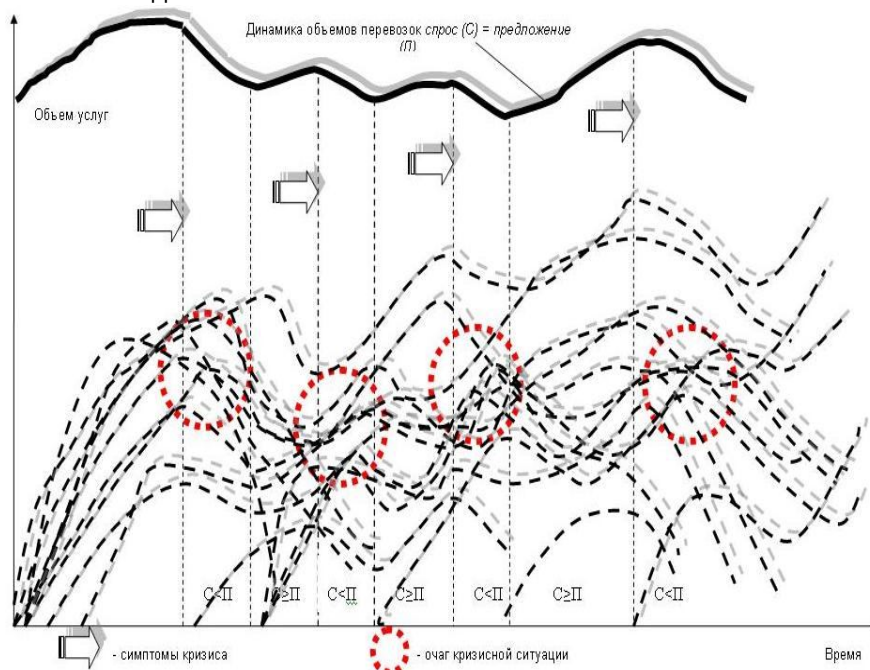


Рис. 3. Возникновение очагов кризиса при влиянии факторов конкуренции на рынке транспортных услуг

Результаты проявившегося кризиса на деятельности предприятия транспорта могут быть различными. Грамотно организованное антикризисное управление может ослабить влияние кризисных факторов и добиться восстановления жизнеспособности предприятия в целях его сохранения. Для решения указанных задач необходимо применение мер по радикальной перестройке бизнес-процессов для смены сложившейся модели предприятия в целом. При других условиях развития кризис может привести к полной ликвидации предприятия.

Спонтанность и циклический характер развития участников рынка транспортных ус-

луг Санкт-Петербурга также прослеживается при помощи графиков (рис.4,5), которые иллюстрируют динамику количества предприятий транспорта, имеющих разные характеристики кризисных факторов, а также представляющих динамику финансовых показателей развития грузовых автотранспортных предприятий Санкт-Петербурга в 1998-2009 гг.

На основе исследований авторов [1,2,3,4 и пр.], можно предложить схему определения вероятности рисков, вызывающих кризисные ситуации предприятий транспорта, с учетом стадий жизненного цикла предприятия, основные этапы которой приведены на рис.6.

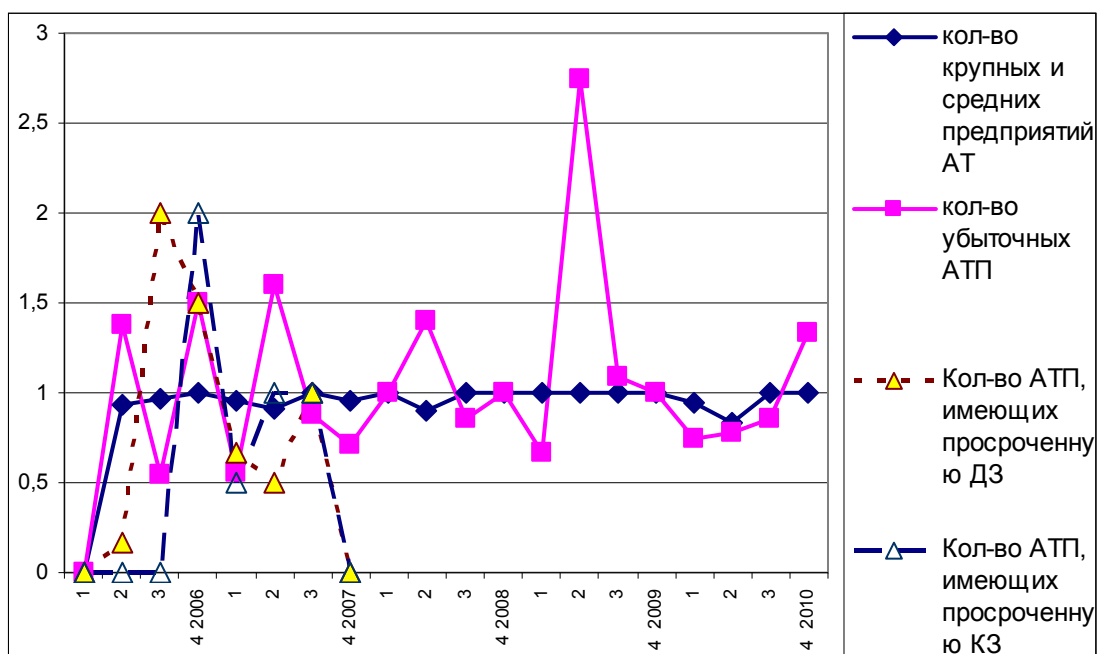


Рис. 4. Индексы изменения числа предприятий автомобильного транспорта Санкт-Петербурга с 2006 по 2011 гг. (по данным Федеральной государственной службы статистики РФ)

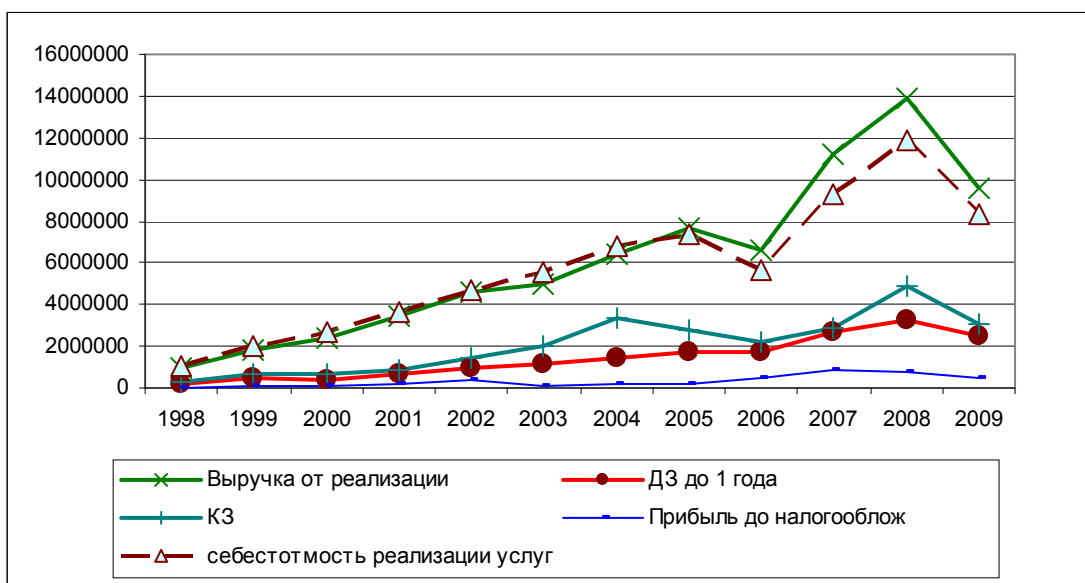


Рис. 5. Динамика финансовых показателей развития грузовых автотранспортных предприятий Санкт-Петербурга в 1998-2009 гг. (по данным Федеральной государственной службы статистики РФ)

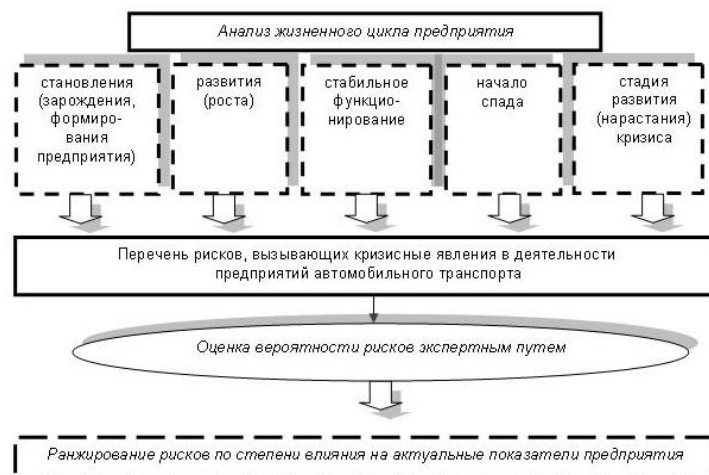


Рис. 6. Схема оценки и прогнозирования рисков, вызывающих развитие кризисных ситуаций на предприятиях автомобильного транспорта

### Заключение

Характерной особенностью предприятий, действующих сегодня на рынке транспортных услуг, является тот факт, что их развитие и деятельность происходят в условиях нестабильности, агрессивной и динамичной внешней среды. Кризисные ситуации характерны для предприятий транспорта в следующие стадии их развития: становления (зарождения или формирования), развития (роста), стабилизации, спад, стадия развития (нарастания) кризиса, выход из бизнеса / кризиса (ликвидация или перехода на качественно новый уровень развития, предполагающий перестройку бизнес-процессов).

В таких условиях существования развитие предприятия порой становится совершенно непрогнозируемым. Однако, кризисная ситуация позволяет быстрее и легче перейти на новые методы хозяйствования. В этой связи на протяжении ряда лет остается актуальным вопрос формирования адекватной системы управления предприятиями транспорта, обеспечивающей как решение задач выживаемости автопредприятий в сложных экономических условиях, так и их стабильное послекризисное развитие.

### Библиографический список

1. Беляев А. А. Антикризисное управление / под ред. Э.М. Короткова – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2009 – 312с.
2. Жарковская Е. П. Антикризисное управление: учебник/ Е.П. Жарковская, Б.Е. Бродский - М.: Омега-Л, 2006. - 356 с.
3. Антикризисное управление / под ред. Р.А. Попова. – М.:Высшая школа, 2003 – 377с.

4. Реинжиниринг бизнес-процессов / под ред. А. О. Блинова. – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2010 – 343с.

### CYCLIC RECURRENCE OF THE TRANSPORT MARKET PARTICIPANTS CRISES

S. A. Borodulina, N. A. Loginova

Crises can occur at all stages of the life cycle of business development of the companies in the market economy. Crisis Management and its content can be considered with the theory of life cycle. The current trend of the poor state of road transport enterprises makes it necessary to study mechanisms of crisis management by market participants of transport services. In some cases the company may in time to reorient its development strategy, implement competent crisis management program to achieve the improvement of its business processes.

*Бородулина Светлана Анатольевна – доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и менеджмента на транспорте ГОУ ВПО Санкт-Петербургского инженерно-экономического университета (ИНЖЭКОУ). Основное направление научных исследований – реинжиниринг бизнес-процессов автотранспортного предприятия, антикризисное управление на транспорте. Общее количество публикаций - 57, адрес электронной почты – piter0000@mail.ru.*

*Логинова Наталья Анатольевна – доцент, кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономики и менеджмента на транспорте ГОУ ВПО Санкт-Петербургского инженерно-экономического университета (ИНЖЭКОУ). Основное направление научных исследований – взаимодействие участников рынка транспортных услуг. Общее количество публикаций - 170, адрес электронной почты – loginova.79@mail.ru.*

УДК 656

## ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

Н. Г. Гавриленко

**Аннотация.** В статье представлены основные этапы формирования модели диагностики транспортного комплекса, представлена сама модель в виде ориентированного графа.

**Ключевые слова:** транспортный комплекс, диагностика, ориентированный граф.

### Введение

Одним из наиболее важных индикаторов состояния экономики страны является ситуация в транспортном комплексе. Транспорт, осуществляя перевозки внутри предприятий, между предприятиями, районами и странами, существенно влияет на масштабы общественного производства и его темпы. Состояние транспортного комплекса можно оценить только при условии детального рассмотрения его основных экономических составляющих. Это возможно при условии проведения диагностики, построение модели которой и предлагается выполнить в рамках данной статьи.

### Основная часть

Экономическое развитие государства сегодня в условиях уникальности нынешнего исторического этапа, отмеченного невиданными ранее интенсивными глобальными трансформациями, во многом определено наличием возможности преодоления пространства для людей и материальных объектов в кратчайшие сроки и с минимальными финансовыми затратами. Указанная функция выполняется, главным образом, транспортной инфраструктурой государства. Транспортный

комплекс страны как кровеносная система обеспечивает условия необходимые для роста экономики, поставляя грузы и специалистов в места производства товаров и услуг, обеспечивая возможность обмена опытом, знаниями, насыщая жизнь людей новыми впечатлениями, придавая смысл для дальнейшего развития личности, увеличения личных доходов, а соответственно и доходов экономики страны. Создавая условия для общественного развития, транспортный комплекс выступает мощным катализатором и служит эффективным средством решения геоэкономических и политических задач.

Без развития транспортного комплекса, без увеличения грузооборота невозможен и рост экономики. Сравнение одного из основных показателей характеризующего успешность экономики страны - объема валового внутреннего продукта (ВВП) с уровнем грузооборота за период 1995 – 2010 гг (Рис.1) позволяет заключить, что рост и падение показателя ВВП соответствуют тенденциям изменения показателя грузооборота транспортного комплекса РФ.

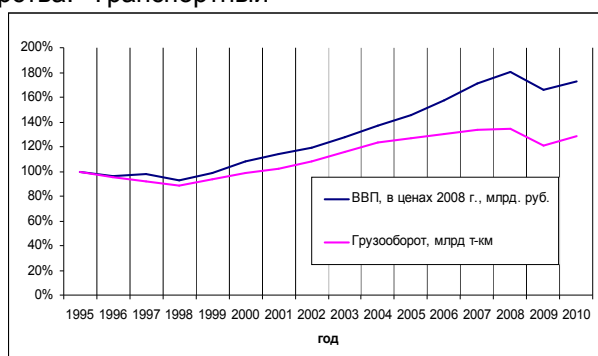


Рис. 1. Изменение показателей ВВП и грузооборота транспортного комплекса РФ за период 1995–2010 гг в сравнении с 1995 г., в %

Как одна из основных составляющих и определяющих состояние экономики транспортный комплекс, подчиняясь её законам, сменяет периоды подъема, пика, рецессии и кризи-

са в своем развитии. При этом ключевым инструментом для поддержания спиралевидного развития транспортного комплекса в условиях постоянно увеличивающегося территориаль-

ного пространства, которое необходимо преодолевать грузам, является научно-технический прогресс. Если 30 лет назад большая часть перевозок ограничивалась территорией СССР, то на сегодняшний день это пространство расширилось до размеров нашей планеты, ну а в будущем возникнет необходимость в преодолении и межпланетных пространств. Развитие транспортного комплекса, в полной мере зависит от государственной политики, которую формирует малая часть нашего населения, обладающая соответствующей властью. Именно они могут сгладить кризисные моменты и максимально высоко поднять уровень комплекса в периоды экономического пика. Именно они, благодаря своим способностям, внутренней и внешней мотивации создают условия для разработки и внедрения научно-технических новшеств, управляют ресурсами государства, создавая условия для развития транспортного комплекса и всей экономики России.

На сегодняшний день транспортный комплекс испытывает массу сложностей, в первую очередь, это отсутствие достаточной протяженности и качества путей сообщения, недостаточное количество и качество подвижного состава. Для восстановления подвижного состава и путей до уровня нормального функционирования транспортной отрасли необходим большой объем финансовых вложений, которым на сегодняшний день государство не располагает. Плохое состояние подвижного состава и путей приводит к высоким показателям аварийности и соответственно убытков, которые дополнительно несет наше государство, не говоря уже о людских потерях, которые финансово не измеримы. Кроме того, для повышения конкурентоспособности российских товаров необходимо, главным образом, снижение себестоимости, при существующем размере транспортных издержек это практически невозможно. Соответственно уже сегодня необходимо думать о внедрении современных технологий и использовании новых форм перспективного планирования, применении более гибкого тарифного регулирования и унификации управленческих режимов, стимулировании инноваций, создании благоприятных инновационных условий.

Основой в решении вопросов управления циклическим развитием транспортного комплекса, а особенно вопросов смягчения протекания кризисных процессов является диагностика.

Понятие "диагностика" было позаимствовано из медицины. Диагностика (греч.

Diagnosticos - способный распознавать) раздел клинической медицины, изучающий содержание, методы и последовательные ступени процесса распознавания болезней или особых психологических состояний. В узком смысле диагностикой называют сам процесс распознавания болезни и оценки индивидуальных биологических и социальных особенностей субъекта, включающий целенаправленное медицинское обследование, истолкование полученных результатов и их обобщение в виде установленного диагноза [1].

Методологические основы диагностики формируются на принципах общей теории познания (гносеологии). Являясь одной из форм познания объективной реальности, диагностика использует методы исследования общие для всех наук. Научный метод базируется на использовании исторически сложившихся знаний, на наблюдении и опыте, сравнении, классифицировании явлений, раскрытии связей между ними, образовании и проверке гипотез и находит свое обоснование в диалектическом материализме как общей методологии наук.

Если провести аналогию экономического объекта с живым биологическим организмом, что вполне допустимо, с точки зрения здравого смысла (и то и другое - очень сложная система), то для определения качества функционирования анализируемого объекта, определения нарушений и дисфункций следует использовать термин «диагностика».

Проведя анализ трактовок термина «диагностика», данных Р. И. Шниппером, О. Г. Дмитриевой, А. И. Муравьевым, А.С. Вартановым, Б. Колас, Е. М. Трененковым, С. А. Двденидовой [2,3,4,5,6,7,8], можно выделить следующие её основные отличительные черты:

Во-первых, диагностика выявляет отклонения от нормы, обнаруживает патологию и ставит диагноз.

Во-вторых, диагностика ориентирована на разработку мер по устранению отклонений.

В-третьих, диагностика носит комплексный характер

Формирование модели диагностики транспортного комплекса предполагает прохождения основных четырех этапов: исследование факторов, влияющих на экономическое состояние комплекса, выбор показателей для оценки, подбор методики определения границ оценочных показателей и формирование информационной базы данных.

Построение модели диагностики транспортного комплекса необходимо начать с вы-

бора основного показателя, отражающего состояние комплекса. В качестве указанного показателя предлагается использовать ключевой показатель эффективности работы любого экономического объекта, наличие прибыли, который в свою очередь формируется за счет других двух показателей: выручки и расходов.

Достаточность или недостаточность показателя выручки определяется размером понесенных затрат и полученного в итоге финансового результата. Потребность в услугах, оказываемых транспортным комплексом возникает когда объект необходимо переместить из точки А в точку В. Указанным объектом может являться как человек, так и неодушевленный предмет – груз. Следующим этапом проводится оценка возможности получения указанной услуги. На данном этапе лицо, у которого возникла потребность в транспортной услуге, рассматривает в первую очередь свои ресурсы, такие как денежные, временные и так называемый желаемый уровень комфорта, это касается, главным образом, услуг по перемещению пассажиров. Чем лучше в целом состояние экономики, тем больший объём транспортных услуг требуется стране: доставляются грузы, люди чаще ездят в командировки, в отпуска. Рассмотрение вопросов подъема экономики в целом выходит за пределы нашей работы, соответственно наша задача максимально адаптировать работу транспортного комплекса к существующему состоянию экономики, то есть рассмотреть развитие тех направлений деятельности, которые являются более желаемыми на том или ином этапе жизненного цикла развития государства. На этапе кризиса вероятнее всего на первый план выходит ценовой фактор, на этапах роста и зрелости, ценовому фактору не уступают временной фактор и фактор комфорта. Необходимо также отметить, что при увеличении объема оказываемых услуг происходит снижение их себестоимости, а соответственно появляется возможность снижения тарифов.

Следующим этапом предлагается рассмотреть пути снижения тарифной части, оказываемых услуг, и здесь уже рассматривается второй показатель «Расходы». К числу наиболее значимых относятся: заработная плата, налоги, стоимость основных средств, топливо, а также расходы на поддержание и восстановление подвижного состава (в случае с трубопроводным транспортом непосредственно трубопроводов). Уровень заработной платы определяется размером потребительских цен, то есть размер заработной платы как мини-

мум должен покрывать основные расходы, которые человек несет во время своей жизнедеятельности, то есть оплата жилья, питание и одежда. Верхняя же граница чаще всего определяется размером заработной платы, предлагаемой рынком труда для требуемой основной категории работников транспортного комплекса.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы: во-первых, финансовые показатели, как и в любых аналитических системах, являются основополагающими в системе построения модели диагностики, при этом к основным относятся – финансовый результат - прибыль, выручка и расходы. Выручка прямопропорционально зависит от потребности населения в услугах, которые транспортный комплекс готов предоставить. Проанализировав факторы, воздействующие на объем услуг, оказываемых транспортным комплексом к основным процессам были отнесены научно-технический прогресс, разработка программ развития транспортной отрасли, система формирования тарифов и система налогообложения. В основе правильной организации вышеуказанных процессов находится человеческий фактор, а именно уровень квалификации и желания (мотивации) лиц, занимающихся разработкой и их внедрением, лиц государственного аппарата, руководящего транспортным комплексом России.

Перечень показателей представляет собой лишь часть модели диагностики. Следующим этапом происходит выбор методики определения границ оценочных показателей. При выборе методики определения границ оценочных показателей для транспортного комплекса была выбрана наглядная и доступная для понимания. Именно поэтому данная методика основана на применении ориентированных графов - орграфов.

Формальное определение графа звучит следующим образом – это математический объект, заданный множеством вершин и набором упорядоченных или неупорядоченных пар вершин (ребер), неформально – это схема, состоящая из точек и соединяющих эти точки отрезков прямых или кривых. Решение многих экономических задач упрощается, если удастся использовать графы. Представление данных в виде графа придает им наглядность. Многие доказательства с их помощью также упрощаются и приобретают убедительность. Резюмируя вышеизложенное, можно с уверенностью говорить о возможности использования теории графов в построении методики определения границ оценочных пока-

зателей в системе диагностики транспортного комплекса.

Большую часть зависимостей предлагается получать экспериментальным путем, также допустимо использование метода экспертных оценок. Моделирование ведется шагами, которые иногда называют импульсами. Сущность этого процесса состоит в том, что одной из вершин задается определенное изменение. Эта вершина актуализирует всю систему показателей, поэтому ее называют активизирующей. Таких вершин может быть несколько.

Исследователь должен указать активизирующие вершины, шаг изменений в них, а также начальные значения показателей во всех вершинах. Значения в вершинах будут

меняться с каждым шагом имитации, итог этого изменения определяется выражением:

$$(p_j)_t = (p_j)_{t-1} + \sum_{ij} e_{ij} * l_{ij} * \{(p_i)_t - (p_i)_{t-1}\},$$

где  $(p_j)_t$  и  $(p_j)_{t-1}$  – величины показателей в вершине  $i$  при шагах имитации соответственно  $t$  и  $(t-1)$ ;  $e_{ij}$  и  $l_{ij}$  – коэффициенты, характеризующие знак и степень влияния показателя вершины  $i$  на показатель вершины  $j$ . Спрогнозировав с помощью имитационной модели-орграфа показатель прибыли, могут быть получены нормативные значения показателей. Используя вышеуказанные подходы, был получен ориентированный граф признакового пространства транспортного комплекса (рис.2).

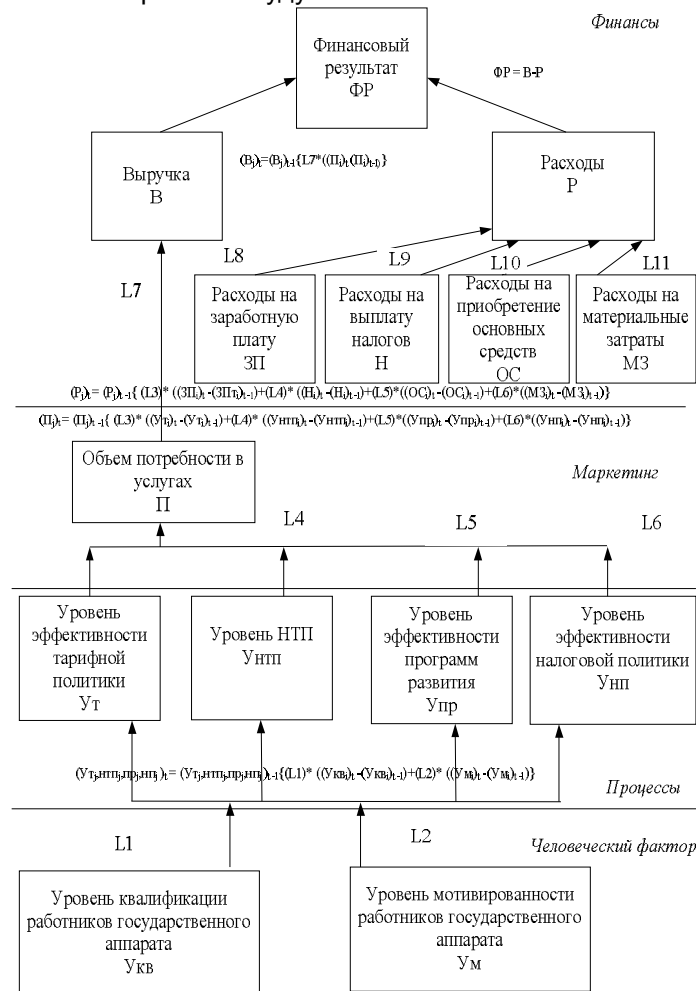


Рис. 2. Модель диагностики экономического состояния транспортного комплекса

Заключительным этапом необходимо разработать перечень отчетных форм, методику оценки уровней эффективности ключевых процессов и назначить лиц, ответственных за заполнение указанных отчетов с целью опре-

деления насколько близко приближается транспортный комплекс к намеченной цели, а если этого не происходит то, на какое звено в модели необходимо воздействовать.

**Заключение**



Предложенный подход к формированию модели диагностики экономического состояния позволит на основе системы выработанных типичных признаков достоверно распознавать действительное положение транспортно-комплексного комплекса, устанавливать для него характер и причины выявленных отклонений от заданного режима функционирования, выделять решающие участки экономической работы.

### Библиографический список

1. Большая медицинская энциклопедия. Главн ред. Б.В.Петровский. Изд. 3-е [в 30-ти т.]– М.: Советская энциклопедия, 1977. - Т.7. С.245-252.
2. Вартанов А. С. Экономическая диагностика деятельности предприятия: организация и методология.- М.: Финансы и статистика,1997
3. Дмитриева О. Г. Региональная экономическая диагностика.-СПб.:Изд-во СПбУЭФ,1992. С.8
4. Колас Б. Управление финансовой деятельностью предприятия. Проблемы, концепции и методы. – М.: 1997.
5. Муравьев А. И., Вартанов А. С., Нерсесян К. В. Степанян Г. П.Экономическая диагностика при хозрасчете и самофинансировании / Под ред. А. И.Муравьева. - Ереван: Айстан.
6. Муравьев А. И. Теория экономического анализа: проблемы и решения. – М.: Финансы и статистика, 1998. С. 23.

УДК 331.526:(571.13)

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НА РЫНКЕ ТРУДА СИБИРИ И ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

З. В. Глухова, Н. Е. Алексеев

**Аннотация.** *Определены общие тенденции российского рынка труда, изучены особенности региональных рынков труда на примере Сибирского Федерального округа и Омской области, сформулированы основные направления современной региональной политики занятости.*

**Ключевые слова:** *структурный дисбаланс спроса и предложения рабочей силы, гибкость рынка труда, структура безработицы, управление ситуацией на рынке труда.*

### Введение

Одной из наиболее острых проблем современного рынка труда стал структурный дисбаланс спроса и предложения рабочей силы. К началу 2009г. безработица достигла 5,9 млн. чел. (7,8 % экономически активного населения). Начиная с октября 2009г. по настоящее время, уровень официальной безработицы в России вырос до 8,2 %. За этот пе-

7. Трененков Е. ., Дведенидова С. А. Диагностика в антикризисном управлении.// Менеджмент в России и за рубежом. - 2002. – №1. Яковец Ю. В. Циклы. Кризисы. Прогнозы.–М.:Наука,1999. С.24-28.

8. Шниппер Р. И., Новоселов А.С. Региональные проблемы рыночного управления: Экономический аспект / СО РАН, Ин-т экон. и орг. пром. пр-ва; Отв. ред. В.В.Кулешов. - Новосибирск: Наука, 1993. С.436-437.

### FORMATION OF MODEL OF DIAGNOSTICS OF THE TRANSPORT COMPLEX

N. G. Gavrilenko

The basic stages of formation of model of diagnostics of the transport complex are given in this article and the model itself is represented in the form of the oriented graph.

*Гавриленко Наталья Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятиями» СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление циклическим развитием транспортно-комплексного комплекса. Общее количество публикаций- 22. gng1978@mail.ru*

риод общая численность уволенных достигла 950 тыс. человек.

Основная проблема состоит не только в том, что спрос на рабочие места в разы превышает предложение рабочих мест, но и в качественном несоответствии соискателей рабочих мест требованиям работодателей, то есть речь идет не о количественном недостатке заявленных вакансий, а их качественном несоответствии профессиональной и ква-

лификационной структуре безработных: до 80% вакансий приходится на рабочие профессии. Большая часть вакансий – для мужчин, а среди безработных регистрируется 70 % женщин. В основном требуются кадры в возрасте 25-39 лет, но среди безработных свыше трети моложе этого возраста, а примерно шестая часть – старше этого возраста. Продолжает увеличиваться возраст кадрового состава промышленных предприятий. Средний возраст рабочих высокой квалификации, конструкторов, научных работников в большинстве отраслей экономики достигает 55-60 лет. Дефицит высококвалифицированной рабочей силы возрастает. Такое положение не может сохранить высокий профессиональный потенциал трудящихся и обеспечить преемственность передачи профессиональных знаний и навыков.

Сейчас население России всё ещё моложе, чем в Европе или Японии, но старше, чем в США, где, благодаря более высокой рождаемости и иммиграции, удаётся сохранять довольно высокую долю молодёжи и противодействовать росту доли пожилых. Например, если у нас доля граждан до 19 лет составляет 25,2 %, а доля граждан старше 60 лет – 18,5 %, то в Европейском союзе эти цифры соответственно равны 22,5 % и 22,1 %. В последние годы Правительство Российской Федерации взяло курс на повышение гибкости рынка, что, с одной стороны, даёт работодателям возможность более свободно распоряжаться рабочей силой, исходя из своих бизнес-планов, но, с другой – значительно снижает гарантии занятости работников. В итоге сокращаются объёмы постоянной и стабильной занятости, идёт замещение постоянных трудовых договоров срочными, получают распространение не предусмотренные законодательством формы трудовых отношений, связанные с нестандартной занятостью. Предлагаемые рабочие места нельзя в большинстве случаев назвать эффективными, так как наиболее острой проблемой для российской экономики остаются отсталые технологии и, как следствие, преобладание низко квалифицированного, тяжёлого ручного труда, что определяет низкий уровень оплаты труда и слабую конкурентоспособность отечественной продукции.

В настоящее время изменяются требования к качеству профессионального образования и компетенции претендентов на вакантные должности (рабочие места). Сегодня востребованы не специалисты «вообще», а владеющие конкретными знаниями и умениями.

Если 5-6 лет назад данная проблема лишь обозначилась, то теперь она стала важной причиной нестабильности работы предприятий, снижения промышленного и сдерживания экономического роста.

Взросшие требования работодателей к уровню образования и квалификации соискателей приводят к диспропорции спроса и предложения рабочей силы, что, с одной стороны, трансформируется в вынужденную беззанятость граждан, а с другой – обостряет кадровый дефицит.

Воспроизводство кадров необходимого профиля и квалификации ведётся не на должном уровне, продолжается в основном выход на рынок труда граждан с не востребованными знаниями, умениями и навыками, в том числе и по причине несоответствия профессионального выбора и трудовых предпочтений молодёжи реалиям рынка труда и потребностям экономики.

### **Основная часть**

Неоднозначной остается ситуация на региональных рынках труда. Так, в ноябре 2010г. Правительство РФ опубликовало перечень 14 регионов с напряженной ситуацией на рынке труда. Учитывались данные за 2008-2009гг. по таким показателям, как: уровень занятости населения; уровень общей безработицы; уровень регистрируемой безработицы; доля безработных, ищущих работу 12 и более месяцев; доля работающих неполное рабочее время и находящихся в административных отпусках по инициативе администрации; коэффициент напряженности на рынке труда (отношение общей численности безработных к количеству вакансий в крупных и средних организациях).

В целом улучшение условий на российском рынке труда происходило благодаря лишь двум регионам – Центральному и Северо-западному федеральным округам, на долю которых приходился основной объем экономической активности, в то время как условия в других 6 федеральных округах остаются сложными. В самом Центральном федеральном округе динамика безработицы, по – видимому, определяется ситуацией в Москве, где средний уровень безработицы в период с января по март 2011г. составил лишь 1,8 %, снизившись почти до докризисного уровня (в действительности Москва опять начала испытывать дефицит квалифицированных работников некоторых секторов). Между тем, в некоторых российских регионах в первом квартале 2011г. условия на рынке труда даже ухудши-

лись, при этом в 20 регионах (из 83) средний уровень безработицы превысил 10 %.

Если сравнивать уровень безработицы в России и Сибирском Федеральном округе, то в 2009г. в Новосибирской области он составил 10 %, в Кемеровской- 9,7 %. Сравнительно высокий уровень безработицы в Сибирском Федеральном округе обусловлен тем, что в структуре промышленности традиционно преобладали энергоёмкие, металлоёмкие отрасли и высококонцентрированное производство, преимущественно ориентированное на всесоюзный рынок, а также мощный военно-промышленный комплекс. По производству же потребительских товаров Сибирь отставала примерно на треть от среднероссийских показателей.

При нынешней структуре народного хозяйства в Сибири будет неизбежно продолжаться рост безработицы, главным проявлением которой станет превращение скрытой безработицы в открытую, а впоследствии и в застойную.

При определении перспективных стратегических направлений необходимо исходить из тех существенных различий, которые сложились в каждом конкретном регионе. Разрыв между максимальной и минимальной долей зарегистрированных безработных в общей численности трудоспособного населения страны достигает 20. Но еще существеннее дифференциация субъектов Федерации по числу безработных, приходящихся на одно вакантное место. Разрыв между максимумом и минимумом достигает 148. Приведенные данные свидетельствуют, что решение проблемы занятости должно осуществляться с учетом конкретной региональной специфики. Даже в пределах отдельно взятого региона уровень фактической, а не официально зарегистрированной безработицы достигает значительной амплитуды, что видно на примере Сибирского региона. Если в 1995 г. по Российской Федерации уровень безработицы достиг 8,3 %, то выше среднероссийского были показатели в Республике Алтай – 11,6 %, в Томской области – 9,3 %, в Омской – 9,4 % (в 1997 г. – 8,8 %). В 1999 г. – соответственно: 19,4 %, 16,5 %, 15,0 %. Норма официально зарегистрированной безработицы в России, Омской области и Сибирском федеральном округе в 2004 г. составила соответственно: 8,2 %; 9,1 % и 10 %; в 2005г.: 7,3 %; 9,3 % и 9,4 %; в 2007г.: 5,9 %; 8 % и 7,9 %; в 2008г.: 7,1 %; 8 % и 8,3 %; то в 2009г.: 8,4 %; 8,5 % и 10,5 % [6].

Положение на рынке труда Омской области, как в целом по России, также напряженно,

чем в предшествующие годы, что проявилось в сокращении занятости и расширении масштабов использования режимов неполного рабочего дня. На 01.01.2010г. экономически активное население Омской области составляло 63,5 % от всего населения, старше трудоспособного возраста - 20,2 %, моложе трудоспособного - 16,3 %. Среднегодовая численность занятого населения в основных видах экономической деятельности с 2007 по 2009г. принципиально не снизилась. Рост произошел только в оптовой и розничной торговле, ремонте предметов личного потребления на 0,3 %, что в целом свидетельствует о росте предпринимательства в этой сфере деятельности.

В связи с экономическим кризисом планы работодателей по высвобождению рабочей силы были первоначально значительно снижены. Так, с 1 октября 2008 года по 28 декабря 2009 года ими было заявлено о предстоящем увольнении 29,7 тыс. чел., но фактически были высвобождены 13,3 тыс. чел., что составило 45 % от первоначально заявленного объема высвобождения (с начала 2009 года свыше 250 работодателей прекратили процедуру высвобождения). Вместе с тем, на конец 2009г., численность работников, работающих в режиме неполной занятости, выросла на 40,2 %. В отпусках без сохранения заработной платы по инициативе администрации находилось в 2007г. 3,9 тыс. чел., в 2008г.- 8,2 тыс. чел., в 2009г. уже около 10 тыс. чел. Поэтому не случайно официальная безработица на конец 2009г. составила 1,9 %. При этом более 50 % приходится на женскую безработицу (57,8 %); в структуре безработных максимальную долю составили возрастные группы 20-29 лет (37,5 %) и 30-39 лет (22,2 %), то есть наиболее активная трудоспособная часть населения. В результате, напряженность на рынке труда Омской области принципиально не снизилась, составив в конце 2009 года 5,1 человека на одно вакантное место с учетом того, что спрос на рабочие места составил 22,4 тыс. чел., а предложение всего 4,4 тыс. чел.

Вместе с тем, в течение 2009 года осуществлялась совокупность мер, позволяющих управлять процессами стабилизации ситуации в сфере занятости в Омской области:

- мониторинг ситуации на региональном рынке труда Омской области (усилена работа по проведению обследований населения по проблемам занятости и учёту общей численности безработных на территориях муниципальных районов Омской области);

- разработан план мероприятий, направленных на предупреждение и снижение возможных последствий влияния мирового финансового кризиса на социально-экономическое развитие Омской области;

- принята обширная программа дополнительных мер, направленных на снижение напряженности на рынке труда Омской области, на 2009 год.

Мероприятия программы дополнительных мер реализованы по следующим направлениям:

- опережающее профессиональное обучение работников в случае угрозы увольнения (установление неполного рабочего времени, временная приостановка работ, приостановление отпусков без сохранения заработной платы, мероприятия по высвобождению работников). Была предусмотрена организация опережающего обучения 1,35 тыс. чел., фактически приступили к опережающему обучению 1,49 тыс. чел. Трудоустроены все 1164 чел., завершившие опережающее обучение, из них 1111 чел. сохранили занятость на прежнем рабочем месте, 53 чел. были трудоустроены у другого работодателя;

- содействие развитию малого предпринимательства и самозанятости безработных граждан (в течение 2009 года 587 безработных граждан получили субсидию и организовали предпринимательскую деятельность по различным направлениям: развитие пчеловодства, разделение и откорм кроликов и гусей, выращивание овощей и рассады цветов в теплице, оказание автотранспортных услуг населению, производство и реализация сельскохозяйственной продукции, предоставление консультаций индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, реализация спутникового оборудования);

- стажировка выпускников образовательных учреждений профессионального образования в целях приобретения опыта работы (была предусмотрена организация стажировки 1024 выпускников, фактически приняли участие в данном мероприятии 1104.; 536 чел., завершивших стажировку, продолжили трудовые отношения с работодателями. В результате принятых мер в 2009 году достигнуты наиболее высокие показатели трудоустройства выпускников в течении последних 3 лет);

- организация общественных работ в организациях Омской области и на социально значимых объектах для безработных граждан и граждан, ищущих работу (зарегистрированных в территориальных органах службы заня-

тости населения в целях поиска подходящей работы). В рамках мероприятия по организации общественных работ планировалось участие 13,0 тыс. чел., фактически приняли участие 16,5 тыс. чел.

Кроме этого разработан и реализуется план мероприятий Омской области на 2008-2010 годы по развитию гибких форм занятости населения, в том числе надомной занятости, лиц осуществляющих уход за детьми-инвалидами, а также организации обучения этих лиц методами реабилитации, а также план мероприятий по организации трудоустройства выпускников на 2009 год.

Одновременно были приняты меры по сокращению масштабов заявленных массовых высвобождений, определению внутренних возможностей предприятий, утверждению и устранению угрозы массового увольнения работников:

- перераспределение работников в организациях, заявивших о высвобождении персонала, на рабочие места внутри организаций;

- реализация комплекса мер по предупреждению и устранению угрозы массового увольнения работников в наиболее крупных организациях (ООО «Омскшина», ОАО «Омск-Полимер»)

На финансирование дополнительных мероприятий по снижению напряженности на рынке труда Омской области привлечено 290,8 млн. руб., в том числе:

субсидия из федерального бюджета – 247,2 млн. руб.;

средства областного бюджета – 25,0 млн. руб.;

средства местных бюджетов – 8,3 млн. руб.;

средства работодателей – 10,3 млн. руб.

В 2010г. уровень безработицы в Омской области составил 8,1 %, при этом 27,8 % граждан находились в поиске работы 12 месяцев и более, а работу предложили только 0,4 %; более 5 % к списочной численности работников находилось в отпусках без сохранения заработной платы[3;6]. Уровень зарегистрированной безработицы составил всего 2 %.

Каковы тенденции рынка труда Омской области?

В 2012г. в соответствии с прогнозом социально – экономического развития Омской области на 2012 год и на период до 2013 года ожидается постепенное восстановление роста промышленного производства: рост валового регионального продукта оценивается в 1–2,5 % к уровню 2011 года, индекс промышленного

производства – в 0,3–1,5 % [4]. Согласно прогнозу Главного управления по труду и занятости Омской области в 2012 году ожидаемая численность граждан, обратившихся за содействием в трудоустройстве, будет незначительно ниже показателя 2010 года и составит около 85 тысяч человек.

По прогнозным оценкам, динамика показателей регистрируемого рынка труда Омской области в 2012г. будет соответствовать трендам 2011г., при этом:

- ожидаемая численность граждан, обратившихся за содействием в трудоустройстве, составит 85 тыс. чел. (в 2010г. – 72,2 тыс. чел., 2011г. – 95 тыс. чел.);

- в структурном составе обращающихся за содействием в трудоустройстве граждан доля граждан, уволенных в связи с сокращением численности или штата работников, может составить около 10 %;

- численность граждан, состоящих в статусе безработного, на конец 2012г. в сравнении с началом 2011г. снизится и составит около 19,5 тыс. чел.;

- уровень зарегистрированной безработицы на конец 2011г. составил 1,8 % экономически активного населения.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 14 декабря 2009 года № 1011 "О предоставлении в 2010 и 2011 годах субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на реализацию дополнительных мероприятий, направленных на снижение напряженности на рынке труда субъектов Российской Федерации" разработана "Программа дополнительных мер по снижению напряженности на рынке труда Омской области на 2011 год" [5]. Программа в 2012 году будет реализовываться по следующим направлениям:

- организация опережающего профессионального обучения 700 работников в случае угрозы увольнения;

- организация участия в общественных работах 10600 человек, по данному направлению будет организовано временное трудоустройство работников в случае угрозы увольнения для 5,8 тысяч человек и организация общественных работ для 4,8 тысяч человек из числа ищущих работу и безработных граждан;

- организация стажировки 700 выпускников образовательных учреждений профессионального образования в целях приобретения опыта работы. При этом в 2012 году за счет субсидии федерального бюджета наряду с расходами на оплату труда стажеров будут финансироваться расходы на выплаты за на-

ставничество, продолжительность стажировки увеличивается с трех до шести месяцев;

- содействие трудоустройству инвалидов: запланирована организация 120 рабочих мест;

- содействие развитию малого предпринимательства и самозанятости 800 безработных граждан. При этом в 2010 году субсидия федерального бюджета включает расходы на создание безработными гражданами, оформившими собственное дело, 800 дополнительных рабочих мест для трудоустройства безработных граждан;

- за счет средств областного бюджета (789,0 тысяч рублей) стимулирование создания работодателями 78 дополнительных рабочих мест для трудоустройства инвалидов в пределах установленной квоты для приема на работу инвалидов через возмещение затрат работодателей, связанных с аттестацией дополнительных рабочих мест для трудоустройства инвалидов, созданных в пределах установленной квоты, и (или) сертификацией организации работ по охране труда, выплатой инвалиду в первый месяц работы заработной платы в размере минимальной оплаты труда с учетом районного коэффициента;

- информационное сопровождение реализации мероприятий Программы, оплата банковских услуг, связанных с перечислением средств, предусмотренных на реализацию Программы.

О структурных особенностях современного рынка труда свидетельствуют следующие данные: в декабре 2011г. число вакансий снизилось на 3,8 %, а число резюме – на 3,7 %, по данным обзора Исследовательского центра рекрутингового портала Superjob.ru. Однако в некоторых сферах профессиональной деятельности и работодатели, и соискатели проявили несколько большую поисковую активность, нежели, в остальных. Например, больше всего вакансий за месяц появилось в сырьевой индустрии (+22,5 % вакансий относительно ноября), в сфере услуг и сервиса (+10,7 %), а также в сфере закупок и снабжения (+7,6 %). Число желающих работать в сфере снабжения и закупок также выросло – на 23,5 %, в области консалтинга и развития – на 20,6 %. В декабре на рынок труда вышло больше топ - менеджеров, чем в ноябре (+18,1 %).

Абсолютным лидером по числу желающих работать именно в данной сфере стала государственная служба. Предложение превысило спрос почти в 50 раз (на одну вакансию приходится 47,7 резюме). Довольно высока

конкуренция среди юристов (17 резюме на одну вакансию) и топ - менеджеров (14 резюме на вакансию). Дефицит персонала наиболее остро наблюдается в сырьевой индустрии (0,7 резюме на вакансию), в сфере сервиса и услуг (на одну вакансию приходится 2 резюме) и среди рабочих специальностей (2,2 резюме на одну вакансию). Спрос на рабочих остается актуальным. Квалифицированные рабочие остались на первой строке рейтинга запросов работодателей (14% от всех запросов на персонал). В пятерку лидеров рейтинга также входят менеджеры по продажам (10,7 %), продавцы (7,2 %), инженеры (5,2 %) и водители (3,7%). Также в декабре вырос спрос на директоров магазинов. Повышенным спросом в декабре пользовались директора филиалов и представительств, коммерческие директора, директора по продажам и директора производства. В декабре 2011г. снизилась напряженность в некоторых сегментах профессиональной деятельности: банковской сфере, строительстве, маркетинге и рекламе. В то же время соотношение количества безработных к числу вакансий в декабре возросло в сферах юриспруденции и управления персоналом. Но по итогам 2011г. в кадровой сфере число безработных, все же, снизилось, а количество вакансий – возросло. Также снижение напряженности по сравнению с началом года зафиксировано в банковской сфере и строительстве (-2 пункта и -0,2 пункта соответственно).

Велика доля безработных среди молодежи. Около 87 % соискателей в возрасте до 19 лет на данный момент не имеют работы. Чем соискатели старше, тем меньше среди них безработных. Так, среди 30-40-летних кандидатов безработные составляют 43 %. Правда, в возрастном диапазоне от 50 лет и выше доля нетрудоустроенных соискателей снова возрастает. Если рассматривать связь «образование – работа», то среди соискателей с высшим образованием доля безработных, ниже всего (43 %). Превалируют безработные среди соискателей со средним образованием (73,8 %). Свою специфику привносит и гендерный фактор – среди женщин безработных соискателей больше, чем среди мужчин (51,9 % против 49,7 %).

Результаты, полученные в 2011г. учтены правительством при определении объема выделяемых бюджетных средств на программы мероприятий, направленных на содействие занятости населения в данном конкретном регионе. Однако, во – первых, количество участников таких программ сократится; во –

вторых, будет продолжено содействие занятости безработных и стимулирование создания дополнительных рабочих мест, как основного направления. Перспективными могут быть следующие пути создания дополнительных рабочих мест: - налоговые льготы; - субсидии (при этом субсидия предоставляется безвозмездно под представляемый в службу занятости бизнес-план); - организация безработным собственного дела (в первую очередь в сфере услуг); - при службах занятости создание специальных центров помощи малому бизнесу в виде консультаций, юридических услуг, распределение государственных кредитов малому бизнесу.

В – третьих, по-прежнему будет оказываться поддержка организации общественных работ для безработных, но в меньших объемах. Финансирование опережающего обучения работников, находящихся под риском увольнения теперь увязывается с планами модернизации и развития предприятий.

В - четвертых, эффективны стажировки выпускников образовательных учреждений, имеющих риск нетрудоустройства, на реальных рабочих местах под руководством наставников и тем самым приобрести необходимый опыт.

В – пятых, планируется создание новых рабочих мест для инвалидов, при этом работодателю будут платить около 50 000 руб. за одно специализированное место.

В - шестых, поддержка маятниковой миграции трудовых ресурсов, как перспективная мера регулирования рынка труда.

В - седьмых, государство будет продолжать компенсировать расходы тем, кто пожелает переехать в другой регион с целью трудоустройства.

В - восьмых, с 2011г. новая мера поддержки россиян связана с возмещением работодателю затрат на оснащение рабочего места для развития надомной и дистанционной занятости для многодетных родителей и родителей, воспитывающих детей-инвалидов. Работодатель сможет получить компенсацию в 50 000 рублей за каждое рабочее место.

В - девярых, запланировано обучение женщин, находящихся в отпуске по уходу за ребенком в возрасте до трех лет и планирующих возвращение к трудовой деятельности. Центры занятости населения организуют профессиональную переподготовку для молодых матерей, где они смогут повысить свою квалификацию или получить новую профессию.

С учетом конкретных социально-экономических условий, складывающихся в регионах, должна проводиться активная политика занятости на местах. Но при этом существенная роль в регулировании регионального рынка труда отводится государству. Государственная политика в области занятости, будучи целостной по своей сути, принципам построения и механизму реализации, тем не менее предполагает учет специфики отдельно взятых территориальных субъектов.

### Заключение

Современная государственная региональная политика занятости должна сводиться к следующим направлениям:

- повышению роли субъектов Федерации при решении специфических региональных проблем занятости;
- реализации программ по государственной поддержке депрессивных территорий и реструктуризации кризисных отраслей;
- приоритетному финансированию из федерального бюджета и социальных внебюджетных фондов экономических программ в регионах с высоким уровнем безработицы;
- активному воздействию на миграционные процессы. Только обоснованная государственная политика способна содействовать решению достаточно сложных социально-экономических проблем, складывающихся на региональных рынках труда.

Одной из проблем государственного регулирования занятости является регулирование миграционных процессов: импорт и экспорт рабочей силы. Однако в Омской области миграционный прирост только частично позволил компенсировать естественную убыль населения. Так, в 2010г. из стран СНГ и Балтии прибыло в Омскую область в 1,5 раза меньше мигрантов, чем в 2008, 2009гг.; уменьшилась численность вынужденных переселенцев. В соответствии с Государственной программой по оказанию содействия добровольному переселению в РФ соотечественников, проживающих за рубежом, в 2010г. в Омскую область прибыло - 640 чел.: в том числе из Казахстана - 493 чел., Узбекистана - 30 чел., Украины - 28 чел., Киргизии - 19 чел., Германии - 6 чел., лица без гражданства - 15 чел. Вместе с тем, численность выбывших из Омской области в страны СНГ и Балтии в период с 2008г. по 2010г. выросла с 1042 до 1319 человек. Как показывает статистический анализ, в Омской области наблюдается миграционная убыль (а не прирост) населения: в 1995 г. показатель составил - 0,9; в 2003 г. - 4,7; в 2004 г. и 2005 г. соответственно - 2,9 и - 1,1; в

2008г. - 0,1; в 2009 и 2010гг. - соответственно - 0,3 и - 2,6[3].

Таким образом, современное состояние занятости в Сибири и Омской области продолжает оставаться неустойчивым. Однако рынок труда и его проблемы в условиях некоторого роста объемов производства стали иными.

### Библиографический список

1. Буланов В. С. Некоторые методологические вопросы исследования рынка труда// Общество и экономика. - 2009. - №8.
2. Князев В. Н. Региональный рынок труда: проблемы конкуренции, управление./ В. Н. Князев, В. В. Лукин, В. Г. Самоделов, А.К. Дедков. - М.: АСТ - ПРЕСС КНИГА, 2009.
3. Омский областной статистический ежегодник: Стат.сб. в 2ч. Ч.1 / Омкстат. - Омск, 2011. - С. 113.
4. Поварич И. П. Региональные аспекты занятости населения (на примере Омской области) //ЭКО. - 2011. - №5.- С.-26.
5. Программа антикризисных мер Правительства РФ на 2010 - 2012гг. // Российская газета №48 - 2011. - 20 марта. - С. 5.
6. Российский статистический ежегодник, 2010: Стат.сб. - М.: Росстат, 2010. - С. 131, 136-137.
7. Глухова З. В., Стаурский С. С. Региональный рынок труда и формирование механизма социального партнерства. Монография.- Омск: СибАДИ, 2009.

### MODERN TRENDS IN THE LABOUR-MARKET OF SIBERIA AND OMSK REGION

Z. V. Glukhova, N. E. Aleksee

To reveal the peculiarities of regional labour-markets Siberian Federal district and Omsk region labour-markets have been studied. General trends in the Russian labour-market are indicated. Fundamental objectives of modern regional employment policy are formulated.

*Глухова Зоя Владимировна – канд. экон. наук, профессор, заведующая кафедрой «Общая экономика и право» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – инновационные аспекты современного рынка труда. Общее количество опубликованных работ -107. E-mail: gluhova.z@yandex.ru.*

*Алексеев Николай Евгеньевич – канд. экон. наук, доцент кафедры «Общая экономика и право» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований- потребительское поведение и особенности современной занятости. Общее количество опубликованных работ - 38. E-mail: oeip@mail.ru*

УДК-334

## МЕХАНИЗМЫ АКТИВИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННО-ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

Е. В. Дьяконов

**Аннотация.** В статье рассмотрены характерные черты предпринимательства и инноваций, показаны роль предпринимательства в реализации инноваций и типы предпринимательских структур, участвующих в жизненном цикле инновации. Представлены результаты анализа региональных программ поддержки и развития малого и среднего предпринимательства с точки зрения сбалансированности мер по поддержке предпринимательства и инноваций.

**Ключевые слова:** предпринимательство, инновации, жизненный цикл инновации, программы поддержки малого и среднего предпринимательства.

### Введение

Сложившаяся структурная деформация российской экономики обуславливает необходимость ее кардинальной переориентации с добычи и экспорта сырья на производство и экспорт инновационной продукции и новых знаний. Основная трудность в достижении указанной цели заключается не только в технологическом отставании от развитых стран Западной Европы и США, но и в существенных изъянах сложившейся институционально-рыночной системы, которая создает значительные барьеры предпринимательству и инновационному развитию. Учитывая тот факт, что на территории Российской Федерации, которая занимает 11,4 % территории суши, в недрах которой сосредоточено 13-15 % мировых текущих запасов нефти и газового конденсата и около 35 % запасов природного газа, проживает 2,3 % населения, сохранение сложившейся модели развития национально-хозяйства с низким уровнем предпринимательской активности, создания и диффузии инноваций обуславливает нарастание не только угрозы отставания в экономическом развитии, но и утраты территориальной целостности государства. В связи с этим важным является исследование проблем развития предпринимательства в инновационной сфере.

**Активизация инновационно - предпринимательской деятельности.** Предпринимательская деятельность выступает весьма сложным специфическим видом хозяйственной деятельности, которая тесно связана с появлением и распространением инновационных процессов, различные аспекты данной взаимосвязи отмечены ведущими экономистами XX-XXI веков (Й. Шумпетер, Ф. Хайек, П. Друкер, П. Самуэльсон, Т. Питерс,

К. Нордстрем, Й. Риддерстрале и др.). Так, Й. Шумпетер обращает внимание на то, что предприниматель – это новатор, который разрабатывает новые технологии, проводит в жизнь новые сочетания производственных факторов и тем самым вносит вклад в экономический прогресс. Ф. Хайек видит в предпринимательстве процесс спонтанных открытий. П. Друкер указывает, что «предприниматель должен находиться в целенаправленном поиске источников инноваций, перемен и их признаков, указывающих на возможность для успешной инновационной деятельности» [1, с. 39]; для него в основе предпринимательства должна, прежде всего, лежать систематическая инновационная деятельность. Предприниматель для П. Самуэльсона – это новатор, человек, обладающий проницательностью, оригинальностью мышления и смелостью. В работах Т. Питерса предпринимательская деятельность понимается как «рост, изобретение, творчество и польза. В своем лучшем виде это создание вещей, которые делают жизнь менее обременительной, чем она была в средние века» [2]. Шведские авторы К. Нордстрем и Й. Риддерстрале утверждают, что «весь бизнес есть шоу-бизнес», то есть получение предпринимательской прибыли в условиях информационного общества обусловлено не просто созданием «новых комбинаций», но умением донести эти новшества до потребителя, вызвав у него положительные эмоции [3].

Предпринимательство обладает особыми свойствами, среди них иногда выделяют [4, с. 9-10]: базовые – организационно-хозяйственное новаторство и экономическая свобода; производные – принятие экономического риска, владение факторами производства, лидерство и т.д. В.Я. Горфинкель считает,



что важнейшими чертами предпринимательства являются самостоятельность и независимость; экономическая заинтересованность; хозяйственный риск и ответственность [5, с. 16]. Сопоставив позиции авторов, можно выделить следующие характерные черты предпринимательства: организационно-хозяйственное новаторство, самостоятельность и независимость, риск и ответственность, заинтересованность в получении выгоды. Особая роль предпринимательства в развитии современной экономики реализуется на основе выполнения им специфических функций как локального организатора инновационных изменений: технологических, организационных, экономических, финансовых, рыночных, культурно-ценностных и др. При этом предприниматели могут осуществлять реализацию микро-, мезо- и макроинноваций, способствуя формированию инновационной ренты в цепочке создания добавленной стоимости [6]. Таким образом, предпринимательство можно рассматривать как специфический вид экономической деятельности, который выражается в совокупности отношений физических и юридических лиц в процессе разработки и использования инноваций, влекущих возникновение имущественной ответственности, целью создания которых является получение экономической или какой-либо иной выгоды в условиях экономической свободы и неопределенности.

Внедрение инноваций является неотъемлемым свойством, характерной чертой предпринимательства на современном этапе развития экономики. Вместе с тем инновации в настоящее время интерпретируются с различных точек зрения: как система, процесс, изменение, результат [7, с. 6]. С учетом сложившихся подходов (Н.И. Лапин, И.В. Афонин, Е.Е. Румянцева, И. Бернар, Ж.-К. Колли, О.М. Хотяшева, В.М. Аньшин, Л.М. Гохберг, М.И. Королев, Р.А. Фатхутдинов, А.Н. Фоломьев и др.) инновацию можно рассматривать как результат интеллектуальной и творческой деятельности, воплощенный в новом продукте, технологии, организационно-управленческом решении, внедрение которого создает дополнительный экономический, социальный, научно-технический, экологический или иной полезный эффект. Инновация обладает рядом характерных черт: научно-техническая либо организационно-управленческая новизна; коммерческая и производственная реализуемость; наличие объективной или скрытой потребности в инновации; производство реального полезного эффекта. Реализация перечисленных характеристик осуществляется посредством предпринимательской деятельности. Инновация становится таковой, пройдя через определенные этапы, в том числе маркетинговые исследования, коммерциализацию, внедрение, которые реализуются во многом благодаря предпринимательству. В результате предпринимательской деятельности научные исследования и разработки находят воплощение в конкретном товаре (услуге), посредством изучения коммерческой реализуемости, возможностей производства реального полезного эффекта (экономического, экологического, социального).

Взаимосвязь предпринимательства и инновации можно наглядно представить на многоуровневой схеме жизненного цикла инновации, отражающей сложность, многоэтапность инновационного процесса (рис. 1).

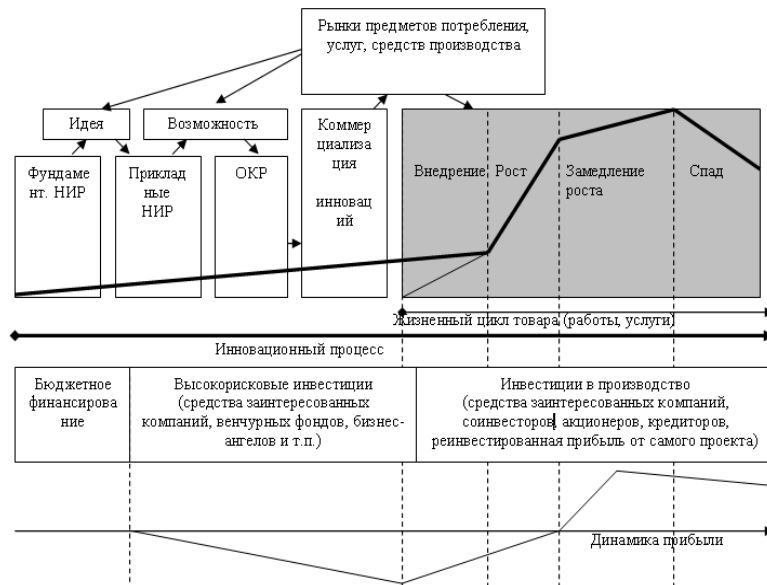


Рис. 1. Многоуровневая схема жизненного цикла инновации

Активизации инновационных процессов способствует широкое распространение двух типов предпринимательских структур: инновационно-предпринимательских и управленческо-предпринимательских. Создание, разработка, внедрение конкретной инновации осуществляется действующей либо вновь созданной инновационно-предпринимательской структурой, обладающей правами (частью прав) на инновацию и инновационную ренту (часть инновационной ренты). Важную роль также играют субъекты инновационного бизнеса, которые наряду с институтами развития обеспечивают финансирование и/или профессиональное консультирование, исследование рынков, выстраивание бизнес-процессов по созданию инноваций. Жизненный цикл инновации (ЖЦИ, отмечен на схеме жирной ломаной кривой) включает жизненный цикл нового товара, услуги, решения (ЖЦТ). В процессе ЖЦТ инновационный процесс продолжается: в продукт вносятся изменения, улучшения, доработки. Серым цветом (рис. 1) выделены этапы ЖЦТ – это преимущественно поле деятельности управленческо-предпринимательской структуры, реализующей полезный эффект инновации. Эти структуры осуществляют адаптацию производства, маркетинг, сбыт, инвестиции в расширение производства, улучшение технологических процессов, маркетинговые инновации, доработки, незначительные усовершенствования и т. д. Инновационно-предпринимательская структура после внедрения инновации и роста капитализации должна иметь возможность

выхода из данного инновационного процесса (реализовав права на инновацию), чтобы инициировать новый инновационный процесс, в противном случае она превращается в управленческо-предпринимательскую структуру.

Как свидетельствует мировой опыт, чтобы инновационно-предпринимательская структура успешно осуществляла непрерывную инновационную деятельность (систематическое создание, сопровождение и внедрение инноваций) необходимо формирование системы институтов развития (финансовые доноры, субъекты производства, субъекты инфраструктуры), реализация мероприятий поддержки инновационно-предпринимательских структур, рост спроса на инновационные разработки [8]. Активизация стадий ЖЦИ должна обеспечиваться определенными институтами развития и конкретными мерами поддержки инновационно-предпринимательских структур для каждой стадии. Построение системы институтов развития и применение гибких мер поддержки на каждой стадии ЖЦИ в совокупности может обеспечить устойчивость и динамичное развитие инновационного предпринимательства.

В связи с переносом центра тяжести социально-экономических преобразований в России на низовые этажи территориально-управленческой иерархии особое значение для регионов приобретает проблема инновационных вызовов. Важным для регионов становится самостоятельный выбор конструктивных вариантов приспособления к меняющейся ситуации и реализация собственной

адаптивной стратегии инновационного развития в непрерывно обновляющемся техноэкономическом пространстве. Создание институтов развития и мер поддержки инновационного предпринимательства, как часть стратегии инновационного развития регионов, целесообразно включать в число мероприятий государственных и муниципальных программ поддержки и развития малого и среднего предпринимательства. В соответствии со статьей 10 Федерального закона от 24 июля 2007 года № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» субъектами Российской Федерации разрабатываются региональные программы развития субъектов малого и среднего предпринимательства. При этом необходимо, чтобы на практике активизация инновационных процессов использовалась в качестве принципа построения региональных программ поддержки и развития предпринимательства.

В настоящее время накоплен определенный опыт разработки программ поддержки и развития предпринимательства в регионах. В связи с этим рассмотрим указанные программы, принятые органами исполнительной власти регионов СФО, на предмет их направленности на инновационное развитие. При анализе мер поддержки принимались во внимание меры, направленные не только на стимулирование и поощрение инноваций как таковых, но и инвестиций, которые также могут нести в себе инновационную направленность. В ходе изучения двенадцати программ регионов СФО в каждой из них были определены мероприятия, направленные на стимулирование инвестиционной и инновационной деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства (СМСП). Как свидетельствует проведенный анализ подобные мероприятия, реализуемые в субъектах СФО, можно разделить на две группы:

1) мероприятия, связанные с расходами по созданию и развитию институтов развития: бизнес-инкубаторов, центров трансфера технологий, центров прототипирования, центров субконтрактации, кластеров и т.д.;

2) мероприятия, предполагающие предоставление различных субсидий, связанных с ведением инновационной и инвестиционной деятельности, на возмещение затрат на патентование инновационных СМСП, коммерциализацию разработок и производство и реализацию инновационных товаров, подготовку документов для участия инновационных проектов в международных и межрегиональ-

ных конкурсах, создание научными и образовательными учреждениями СМСП, реализацию программ по тепло- и энергосбережению, приобретение оборудования для выпуска продукции, техническое перевооружение СМСП.

Важным показателем, отражающим инновационную и инвестиционную направленность исследуемых программ, является объем финансирования рассмотренных выше мероприятий в каждом регионе СФО. Лидерами по объемам финансирования указанных мероприятий являются Республика Алтай, Кемеровская и Новосибирская области, аутсайдерами – Иркутская область, Республики Тыва и Хакасия. Тем не менее, абсолютный показатель расходов в полной мере не отражает реальной ситуации. Для учета срочности программ используем среднегодовой показатель расходов на реализацию изучаемых мероприятий. По этому показателю лидируют Томская область, Красноярский край, Кемеровская область.

В целях оценки значимости региональных программ, учета различий в экономическом потенциале регионов необходимо использовать относительный показатель инновационной и инвестиционной направленности программ: доля расходов на мероприятия, стимулирующие инвестиции и инновации, в общей сумме расходов предусмотренной региональной программой развития СМСП. В среднем по регионам СФО данный показатель составляет 18,6 %. Лидерами по данному показателю являются: Омская, Томская области, Республики Бурятия, Тыва, Красноярский край (в этих регионах величина показателя колеблется в пределах от 30 % до 44 %). Ко второй группе относятся регионы: Алтайский край, Кемеровская область, Республика Хакасия (от 20 % до 30 %). К третьей группе относятся: Забайкальский край, Республика Алтай, Иркутская и Новосибирская области (доля расходов, предназначенных для стимулирования инновационной и инвестиционной активности, в этих регионах не превышает 10 %). В таблице 1 приведены рейтинги субъектов СФО по показателям среднегодовой суммы расходов на стимулирование инновационной и инвестиционной деятельности СМСП и доле указанных расходов в общих расходах по всем мероприятиям региональных программ. Последняя строка отражает совокупную рейтинговую оценку, построенную на основании рейтинга по среднему и относительному показателю.

Таблица 1 – Рейтинг регионов СФО по инновационной и инвестиционной направленности мероприятий по поддержке СМСП

Регион	Алтайский край	Забайкальский край	Иркутская область	Кемеровская область	Красноярский край	Новосибирская область	Омская область	Республика Алтай	Республика Бурятия	Республика Тыва	Республика Хакасия	Томская область
Среднегодовые расходы	7	11	12	3	2	8	5	6	4	10	9	1
Доля	6	9	12	7	4	10	1	11	3	5	8	2
Итоговый рейтинг	6	11	12	5	3	10	3	9	4	7	9	1

### **Заключение**

На основе многоуровневой схемы жизненного цикла инноваций установлена тесная взаимосвязь инновационной и предпринимательской деятельности. Проведенный анализ региональных программ поддержки и развития СМСП на предмет инновационной и инвестиционной направленности указывает на то, что в них слабо отражена значимость решения проблемы связанности развития предпринимательства и инноваций (средняя доля затрат на инновационные и инвестиционные меры поддержки по программам регионов СФО – 18,6 %). Недостаточная взаимосвязь предпринимательства и инновации является упущенным звеном в современной российской экономической политике, в рамках которой реализуется подход раздельного стимулирования предпринимательства и инноваций. Инновации стимулируются и поддерживаются разными федеральными министерствами (Минэкономразвития РФ, Минобрнауки РФ) и государственными корпорациями (РОСНАНО, Ростехнологии), предпринимательство – одним министерством (Минэкономразвития РФ). Отсутствие единого центра принятия решений и разбалансированность поддержки по сферам и территориям приводят к неравномерному развитию элементов связки «предпринимательство – инновации» относительно друг друга. В настоящее время медленно решаются основные проблемы предпринимательства: рентного способа ведения предпринимательской деятельности и извлечения прибыли в РФ (частный случай – коррупция), обеспечения надежной защиты прав собственности [9], формирования благоприятного

отношения в обществе к предпринимательству, а также оптимизации налоговой нагрузки на предпринимательские структуры. Без сбалансированной, научно обоснованной системы мероприятий, учитывающей особенности ЖЦИ, по стимулированию обоих элементов связки «предпринимательство – инновации» (желательно из единого центра) достижение сколько-нибудь существенных результатов в обеспечении сокращения отставания российской экономики от экономик развитых стран представляется маловероятным.

### **Библиографический список**

1. Друкер П. Бизнес и инновации. – М.: Вильямс, 2007. – 432 с.
2. Питерс Т. Представьте себе. – Санкт-Петербург: BestBusinessBooks, 2006. – 352 с.
3. Нордстрем К., Риддерстрале Й. Бизнес в силе фанк. – Санкт-Петербург: Стокгольмская школа экономики в Санкт-Петербурге, 2002. – 280 с.
4. Агеев А. И. Предпринимательство: проблемы собственности и культуры. – М.: Наука, 1991. – 112 с.
5. Предпринимательство: Учебник для вузов / Под ред. В. . Горфинкеля, Г. Б. Поляка, В .А. Швандара. – М.: Юнити-Дана, 2001. – 581 с.
6. В. В. Бирюков, В.В. Бирюкова. Развитие предпринимательства и хозяйственные изменения в российской промышленности: монография. – Омск: СибАДИ, 2010. – 260 с.
7. Медынский В. Г. Инновационный менеджмент. – М.: ИНФРА-М, 2002. – 295 с.
8. Киндзерский Ю. Институты развития: принципы формирования и проблемы использования в экономических преобразованиях // Общество и экономика. – 2010. – № 7-8. с. 56-78.

9. Вишневский В., Дементьев В. Инновации, институты и эволюция // Вопросы экономики. – 2001. – № 9. – с. 41-62.

### MECHANISMS OF ACTIVISATION OF INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP IN RUSSIAN ECONOMY

E. V. Dyakonov

The article deals with the characteristics of entrepreneurship and innovation, and shows the role of entrepreneurship in the implementation of innovation and types of business structures, in-

involved in the innovation life cycle. The results of analysis of regional support and development programs for small and medium business concerning balance between measures of support for entrepreneurship and innovation are shown in the article.

*Дьяконов Евгений Валерьевич - Основные направления научной деятельности: государственная поддержка малого предпринимательства в условиях формирования инновационной экономики*  
Общее количество опубликованных работ: 6. e-mail: dyakonow@gmail.com

УДК 338.583

### РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ АВТОТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

М. А. Зоткина

**Аннотация.** В современных условиях при неопределенности внешней среды и нарастающей конкурентной напряженности в сфере грузовых автоперевозок наиболее актуальным становится вопрос о снижении транспортной составляющей. Одним из путей достижения этой цели является применение организационно-экономических методов управления себестоимостью автотранспортных услуг.

**Ключевые слова:** грузовое автотранспортное предприятие, автотранспортные услуги, ценообразование, себестоимость, организационно-экономические методы.

#### Введение

Одним из важнейших направлений современного развития экономики России является совершенствование транспортного комплекса. На это ориентированы задачи, поставленные в Транспортных стратегиях Российской Федерации на периоды до 2020, 2030 годов.

Среди всех видов транспорта, участвующих в перевозочном процессе, автомобили, как высокоскоростные транспортные средства, позволяющие доставлять грузы от «двери до двери» без дополнительных затрат на перегрузку, в основном, используются для формирования небольших потоков продукции на короткие расстояния. Но высокая себестоимость автотранспортных услуг влияет на конечную стоимость готового продукта. Кроме того, зависимость динамики перевозочного процесса от степени развития рыночной конъюнктуры, влияет на цены транспортных услуг, что может быть и следствием, и причиной очередного витка инфляционной спирали.

Значительные колебания спроса на транспортную продукцию при изменении социально-экономических условий и повышенной кон-

курентности потребовали новых подходов к процессу управления предприятиями. Перед ними ставится задача быстрой и успешной адаптации в современных нестабильных экономических условиях конкурентной среды.

Приоритетным направлением в деятельности предприятий должна быть организация эффективного управления себестоимостью автотранспортных услуг с целью формирования её оптимальной структуры, позволяющей снижать величину тарифов, что является главным фактором в повышении общедоступности и конкурентоспособности перевозочного процесса, и в конечном итоге приводит к снижению транспортной составляющей, получению прибыли и обеспечению устойчивого финансового состояния.

#### Основная часть

Начинать процедуру управления себестоимостью автотранспортных услуг, необходимо, согласно экономической теории, с проведения детального анализа и мониторинга условий внешней и внутренней среды, в которой осуществляется перевозочный процесс.

Переход к рыночным отношениям в сфере

транспортного обслуживания наметился с 90-х годов. При получении полной свободы в хозяйственных операциях на внешнем и внутреннем рынках, автотранспортным предприятиям пришлось столкнуться с невостребованностью предложений автоуслуг по перевозке грузов, при имеющемся стандарте автотранспортного обслуживания. Существуя изначально в условиях жесткого государственного прессинга, втотранспортные предприятия в начальный период формирования рынка оказались в условиях правового вакуума, когда органы управления государством самоустранились от выполнения функций государственной поддержки. Отсутствие регулирования процессами формирования рыночных отношений в системе грузоперевозок между контрагентами хозяйственных связей определило необходимость перестройки мышления менеджмента предприятий. Автотранспортные предприятия были сориентированы на режим выживания в условиях нестабильной экономической среды.

Снижение спроса на автомобильные перевозки в результате упадка деятельности грузообразующих и грузопоглащающих хозяйствующих субъектов ведет к распаду или реструктуризации организаций автотранспорта. Это влечет за собой образование мелких и средних компаний, часть которых возникли в результате разукрупнения прежних предприятий, а остальные были образованы впервые.

Уменьшение в процессе коммерциализации предприятий государственной собственности, в тоже время даёт рост организации частной формы собственности.[7, с.4] Ситуация повторяется и в целом по России, и характерна для Омского региона.

«...рост частного сектора грузовых автотранспортных перевозок, резкие колебания спроса на рынке транспортных услуг, определяют нарастание нецивилизованной конкурентной напряженности в сфере грузовых автотранспортных перевозок между крупным, средним и мелким бизнесом. Сложившаяся ситуация приводит к искажению приоритетов деятельности хозяйствующих субъектов, тормозящему качественное развитие грузового автомобильного транспорта как на Федеральном, так и на региональном уровнях.»[9, с. 157]

Смена формы собственности коснулась и грузового автотранспорта, основная часть которого концентрируется у физических лиц. Так, за последние 10 лет, доля государственного сектора в парке автомобильного транспорта уменьшилась по России на 86 % и по Омской области на 83 %, а количество авто-

мобилей, находящихся в собственности граждан, увеличилось по Российской Федерации на 198 % и по Омскому региону на 212 %. Идёт разукрупнение грузовых автотранспортных предприятий и формируется много мелких организаций. Тенденция большого роста числа частных автотранспортных предприятий, говорит о распылении грузового транспорта по мелким владельцам, об их разрозненности, что является отрицательным фактором и препятствием для организации координации деятельности и четкой взаимосвязи в отрасли. [4,5,6]

Изучение приоритетности спроса на специфику транспортных средств, показало востребованность малотоннажных автомобилей марки ГАЗ, что связано с бурным развитием мелкопартионных перевозок в торговой сфере. Второе место на рассматриваемых территориях при ранжировании занимают иномарки, КамАЗ, ЗиЛ. Спрос формируется, согласно статистическим данным об объемах перевозок, для направлений народного хозяйства, развивающихся в настоящее время, таких, как строительство, перевозка сельхозпродукции.

Фактором, отрицательно влияющим на динамику автомобильного транспорта, является естественный износ. При нормальном сроке службы грузовых автомобилей, составляющем 5 лет, есть только 17-19 % грузового автопарка России и примерно 10 % транспортных средств Омской области. Остальная многочисленная часть подвижного состава требует незамедлительного списания по требованиям транспортно-дорожной и экологической безопасности. [4,5,6]

Переход экономики страны к рыночным отношениям сопровождался дезорганизацией прежней системы управления. Положение усугублялось тем, что началось «...нарастание общих для грузовых автотранспортных предприятий (ГАТП) проблем старения парка подвижного состава, дефицита собственных финансовых ресурсов, дисбаланса между спросом и предложением на услуги по основной деятельности, сокращения информационного поля, несопоставимости тарифных схем при формировании тарифной политики».[8, с.160]

В современных рыночных условиях предприятия автомобильного транспорта пытаются адаптироваться, но в силу объективных причин не могут полностью использовать свои внутренние возможности. Поэтому для успешного развития организации необходимо является рациональное управление при применении различных эффективных рычагов

проведения реформы. Большое значение здесь имеют соизмерение доходов с затратами и исчисление себестоимости услуг не только в целом по предприятию, но и по каждому подразделению с тем, чтобы наиболее объективно и оперативно оценить их работу, вскрыть имеющиеся недостатки и принимать оперативные решения по их устранению, а также мобилизации всех внутренних резервов производства.

Прежде, чем обосновывать методы, направленные на снижение себестоимости, необходимо выяснить дефиниции (определение содержания) исследуемого понятия. Термин себестоимость как экономическая категория появился в историческом периоде сравнительно недавно, хотя эволюция этого выражения имеет древние корни.

Понятие стоимости появилось при товарном производстве, которое возникло в результате разделения труда на ранних этапах общественного развития. Но определение себестоимости и потребность в её исчислении появляется лишь при развитии мануфактур и зарождении капиталистической цены производства.

Дальнейшее исследование становления, трансформации термина себестоимости, приводит к формированию историко-логических периодов, помогающих понять экономическую сущность данной категории, выявить особенности отличия её структуры для автомобильных перевозок среди других отраслей экономики, рассмотреть нормативные акты, законодательно утверждающие калькулирование затрат, включаемых в себестоимость перевозок предприятий автомобильного транспорта.

Кроме того необходимо уделить внимание методам управления. Целенаправленное использование их функциональности и стратегичности приводит компанию к успешным результатам хозяйственной деятельности.

В современных условиях неопределённости внешней среды, рассматриваемые традиционные методы управления затратами уже не могут отвечать запросам рыночной экономики, поддерживать конкурентоспособность предприятия. В этих условиях необходим поиск резервов повышения эффективности деятельности за счёт совершенствования системы управления хозяйствующим субъектом.

Концентрация существующих концепций на выполнении определённых задач не учитывает всего многообразия факторов влияющих на формирование затрат. Это приводит к разработке новых методов, составляющих альтернативу традиционным системам, но

базирующихся на них и являющихся продуктом рефлексии существующих подходов.

Проводимые сравнения и анализ ситуаций показывают, что затратные концепции могут применяться как индивидуально, так и в совокупности с другими методами. Так в традиционных системах, являющихся инструментами концепции снижения расходов, уже используется применение гибридных методов, основанных на одновременном использовании комбинации нескольких принципов.

Анализируя себестоимость автотранспортных услуг, можно отметить, что для обеспечения эффективности деятельности предприятий грузового автомобильного транспорта приемлемы подходы управления затратами и традиционные, и альтернативные. Это возможно, поскольку совокупность методов совместима со спецификой деятельности грузовых автотранспортных предприятий..

Современные рыночные условия при диктате цен на автоуслуги требуют адаптации к ним предприятий. Сложившаяся на рынке цена является мерилем уровня доходов предприятия. Эти условия порождают ориентир на затратно-рыночный механизм тарифообразования. Данная концепция ориентированная на уровень рыночных цен и соотносимая с их величиной, в тоже время обращена на учёт и оптимизацию затрат, формирующихся при выполнении автотранспортных услуг.

Поскольку рассматриваются детально компоненты, составляющие себестоимость, то необходимо выявлять резервы, способствующие сокращению этих составляющих. В данном случае необходимо учесть те затраты, которые непосредственно участвуют в создании дохода организации. Один из таких расходных показателей - это трудовое участие водителей в перевозочном процессе, работники авторемонтной мастерской тоже могут быть участниками создания дохода, но лишь в тех случаях, когда они выполняют работы связанные с коммерческим ремонтом, т.е. обслуживают сторонние организации. Остальной персонал организации непосредственного участия в образовании дохода не принимают, а лишь выполняют дополнительные операции, связанные с оформлением документации, расчетов показателей, составлением отчетов, обслуживанием территории, офисных помещений, ремонтом и проверкой подвижного состава, руководством процессом перевозки. Поэтому необходимо найти некое соотношение в блоке трудозатрат, чтобы количественный состав работников предприятия не являлся балластом организации. Это ещё

возможно потому, что развитие информационных технологий позволяет осуществлять подготовительно-заключительные работы перевозочного процесса, оформление документов и формирование отчётных данных более меньшим количеством персонала, оптимизируя профессию.

Кроме того, расчеты, технико-эксплуатационных показателей, выполняемые с учётом коэффициентов, основанных на неиспользуемом транспорте, но числящемся в организации, дают неправильное представление и понятие о процессах протекающих во внутренней среде предприятия. Идёт ошибочный учёт компании по размерам мощности, которую принято считать по количеству подвижного состава или численности работающих.

Поэтому предложено ввести коэффициенты, отвечающие требованиям, для уточнения этих понятий.

Показатель активности подвижного состава – Капс, будет равен:

$$\text{Капс} = \text{Кв} / \text{Ктг}, \quad (1)$$

где Кв – коэффициент выпуска подвижного состава в линию, Ктг - коэффициент технической готовности.

Показатель активного доходообразования - Кадо равен:

$$\text{Кадо} = \text{Чв} / \text{Чобщ}, \quad (2)$$

где Чв – количественный контингент водительского состава; Чобщ - общая среднесписочная численность. [2,с.316-317]

Использование относительных показателей, основанных на доходообразующих составляющих, позволяет более ясно понять процессы протекающие на грузовых автотранспортных предприятиях. Эти критерии смогут выявить реальную картину, причины и центры возникновения затрат предприятия на выполнение своей основной деятельности – перевозка грузов, и увидеть фактические резервы по снижению их себестоимости.

Система тарифообразования, применяемая в автотранспортных предприятиях строится на основе формирования себестоимости перевозок. Это очень важный процесс, поскольку правильность принятого решения в области ценообразования влияет на конкурентоспособность автопредприятия и его экономическую устойчивость.

Кроме организационных мероприятий, направленных на снижение доли себестоимости в транспортной составляющей, необходимо

постоянно проводить анализ и мониторинг производства.

Для проведения анализа хозяйственной деятельности предприятия используют финансовые показатели (выручка, прибыль, рентабельность, себестоимость). Но для достижения успеха в бизнесе в будущем, необходимо использовать и нефинансовые аспекты (лояльность клиентов, их качество обслуживания, востребованность на рынке автоуслуг, инновационный потенциал компании). Данные критерии, названные ключевыми показателями эффективности были приняты инструментом управления в методологии BSC – «Система сбалансированных показателей» (ССП). Эта методология стала необходимым механизмом опережающего, повседневного стратегического управления. В отличие от неё использование только прямых финансовых показателей деятельности предприятия для принятия решений не дает возможности предсказывать будущее, т.к. они ориентированы на прошлое и содержат мало контрольной информации.

Последовательное выполнение шагов по внедрению СПП, включает в себя формирование целей, выбор сбалансированных показателей, корректировку целевых проектов, мониторинг, контроль и оценку деятельности.

Перевод целей в размерные единицы измерения для дальнейшего вычисления производственных процессов должен сопровождаться проверкой этих критериев на взаимосвязь. Эту задачу позволяет решить корреляционный анализ, выявляющий совпадения между случайными переменными путём точечной и интервальной оценок коэффициента корреляции. Функциональная зависимость между двумя переменными величинами записывается в виде уравнений регрессии, параметры которых находят методом наименьших квадратов.

Применение коэффициента корреляции стохастического анализа, подразумевает использование не основных показателей для расчёта, а их производных, что позволяет увидеть изменения в финансовом положении и результатах производственной деятельности предприятий, помогая определить тенденции и структуру этих изменений. Это раскрывает картину всех угроз, рисков и возможностей организаций.

Величина коэффициента корреляции выбранных величин имеет значения от 0,69 – до 0,99, в среднем приближаясь к 0,84, что говорит о тесной взаимосвязи индексов.

Выявленная система сбалансированных



показателей представляет собой финансовые и производственные коэффициенты, нацеленные на повышение устойчивости предприятия при снижении себестоимости. Это коэффициенты автономии, финансирования, финансовой устойчивости; производительность труда персонала и водителей. Кроме того необходимо учитывать показатели эффективности экономической деятельности, характеризующие уровень отдачи затрат: коэффициент ликвидности денежного потока, индексы доли ФОТ (фонда оплаты труда) в себестоимости всего персонала и водителей, рентабельность текущих затрат и деятельности.

Анализ взаимовлияния выбранных показателей показал, что в качестве ведущего признака, характеризующего степень финансовой независимости, выступает коэффициент финансовой устойчивости. В отличие от прочих показателей, данный критерий даёт возможность оценить тенденцию укрепления финансовой устойчивости предприятия.

Корректировка деятельности осуществляется путём сравнения финансовых показателей с нормативными, выявлением отклонений от принятых ограничений. [3, с.122] Несответствие финансовых коэффициентов определенным стандартам заставляет вырабатывать управленческие решения, основанные на структурности показателей. Снижение величины составляющих компонент позволяет сокращать непроизводственные затраты путём реструктуризации предприятия, оптимизации профессий, что в результате уменьшает себестоимость перевозочного процесса и повышает устойчивость предприятия.

Разработанная модель была адаптирована на двух грузовых автотранспортных предприятиях – ООО «Транспортная компания АК-1253» и ОАО ГАТП-6.

После проведения всех этапов исследования был рассчитан прогноз динамики себестоимости выполняемых услуг и устойчивости данных предприятий на ближайшие 3 года. Разработка параметров прогноза осуществлялась по трём вариантам: пессимистический – предлагает менее благоприятные условия функционирования предприятия во внешней среде; реалистический - показывает деятельность предприятий при воздействии существующих факторов в реальном времени; оптимистический – учитывает более благоприятные внешние и внутренние условия развития организации. Критерии условий определены на основе прогнозных оценок Минэкономразвития по уровню инфляции на 2010-2012 годы. Варианты предполагаемых расчетов вы-

полнены до внедрения мероприятия и после него. Их отличие состоит в формировании гармоничности системы, что уже в реалистическом варианте даёт позитивную динамику.

Поскольку изначально у исследуемых предприятий были не равные начальные данные, то соответственно получаем отличные друг от друга результаты. До внедрения мероприятия рассматриваемые коэффициенты у ГАТП-6 были выше, чем в АК-1253, но у обеих организаций они не достигали нормативных значений. После применения организационно-экономических методов показатели по ГАТП-6 превысили норматив даже в пессимистическом варианте, а по АК-1253 такие результаты достигаются лишь в расчётах оптимистического варианта, но в реалистическом варианте заметен положительный рост в среднем примерно на 20 %, что показывает перспективы предприятий в направлении устойчивого существования и развития.

Также была решена задача по снижению себестоимости в тарифе. В результате выполненных мероприятий этот показатель удалось уменьшить и приблизить к размерам:

- по ГАТП-6 приблизительно к 70 %;
- по АК-1253 около 90 %. [1. с.112-113]

Совершенствование руководства предприятием и управление себестоимостью было предложено отражать в аналитических формах отчёта, предназначенных для учёта и контроля уровня затрат при выполнении перевозок грузов, являющиеся оперативной информацией о процессах производства.

### **Заключение**

Применение организационно-экономических методов управления себестоимостью, направленных на её снижение показали свою результативность, что выражено в положительной динамике рассмотренных категорий. Исследование интересно тем, что проводимые мероприятия помогают не только предприятиям функционирующим стабильно, но и организациям с низкими значениями коэффициентов экономического анализа. Изменение ситуации выражается в позитивном увеличении значимых показателей и повышении эффективности деятельности предприятия, даже в условиях энтропии (неопределенности) внешней среды.

### **Библиографический список**

1. Зоткина М. А. Выявление резервов снижения себестоимости автомобильных перевозок при прогнозировании результатов деятельности грузовых автотранспортных предприятий / Материалы 64-й научно-технической конференции ГОУ «Си-

БАДИ» в рамках Юбилейного Международного конгресса «Креативные подходы в образовательной, научной и производственной деятельности», посвященного 80-летию академии. – Омск: СибАДИ, 2010. Кн.1- с.110-114.

2. Зоткина М. А. Расширение границ относительных показателей в вопросах управления себестоимостью грузовых автотранспортных предприятий./ Экономика региона: интеллект, инновации, предпринимательство. Материалы международной научно-практической конференции. 11 декабря 2009г. – г. Омск, 2009, с.316 – 317.

3. Лебедева А. Е. Отраслевые особенности планирования результатов деятельности грузовых автотранспортных предприятий / Материалы 64-й научно-технической конференции ГОУ «СибАДИ» в рамках Юбилейного Международного конгресса «Креативные подходы в образовательной, научной и производственной деятельности», посвященного 80-летию академии. – Омск: СибАДИ, 2010. Кн.1- с.122-123.

4. Омский областной статистический ежегодник: Стат сб. в 2ч. Ч.2 / Омскстат. – Омск, 2010.- 410с.

5. Основные показатели транспортной деятельности в России. 2010: Стат. сб./Росстат. - М.,2010.<http://www.gks.ru/> 18-01.htm, дата обращения 17.12.10

6. Россия в цифра 2010 <http://www.gks.ru/> 18-01.htm, дата обращения 17.12.10

7. Улицкий М. П., Хмельницкий А. Д. Стратегия развития грузового автомобильного транспорта в крупных городах // Автотранспортное предприятие. – 2005. № 8, с.4-11.

8. Эйхлер Л. В. Механизм реализации интеграционной политики на уровне грузового автотранспортного комплекса Омского региона./ Материалы 64-й научно-технической конференции ГОУ

«СибАДИ» в рамках Юбилейного Международного конгресса «Креативные подходы в образовательной, научной и производственной деятельности», посвященного 80-летию академии. – Омск: СибАДИ, 2010. Кн.1- с.157-160.

9. Эйхлер Л. В., Фалалеева О. В. Разработка модели управления затратами грузового автотранспортного предприятия: Монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007, с. 166

### PRODUCTIVITY OF ORGANIZATIONAL-ECONOMIC MANAGEMENT METHODS THE COST PRICE OF MOTOR TRANSPORTATION SERVICES

M. A. Zotkina

In modern conditions at uncertainty of an environment and accruing competitive intensity of sphere of cargo autotransportations the question on decrease in a transport component becomes the most actual. One of ways of achievement of this purpose is application of organizational-economic management methods by the cost price of motor transportation services.

*Зоткина Маргарита Анатольевна – аспирант Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Главный экономист ООО «Транспортная компания АК-1253». Основное направление научных исследований – организационно-экономические методы управления затратами автотранспортных услуг на предприятиях грузового автомобильного транспорта. Имеет 12 опубликованных работ. E-mail ATK1253@mail.ru.*

УДК 338.465.2

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТАРИФА НА ОХРАННЫЕ УСЛУГИ

С. В. Кондратюков, Е. С. Стаурский

**Аннотация.** На основании проведенных исследований рассчитаны объем спроса и предложения на рынке охранных услуг, определен равновесный тариф по выбранному виду услуг, разработана модель формирования тарифов на дополнительные услуги, рассчитана величина рискованной тарифной надбавки и вероятность возникновения претензий со стороны потребителей, а так же обоснована формула для расчета почасовой тарифной рискованной надбавки на охранную услугу.

**Ключевые слова:** методика, услуга, тариф, рынок, потребитель.

### Введение

Рынок охранных услуг в России приближается на современном этапе к рынку совершенной конкуренции, что обусловлено наличием большого количества частных охранных

организаций и потребителей, снижением барьеров для вступления в отрасль, полной осведомленностью потребителей о свойствах предлагаемых защитных мероприятий; однородностью предоставляемых охранных услуг;

отсутствием доминирования на рынке вневедомственной охраны при органах внутренних дел.

Такой тип рынка предполагает необходимость формирования равновесных тарифов организацией, которые считаются оптимальными или конкурентными при равенстве объемов спроса и предложения.

Как отмечается в литературе: «Теория общего экономического равновесия – вершина абстрактного подхода и основа современной экономической теории» [1].

«Равновесие в рыночной экономике в наиболее общем виде – это равновесие производства и потребления. Лишь в рыночном хозяйстве равновесие принимает специфическую форму – равновесие спроса и предложения на основе рыночной цены» [2]. Стремление к рыночному равновесию – главная цель производителей товаров и услуг, основная задача исследователей экономических систем.

#### Основная часть

Используя известную модель общего экономического равновесия в условиях действия закона свободной конкуренции Л. Вальраса,

мы можем записать формулу, описывающую равновесие на рынке охранных услуг

$$\sum_{i=1}^n P_i * N_i = \sum_{j=1}^n P_j * N_j, \quad (1)$$

где  $P_i * N_i$  - совокупное предложение, а  $P_j * N_j$  - совокупный спрос.

Выражение (1) формулируется так: «Общее предложение конечных продуктов (у нас услуг – авт.) в денежном выражении, должно быть равно общему спросу на них» [2].

Предложенная модель по форме является макроэкономической, однако, по содержанию основана на микроэкономических показателях, характеризующих поведение на рынках отдельных производителей и потребителей товаров (услуг). Модель Вальраса основана на использовании равновесных цен (тарифов), которые обеспечивают равенство спроса и предложения по каждому виду товаров, в нашем исследовании по данному виду услуг.

Графики спроса и предложения на охранную услугу представлены на рис. 1.

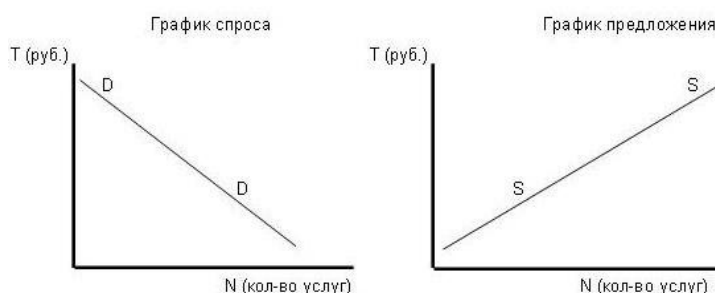


Рис. 1. Графики спроса и предложения на охранную услугу

Для удобства на рисунке изображены прямые линии, так как: «Прямые линии – графики спроса и предложения, как и другие диаграммы, часто составляются экономистами упрощенно, ибо это попросту облегчает их зрительное восприятие» [3].

Представленные классические законы «спроса и предложения», можно сформулировать применительно к рынку охранных услуг следующим образом.

«Закон спроса», – при прочих равных условиях, потребители (клиенты) пользуются большим количеством услуг при снижении тарифов и меньшим – при их росте; «закон предложения», – если прочие условия остаются неизменными, то организации предла-

гают больше услуг при повышении тарифов и меньше, – при их понижении.

Для нахождения равновесного тарифа по выбранному виду услуг, совместим графики спроса и предложения на рис. 2.

Кроме цены, на предложение и спрос влияют и другие факторы: налоговая политика, издержки, доходы населения и т. п. Однако, «все они (другие факторы – автор) не дополняют спрос и предложение, а входят в состав бесчисленных сил, определяющих предложение и спрос или проявляющихся через них. Конкурентная цена определяется спросом и предложением. Издержки производства влияют на конкурентную цену лишь в той степени, в какой они воздействуют на предложение. Это не означает, что издержки производ-

ства не играют никакой роли в ценообразовании. Они имеют особое значение в условиях конкуренции. Но их значение проявляется через влияние на предложение» [4].

Таким образом, как видно на рис. 2, равновесный тариф на охранную услугу ( $T$  равно-

весный), находится в точке пересечения (равенства объемов) спроса и предложения. «В условиях свободной конкуренции рыночная равновесная цена выступает в качестве конкурентной» [5].

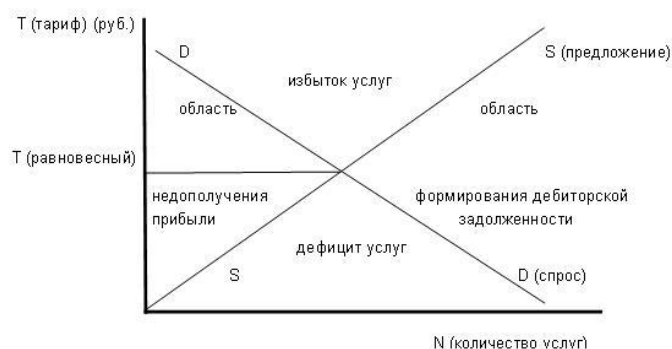


Рис. 2. Графики спроса и предложения на рынке охранных услуг

Для вычисления равновесного тарифа на охранную услугу, необходимо с помощью мониторинга ситуации на рынке построить кривые спроса и предложения (рис.1).

Затем, по предложенной ниже методике, аппроксимировать полученные графики в прямые зависимости для удобства определения конкурентного ценового (тарифного) параметра охранной услуги.

Предложенная методика вычисления равновесных тарифов на услуги исходит из принятого нами положения, что рынок охранных услуг является рынком совершенной (свободной) конкуренции, и что все остальные факторы входят в состав спроса и предложения.

«Конкурентная система – это сложный механизм произвольной координации, действующий через систему цен и рынков. Достоинства, приписываемые свободному предпринимательству, присущи ему в полной мере лишь тогда, когда в наличии имеются все сдерживающие и уравнивающие факторы «совершенной конкуренции»» [4].

Осуществив построение графиков спроса и предложения, а затем, вычислив равновесный тариф, мы со стороны охранной организации получаем наглядную картину, представленную на рис. 2.

Установление границ областей, в которых происходит либо «недополучение» организа-

цией прибыли, либо формирование дебиторской задолженности со стороны потребителей (клиентов), позволяют выработать оптимальное решение при формировании конкурентного тарифа.

Данная методика расчета равновесных тарифов может быть применена для любого вида услуг. Сложность состоит в точности построения графиков спроса и предложения, что зависит от количества и объективности полученных данных.

Чтобы использовать методику расчета равновесных тарифов, мы должны придать кривым спроса и предложения, построенным на основе опроса клиентов и охранных организаций, вид аппроксимированных прямых и найти их уравнения.

Эту процедуру мы произведем в соответствии с одним из основных методов в экономике – методом «логической абстракции» (его основатель – Д. Нокс). Так, «чтобы анализировать экономическое явление, которое всегда бесконечно сложно и имеет бесчисленные связи, надо представить его «в чистом виде», отвлечься от всех несущественных черт и связей» [6].

На рис. 3 представлены аппроксимированные кривые спроса и предложения в линейные функции с соответствующими уравнениями.

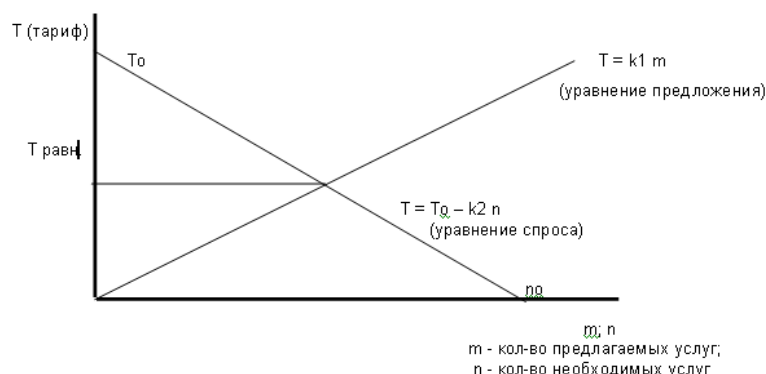


Рис. 3. Аппроксимированные графики спроса и предложения

Чтобы вычислить равновесный тариф (Травн.), произведем дальнейшие преобразования уравнений спроса и предложения.

В точке Травн., объемы спроса и предложения можно выразить следующим образом.

Объем предложения рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{T}{K1}. \quad (2)$$

Объем спроса рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{T_0 - T}{K2}. \quad (3)$$

Приравняв эти выражения (при условии, что  $m = n$ ), получим следующее равенство :

$$\frac{T}{K1} = \frac{T_0 - T}{K2}. \quad (4)$$

Преобразуем его в уравнение:

$$T * K2 = (T_0 - T) * K1. \quad (5)$$

Затем, раскрывая скобки, получаем следующее выражение:

$$T * K2 + T * K1 = T_0 * K1. \quad (6)$$

Таким образом, коэффициент Т равен

$$T = \frac{T_0 * K1}{K2 + K1}. \quad (7)$$

На основании этого коэффициент Травн рассчитывается по формуле

$$T_{равн} = \frac{T_0}{1 + \frac{K2}{K1}}. \quad (8)$$

Коэффициент K2 рассчитывается по формуле

$$K2 = \frac{T_0}{n_0}. \quad (9)$$

Таким образом, коэффициент Травн рассчитывается по формуле

$$T_{равн} = \frac{T_0}{1 + \frac{T_0}{n_0 * k1}}. \quad (10)$$

Коэффициент K1 в формуле (10) - тангенс угла наклона прямой предложения к оси абсцисс.

Полученная формула (10), позволяет вычислить равновесный тариф, исходя из графического изображения аппроксимированных зависимостей спроса и предложения.

Необходимо, чтобы расчетный тариф в организации на услугу (Трасч.) был равен равновесному тарифу (Травн.)

$$T_{расч} = T_{равн}. \quad (11)$$

Это равенство является обязательным условием для формирования конкурентного тарифного параметра охранной услуги.

В случае, когда Трасч. < Травн., организация «недополучит» доход на рынке, при Трасч. > Травн., возникает угроза дебиторской задолженности, что отрицательно скажется на уровне экономической эффективности и безопасности организации.

Таким образом, наблюдается прямая зависимость между ценовым параметром услуги и такими показателями экономической эффективности и безопасности организации как: полученный доход, доля дебиторской задолженности в доходах.

Структура тарифа оказывает влияние на прибыль, рентабельность организации, операционный и сопряженный рычаги.

Оптимальное ценообразование (методика формирования тарифов) в охранных организациях заключается в обязательном учете взаимодействия спроса и предложения на рынке.

Гибкая тарифная политика частных охранных организаций, основанная на снижении себестоимости, позволяет им успешно конкурировать с подразделениями вневедомственной охраны. При этом нормы закрытия одного суточного поста физической охраны в месяц в ЧОО составляют 3-4 сотрудника, а в подразделениях вневедомственной охраны свыше 7 ед.

При управлении позицией услуги, предполагается, что, формируя конкурентный тариф, соответствующий на рынке равновесному значению, необходимо непрерывно обеспечивать условие, при котором назначенная цена заведомо превышала бы издержки.

Производители стремятся обеспечить более высокую рентабельность, снижая издержки, и присвоить максимальную прибыль, увеличивая масштаб выпуска продукции. Всего этого можно достигнуть, привлекая новых потребителей и воздействуя на старых клиентов, чтобы они совершали больше покупок. Таким образом, повышение нормы прибыли

при общей стабилизации конкурентных тарифов на услуги, за счет уменьшения их себестоимости, доступное средство достижения экономической эффективности и безопасности организации на рынке.

Для организации надежной охраны требуется предоставление одновременно нескольких видов услуг, которые должны обеспечить комплексную защиту объекта от неблагоприятных воздействий (преступных посягательств). Так, при организации физической охраны (с помощью постов и маршрутов патрулирования) целесообразно оборудовать объект техническими средствами сигнализации и видеонаблюдения. Кроме того, необходимо иметь кнопки тревожной сигнализации и на постах охраны с выводом на пультах централизованного наблюдения вневедомственной охраны или ЧОО.

При этом организацию физической охраны будем считать основной услугой, а защиту объекта с помощью технических средств, - дополнительной или сопутствующей услугой.

На рис. 4 представлена модель формирования тарифов на дополнительные (сопутствующие) охранные услуги при их одновременном (комплексном) оказании. Такой подход позволяет более точно позиционировать охранные мероприятия в соответствии с различными потребностями клиентов.

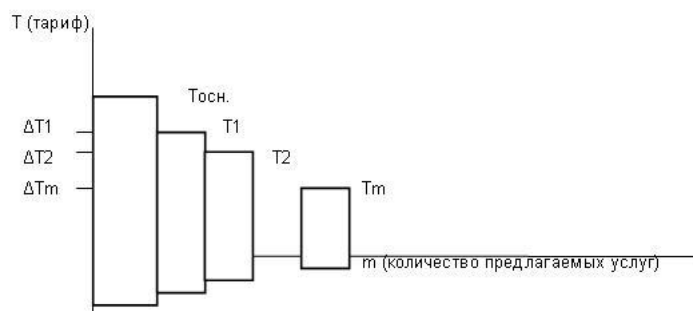


Рис. 4. Модель формирования тарифов на дополнительные услуги

Как видно на рис. 4, тариф на основную охранную услугу (Тосн.) превышает тарифы на сопутствующие ей услуги (Т1...Тm) на некоторые величины (ΔТ1... ΔТm).

Что позволяет не только обеспечить требуемое позиционирование на рынке комплекса защитных мероприятий в виде определенного потребителем количества охранных услуг (m), но и предложить оптимальную тариф-

ную политику в виде соответствующих скидок на сопутствующие услуги (ΔТ1... ΔТm).

Такой гибкий подход должен способствовать привлечению новых клиентов и росту доходов организации от оказания услуг в связи с увеличением их количества при защите одного объекта.

Условие формирования тарифов на дополнительные услуги представим следующим равенством

$$T_{осн} > T_1 > \dots T_m . \quad (12)$$

Предоставляемые клиентам скидки на сопутствующие услуги ( $\Delta T_1 \dots \Delta T_m$ ) должны применяться избирательно, с учетом общей рентабельности охранных мероприятий. Так, фактический уровень рентабельности основной услуги должен компенсировать снижение тарифов на дополнительные услуги.

Специфика оказания охранных услуг определяет вероятность наступления неблагоприятных событий, связанных с преступными посягательствами на объекты. Кроме того, возможно нанесение материального ущерба клиентам в результате иных форс-мажорных обстоятельств: пожар, затопление и др. Причинение вреда имуществу и личности может наступить в результате бездействия охраны, ненадлежащего выполнения договорных обязательств и иных причин (сбои в работе технических средств или преднамеренного выведения их из строя).

При таких ситуациях, включение в цену услуги рискованной тарифной надбавки должно обеспечить финансовую устойчивость охранной организации при ее полной или частичной материальной ответственности, указанной в договоре. Что особенно актуально в начальный период деятельности организации на рынке, когда уровень ее конкурентоспособности невысок.

В это время велика вероятность появления большого количества претензий со стороны реальных клиентов, из-за отсутствия опыта оказания услуг сотрудниками организации, несовершенства системы ее управления и отладки технических средств.

На рис. 5 представлена ситуация существования охранной организации в рискованной среде.

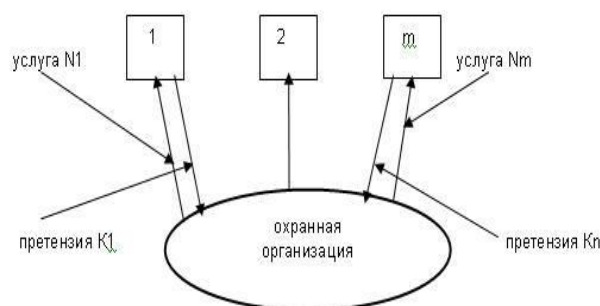


Рис. 5. Охранная организация в рискованной среде  
 где  $m$  – количество охраняемых объектов (реальных клиентов)  
 $N_m$  – количество оказанных им услуг  
 $K_n$  – предъявлено претензий со стороны потребителей

Тогда вероятность возникновения претензий со стороны потребителей охранных услуг можно представить в виде следующей формулы

$$p = \frac{K_n}{m} . \quad (13)$$

Величина рискованной тарифной надбавки рассчитывается на основании следующего выражения

$$T_p = p * \frac{\sum_{i=1}^m N_i * T_i}{m} . \quad (14)$$

Таким образом, включенная в основной тариф услуги рискованная надбавка ( $T_p$ ), позволит возместить клиентам, обратившимся в организацию с претензией, материальный (моральный) ущерб в зависимости от условий ответственности охранной организации по заключенному договору.

При отсутствии неблагоприятных событий на охраняемых объектах в организации останутся дополнительные средства для формирования собственных резервов.

При оказании охранных услуг, связанных с материальной ответственностью организации, включение рискованной тарифной надбавки обязательно. Ниже приведен пример расчета надбавки для компенсации материального

ущерба потребителям в связи с преступными посягательствами.

На рис. 6 представлена схема, описывающая механизм существования охраняемых

объектов в рискованной среде, обусловленной возможностью совершения преступлений.

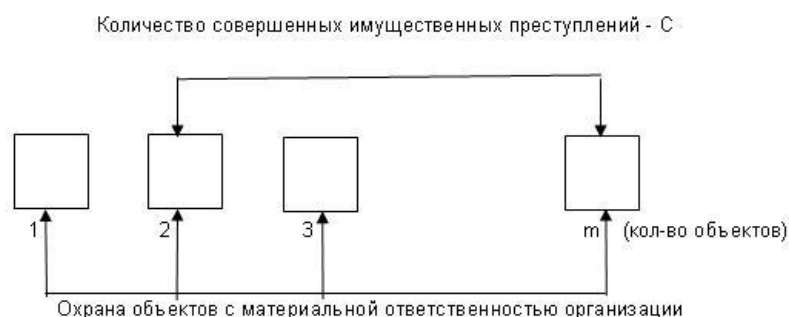


Рис. 6. Схема существования охраняемых объектов в криминальной среде

В нашем примере мы рассматриваем такие случайные явления, как преступления с материальным ущербом для охраняемых объектов –  $m$ , (пусть их совершено за определенный период времени -  $C$ ).

Всякий результат явления называется событием, в нашем случае, – это преступные посягательства, которые могут в реальной ситуации либо произойти, либо не произойти. «Степень возможности появления того или иного случайного события называется вероятностью» [7].

#### Заключение

Используя основные положения теории вероятностей и математической статистики, мы можем выразить вероятность реализации риска преступных посягательств на нашу совокупность охраняемых объектов, следующим образом

$$p = \frac{C}{m}. \quad (15)$$

Общая величина материальной ответственности организации определяется индивидуально при заключении договора на охрану.

Обозначив величину (сумму) оговоренной в договоре материальной ответственности охранной организации перед субъектом хозяйствования –  $D$  (в рублях), а количество предполагаемого времени охраны данного объекта –  $H$  (в часах), можем записать формулу для расчета почасовой тарифной риск-овой надбавки –  $Tr$  (руб/час)

$$Tr = p * \frac{D}{H}. \quad (16)$$

По условиям договора, охрана способна взять на себя возмещение материального ущерба, связанного и с такими случайными событиями как пожары, затопления и т. п., если это произошло во время выполнения охранных мероприятий.

При этом если рискованные события  $A$  и  $B$ , – совместные, такие события, которые не исключают друг друга, например произошедшие одновременно кража и пожар, то мы можем предложить расчет вероятности их наступления по формуле сложения вероятностей для совместных событий [7]

$$p * (A \text{ или } B) = p(A) + P(B) * (1 - P(A)). \quad (17)$$

Вычислив, таким образом, по формулам (15) или (17) вероятности наступления неблагоприятных событий, мы можем сформировать рискованные надбавки к тарифам по выражению (16).

#### Библиографический список

1. Абчук В. А. Экономико-математические методы: Элементарная математика и логика. Методы исследования операций. СПб.: Союз, 1999. С. 257-259.
2. Аникин А. В. Юность науки: Жизнь и идеи мыслителей – экономистов до Маркса. М.: Политиздат, 1979. С. 146-152.
3. Макашева Н. Загадка Н. Д. Кондратьева: неоконченная теория динамики и методологические проблемы экономической науки // Вопросы экономики. - 2002. - № 3. С. 4-16.
4. Никифоров А. Изменения в законе «О конкуренции» и борьба с установлением монопольных цен // Вопросы экономики. - 1995. - № 11. С. 58-67.



5. Самуэльсон П. Экономика. М.: НПО Алгон, 1992. т. 1. С. 167-168.

6. Самуэльсон П. Экономика. М.: НПО Алгон, 1992. т. 2. С. 375-379.

7. Экономическая теория / под ред. А. И. Добрынина, Л. С. Тарасевича: Учебник для вузов. 3-е издание. СПб.: Изд. СПб ГУЭФ, 2009. С. 362-364.

### TECHNIQUE OF FORMATION OF THE TARIFF FOR SECURITY SERVICES

S. V. Kondratyuk, E. S. Staursky

On the basis of the lead researches are calculated volume of a supply and demand in the market of security services, the equilibrium tariff by the chosen kind of services is certain, the model of formation of tariffs for additional services is developed, the size of the brave tariff extra charge and probability of occurrence of

claims from consumers and as the formula for calculation of the hourly tariff brave extra charge on security service is proved is calculated.

*Кондратюков Сергей Владимирович - кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория и финансовое право» Омская академия МВД России. Основные направления научной деятельности: Экономическая эффективность и безопасность хозяйствующих объектов. Общее количество опубликованных работ: 37. e-mail: ksv-omsk@mail.ru.*

*Стаурский Евгений Станиславович - кандидат технических наук, доцент, старший преподаватель кафедры «Экономическая теория и финансовое право». Основные направления научной деятельности: Экономическая эффективность и безопасность хозяйствующих объектов. Общее количество опубликованных работ: 53. e-mail: Ses-qq@yandex.ru.*

УДК 65.012.25

### ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Л. В. Эйхлер, А. С. Стринковская, А. Е. Лебедева

**Аннотация.** Рассмотрена схема анализа факторного пространства, влияющего на формирование результатов деятельности грузовых автотранспортных предприятий. Проведено исследование по выявлению факторов бизнес - среды воздействующих на результативность деятельности грузовых автотранспортных предприятий.

**Ключевые слова:** факторный анализ, результаты деятельности грузовых автотранспортных предприятий, бизнес-среда, метод экспертных оценок.

#### Введение

В настоящее время грузовым автотранспортным предприятиям (ГАТП) приходится работать в условиях характеризующихся высокой степенью неопределенности. Существует два подхода к управлению результатами современных АТП – единовременный (решение задач по мере их поступления) и стратегический (нацеленный на будущее, основанный на планировании, прогнозировании, бюджетировании, учете влияния факторов среды). На большинстве ГАТП чаще всего применяется первый подход, который порой приводит к недоиспользованию имеющегося потенциала, а следовательно к низким результатам деятельности и даже убыточности. В сложившейся ситуации особую актуальность приобретает диагностический анализ бизнес - среды,

влияющей на формирование результатов деятельности предприятий, который позволяет оценить чувствительность анализируемых показателей к изменениям факторов среды, повысить объективность их оценки, а также носит предупредительный характер, выражающийся в обосновании планов и управленческих решений.

**Выявление наиболее значимых факторов бизнес - среды, оказывающих решающее влияние на формирование результатов деятельности ГАТП.** Один из компонентов диагностического анализа (экономическая диагностика) включает в свои задачи - выявление факторов решающим образом влияющих на формирование результатов деятельности предприятия, и оценку этого влияния. Полученную с помощью данного вида анализа

информацию можно использовать при прогнозировании, а, следовательно, своевременно влиять на результаты работы и устранять возможные нежелательные отклонения. Рассмотрим этапы анализа факторов среды, влияющих на результаты деятельности грузовых автотранспортных предприятий, как одного из приемов экономической диагностики (рис. 1).

Согласно предложенной блок-схеме, первый этап заключается в постановке целей анализа. Основными целями диагностического анализа результатов деятельности ГАТП являются: выявление факторов, оказывающих на них решающее воздействие; повышение

рациональности принимаемых управленческих решений и в целом эффективности функционирования ГАТП.

На втором этапе анализа, необходимо выделить систему показателей, более полно характеризующую результаты деятельности ГАТП. В данном случае будем использовать такие результирующие показатели, как валовая и чистая прибыль; а также валовая и чистая прибыль скорректированные на величину амортизационных отчислений (как показатели, наиболее полно характеризующие потенциал предприятий транспорта).[1].

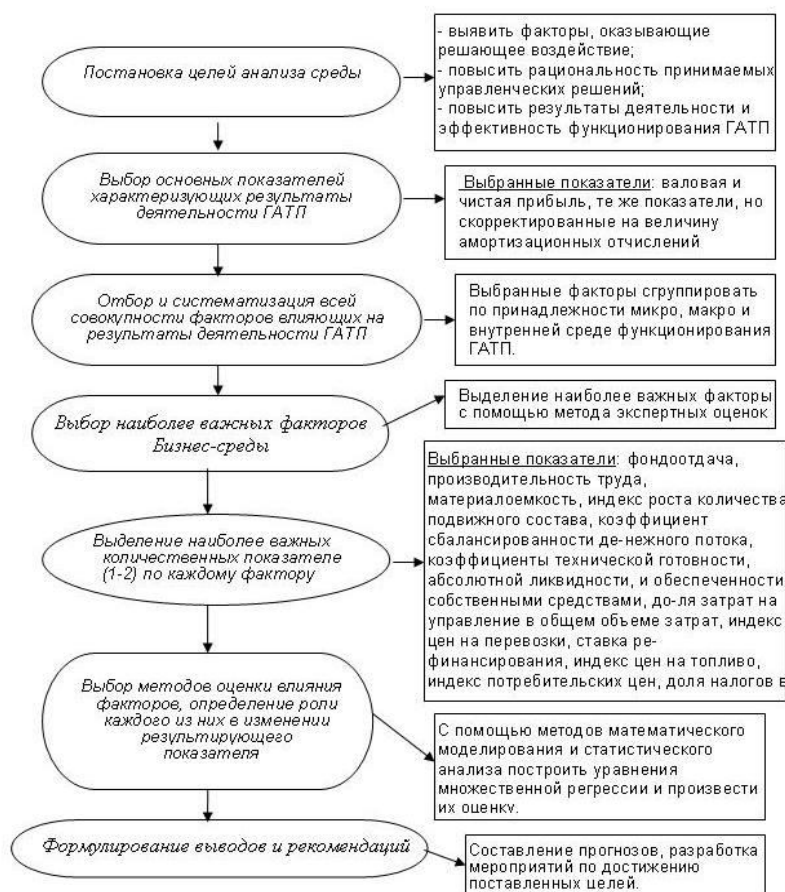


Рис. 1. Блок-схема анализа факторов среды, влияющих на формирование результатов хозяйственной деятельности ГАТП

На следующем этапе, определяются группы факторов, влияющих на формирование результатов деятельности ГАТП. Классификация производится в зависимости от выбранного критерия. Принимая хозяйствующий субъект (в нашем случае АТП), в качестве элемента макросистемы, факторы представляется возможным условно разделить на

внешние (макро и микро уровень) и внутренне. Учитывая данные научных исследований и мнения экспертов (ведущих специалистов современных ГАТП), была предложена схема, описывающая факторное пространство ГАТП (рис. 2). Дальнейшая их детализация приведена в таблице 1. Затем, из всей совокупности факторов выделим наиболее важные и

определим степень их значимости. Эта задача будет решена при помощи метода экспертных оценок. Для этих целей была сформирована группа экспертов в количестве пятнадцати человек, в нее вошли руководители, менеджеры и ведущие специалисты, имеющие высшее образование и стаж работы не менее 5 лет в данной отрасли. Экспертная группа отбиралась способом взаимной оценки для получения наиболее объективных результатов. Каждый из экспертов на основе имеющейся информации и собственного опыта, заполнил предложенные опросные листы. Задача экспертов из указанных факторов внешней и внутренней среды функционирования предприятия, путем присвоения баллов, выделить наиболее важные по шкале от 0 – 10 баллов, в соответствии с его системой предпочтения. В нашем случае, факторы, набравшие большее число баллов считаются наиболее важными. Влияние этих факторов обяза-

тельно должно учитываться предприятиями, нацеленными на эффективную работу. В итоге эксперты выделили 17 важных факторов, влияющих на результаты ГАТП, осуществим их ранжирование по количеству баллов и коэффициенту весомости. (таб.2). Коэффициенты весомости задают не только некоторую классификацию из множества объектов, но и устанавливают порядок между классами. По мнению экспертов, самая большая доля очень важных факторов, приходится на факторы внутренней среды, при этом доминируют финансовые. На втором месте факторы микросреды, преобладают факторы конкуренции. На третьем месте факторы макросреды – приоритет у факторов, характеризующих экономическую ситуацию. Использование указанных факторов позволило сформировать факторное пространство влияния факторов на величину результата хозяйственной деятельности (рис. 3)

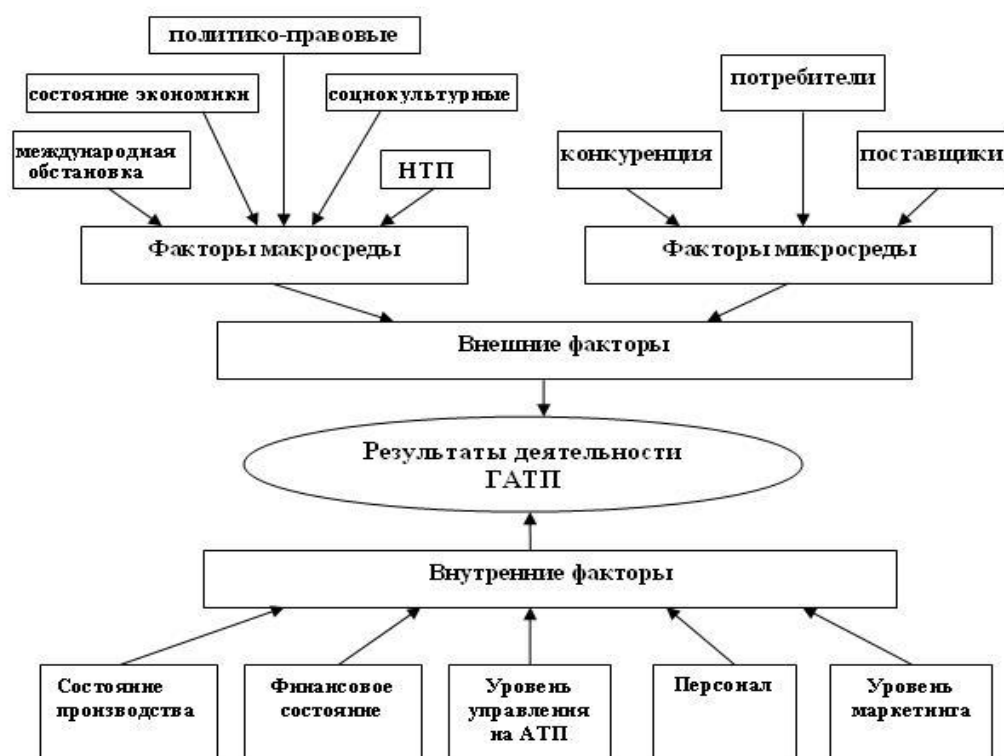


Рис. 2. Схема влияния факторов внутренней и внешней среды на величину результатов деятельности предприятия

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Таблица 1 - Факторы среды предприятия, оказывающие влияние на результаты деятельности ГАТП

Фактор 1	Содержание 2
<b>Внешние факторы макросреды</b>	
Состояние экономики	Темпы инфляции, процентная ставка по кредитам, уровень развития рыночных отношений, инвестиционный климат, уровень минимальной заработной платы, рентабельность отрасли, покупательская способность потребителей, стабильность денежной единицы, гос. регулирование цен.
Политико-правовые	Государственная политика в отношении отрасли и региона, политическая стабильность, налоговое и трудовое законодательство, методы бухгалтерского учета, акты относительно норм амортизации, условия лицензирования и сертификации, антимонопольное регулирование.
Техника и технология	Совершенствование технологии и модернизации МТБ, темпы НТП, развитие информационных технологий, развитие логистического обслуживания, расходы на НИОКР.
Социокультурные	Уровень социальной защищенности населения, жизненный уровень населения, уровень образования, культурные и национальные запросы и традиции, демографическая ситуация.
Международная обстановка	Курс валют, деятельность таких организаций как Европейское сообщество «общий рынок», политическая и экономическая обстановка в других странах.
<b>Внешние факторы микросреды</b>	
Конкуренты	Виды конкуренции, сильные и слабые стороны конкурентов, количество конкурентов, наличие иностранных конкурентов, наличие пяти сил конкуренции и уровень их влияния.
Поставщики	Цены и качество на рынке сырья, формы взаимодействия, обязательность выполнения условий договоров поставщиками.
Покупатели	Уровень информированности об услугах, потребности клиентов и удовлетворение услугами, объем покупательского спроса, требования к качеству услуг.
<b>Факторы внутренней среды</b>	
Производственно-хозяйственные	количество единиц подвижного состава, состояние парка автомобилей, эффективность использования ОПФ (основных производственных фондов), эффективность распределения материальных ресурсов, результаты работы парка подвижного состава (ПС) (техничко-эксплуатационные характеристики), уровень организации перевозок и технического обслуживания
Финансы	Уровень издержек, финансовая устойчивость, сбалансированность денежных потоков, ликвидность баланса, платежеспособность, деловая активность, инвестиционная привлекательность.
Управление	Методы бухгалтерского и управленческого учета, баланс целевых установок, уровень анализа, планирования, прогнозирования, организационная структура управления, применение ЭВМ в управлении.
Персонал	Состояние трудовой дисциплины, профессионализм и квалификация кадров, производительность труда, текучесть, трудоемкость, уровень заработной платы, состав кадров, размер фонда оплаты труда.
Маркетинг	Уровень маркетинговых исследований, реклама и продвижение услуг, организация работы с клиентами и поставщиками, информированность о тенденциях во внешней среде (коммуникационная политика), затраты на маркетинговые мероприятия, политика ценообразования, сбытовая политика.

Таблица 2 - Обобщение результатов экспертного анализа факторов бизнес - среды

Наименование фактора		Р	Балл	К <sub>вариации</sub>
1		2	3	4
Факторы макросреды	1.Уровень инфляции (состояние экономики)	1	150	1,00
	2. Рост налогового бремени (политико-правовые)	1	150	1,00
	3. Цены на энергоносители (состояние экономики)	2	149	0,99
	4.Процентная ставка по Кт (состояние экономики)	3	141	0,95
Факторы микросреды	1.Объем покупательного спроса (потребители)	1	150	1,00
	2.Платежеспособность потенциальных клиентов (потребители)	2	149	0,993
	3. Количество конкурентов, доля рынка (конкуренты)	3	148	0,986
	4. Цены на сырье и ресурсы (поставщики)	3	148	0,986
Факторы внутренней среды	1. Состояние подвижного состава (производственные)	1	150	1,00
	2. Производительность труда (персонал)	1	150	1,00
	3. Уровень издержек (финансовые)	1	150	1,00
	4. Ликвидность и платежеспособность (финансовые)	2	149	0,993
	5. Ценовая политика (маркетинг)	3	148	0,987
	6. Финансовая устойчивость (финансовые)	4	147	0,920
	7. Эффективность использования ОПФ (производственные)	5	145	0,967
	8. Уровень управления предприятием (управление)	6	144	0,96
	9. Организация перевозок и тех. обслуживание (производственные)	7	138	0,92



Рис. 3. Факторное пространство грузового автотранспортного предприятия, полученное по результатам обработки экспертного опроса

**Заключение**

Быстро меняющиеся условия внешней среды и нестабильность внутренней, определяют необходимость применения на практике приемов диагностического анализа,

позволяющих выявлять факторы, в большей степени, влияющие на результаты деятельности предприятия, оценить их влияние количественно, на основе наблюдения за изменением ключевых факторов среды, контролиро-

вать величину результирующих показателей, принимать эффективные управленческие решения, предотвращающие снижение резуль- тативных показателей и способствующие их росту, а также учитывать возможные послед- ствия этих решений.

### Библиографический список

1. Эйхлер Л. В., Стринковская А. С. Диагно- стический анализ результатов деятельности ГАТП в условиях нестабильной бизнес-среды: моногра- фия [Текст] / Л. В.Эйхлер, А. С.Стринковская. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2011. - 158с.

2. Лебедева А. Е. Технология планирования результатов финансово – хозяйственной деятель- ности на грузовых автотранспортных предприятиях [Текст] /А. Е. Лебедева// Вестник СибАДИ, №1(11)/2009.С. 80-82.

### FACTORING ANALYSES OF RESULTS FROM ACTIVITIES MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

L. V. Eihler, A. S. Strinkovskaya,  
A. E. Lebedeva

The scheme of the analysis of the factorial space influencing formation of results of activity

of the cargo motor transportation enterprises is considered. It is carried out research on revealing factors business-environment influencing on pro- ductivity of activity of the cargo motor transporta- tion enterprises.

*Эйхлер Лариса Васильевна - кандидат эконо- мических наук, профессор, заведующий кафедрой «Экономика и управление на предприятии (транспорт)» (СибАДИ); основное направление научных исследований: определение приоритет- ных направлений экономического развития грузо- вого автотранспортного комплекса, 89 публика- ций; e-mail: kaf\_eur@sibadi.org*

*Стринковская Анастасия Сергеевна - к.э.н., доцент кафедры «Экономика и управление на предприятии (транспорт)» (СибАДИ), основное направление научных исследований: диагностиче- ский анализ результатов деятельности ГАТП, 20 публикаций; e-mail: strin-as@mail.ru*

*Лебедева Анастасия Васильевна - к.э.н., до- цент кафедры «Экономика и управление на пред- приятии (транспорт)» (СибАДИ), основное на- правление научных исследований: планирование результатов деятельности ГАТП, 17 публикаций. e-mail: rl.sysadmin@rambler.ru*

## РАЗДЕЛ VI

# ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 371:378

### ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННАЯ МОБИЛЬНОСТЬ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

И. Н. Авилкина, Л. Ф. Герасимова

**Аннотация.** Рассматривается новая модель образования 21 века, направленная на развитие ключевых компетентностей будущих специалистов. Раскрывается понятие информационно-коммуникационной мобильности на основе анализа компетентностей. Выявляются условия формирования информационно-коммуникационной мобильности студентов технического вуза в процессе изучения иностранного языка.

**Ключевые слова:** информационно-коммуникационная мобильность, компетентность, конкурентоспособность, профессиональная деятельность, саморазвитие.

Целью высшего профессионального образования сегодня является не просто подготовка студента к работе в современном обществе, а обеспечение профессионального становления будущего специалиста, развития его личности, профессиональной позиции, способности к саморазвитию. Рынок труда в настоящее время нуждается в «гибких» специалистах, способных решать вопросы, относящиеся к разным отраслям знаний и требующие навыков приспособления к быстрой смене профессиональных задач.

Переход на новую модель образования требует от высших учебных заведений обеспечения такой подготовки кадров высшей квалификации, которая могла бы сочетать в себе умение решать актуальные научно-технические задачи и социально – экономические проблемы в соответствии с запросами развивающегося общества. В государственной программе «Образование и развитие инновационной экономики: внедрение современной модели образования в 2009-2012 годы» говорится, что основой образования XXI века становится формирование базовых компетентностей современного человека:

Информационной (умение искать, анализировать, преобразовывать, применять информацию для решения проблем); Коммуникативной (умение эффективно сотрудничать с другими людьми); Самоорганизационной (умение ставить цели, планировать, полноценно использовать личностные ресурсы); Самообразовательной (готовность конст-

руировать и осуществлять собственную образовательную траекторию на протяжении всей жизни, обеспечивая успешность и конкурентоспособность) [1, с. 10].

Согласно этому выпускник вуза должен быть востребованным для экономики инновационного типа, готовым реализовывать новые проекты, обладать особым набором профессиональных компетенций. Опираясь на разработки исследователей о понятии компетентности (Козырев В.А., Извозчиков В.А., Радионова Н.Ф., Пискунова Е.В., Тряпицына А.П.) позволим себе рассматривать ее в единстве с понятием мобильность, под которой мы понимаем способность быстрой личностной переориентации при обязательном соотношении прошлого опыта и новой деятельности [2, с. 12].

Расширение профессионального международного общения, деловые переговоры с зарубежными партнерами, работа с зарубежной техникой и оборудованием, технической документацией, возможность производственной стажировки за границей обуславливают необходимость обучения специальному иностранному языку будущих специалистов. В связи с этим возникает необходимость формирования информационно-коммуникационной мобильности будущих инженеров в процессе изучения иностранного языка. Информационно-коммуникационная мобильность рассматривается как категория, регулирующая систему отношений человека к

самому себе, природному и социальному коммуникационной мобильности на занятиях по иностранному языку предполагает освоение и выполнение следующих видов деятельности:

- Понимать задания в разных формулировках;
- Находить требуемую информацию в различных источниках;
- Систематизировать информацию по заданным признакам;
- Составлять рассказ по рисунку, схеме, таблице, видеофильму;
- Составлять по тексту схему, таблицу, резюме;
- Уметь извлекать определенную информацию из услышанного;
- Определять, кому адресована информация, в чем ее скрытый смысл;
- Составлять и аргументировать собственные высказывания;
- Находить ошибки в получаемой информации, исправлять их, вычленять главное и др.
- Строить диалог в заданной учебно-профессиональной ситуации;
- Уметь распознавать отношение говорящего к предмету разговора, его настроение;
- Понимать на основании контекста значение незнакомых слов (словосочетаний)[3, с. 75].

Однако, как показывает практика, выпускники неязыковых вузов не владеют иностранным языком настолько, чтобы пользоваться им в целях профессиональной деятельности и профессионального общения. Это объясняется следующими причинами:

- недостаточной разработанностью методического обеспечения профессионально-ориентированного обучения;
- недостаточным использованием активных форм и методов обучения иностранному языку, ориентированных на формирование информационно-коммуникационной мобильности;
- низким уровнем мотивации студентов, непонимающих возможностей иностранного языка как фактора повышения профессиональной компетентности;
- отсутствием полного погружения в профессиональную иноязычную среду.

Таким образом, закономерным становится вопрос, что способствует формированию информационно-коммуникационной мобильно-

сти будущих инженеров в процессе изучения иностранного языка?

В ходе исследования профессиональной подготовки студентов технических специальностей нами были выявлены определенные условия, обеспечивающие развитие информационно-коммуникационной мобильности студентов на примере изучения специального иностранного языка. Это: - современное учебно-методическое обеспечение, дающее уникальную возможность пользоваться аутентичными материалами, побуждающих студентов к общению на иностранном языке. В нашем случае это компьютерные классы, подключенные к сети Интернет, видеотеки, CD и DVD плееры, электронные словари, зарубежные учебные пособия, мультимедиа – библиотека и др.; - разработка и апробация таких курсов как «Деловой иностранный язык», «Иностранный язык в сфере профессиональных коммуникаций», «Научно-технический перевод», целью которых является: совершенствование практического владения иностранным языком как вторичным средством письменного и устного общения в сфере профессиональной деятельности, развитие навыков общения в сфере деловых отношений, обеспечивающих эффективное воздействие на партнера, приобщение к профессиональным фрагментам иноязычной картины мира;

- свободное общение учащихся в режиме реального времени в виде аутентичного диалога в письменной форме или как интерактивное диалоговое взаимодействие обучаемого с партнерами по коммуникации [5, с. 217]

- использование инновационных технологий и активных методов обучения в вузе, а именно: обучение в сотрудничестве, метод проектов, деловые игры, технология дистанционного обучения, участие в международных грантах и стипендиях.

Все это позволяет осуществлять эффективный информационный обмен, обеспечиваемый сформированностью ряда информационных, коммуникативных и языковых умений (восприятия и передачи). На основании этого можно предположить, что развитие информационно-коммуникационной мобильности будущих специалистов в вышеназванных условиях будет способствовать: адаптации в профессиональной деятельности; личностной и профессиональной самореализации; продолжению профессионального самообразования и самосовершенствования.



### Библиографический список

1. Государственная программа «Образование и развитие инновационной экономики: внедрение современной модели образования в 2009-2012 годы». М.: 2008.
2. Иванов Д. А. Компетентностный подход в образовании. Проблемы, понятия, инструментарий. - М., 2003.
3. Карамышева Т. В. Изучение иностранных языков с помощью компьютера. - СПб., 2001.
4. Советский энциклопедический словарь. / Под ред. А. М. Прохорова – М.: Советская энциклопедия, 1985. – 1600с.
5. Olivier Bertrand. Le français de spécialité. / Éditions de l'école Polytechnique – Septembre 2008.

### INFORMATION – COMMUNICATION MOBILITY OF ENGINEERS TO BE

I. N. Avilkina, L. F. Gerasimova

The article deals with the new model of education in the 21<sup>st</sup> of century. This model directs to the development of key competence of special-

ists to be. The concept of the information – communication mobility on the basis of competence analysis is disclosed. The forming conditions of the information – communication mobility for the students of technical higher educational schools when studying foreign language is described in the article.

*Авилкина Ирина Николаевна - доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры иностранных языков Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности исследование ключевых компетентностей. Более 25 публикаций. e-mail: iavilkina@mail.ru.*

*Герасимова Лариса Федоровна - доцент кафедры иностранных языков, Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: Исследование устной и письменной компетентности на занятиях по иностранному языку.*

УДК 378.147

## ОПТИМАЛЬНОЕ СОЧЕТАНИЕ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ)

И. В. Иванова

**Аннотация.** Рассмотрено понятие форм организации обучения, выявлены их положительные и отрицательные стороны. На основе выбранных критериев разработана модель оптимального сочетания форм организации обучения на занятиях по иностранному языку.

**Ключевые слова:** форма организации обучения, оптимальное сочетание, коммуникативная толерантность, коммуникативный метод.

### Введение

В современном обществе основным капиталом и главным ресурсом человека становится образование. Соответственно к образовательным учреждениям предъявляются новые и подчас жесткие требования в их образовательной деятельности. В условиях меняющейся действительности сейчас много говорят об инновационном обучении, как альтернативе традиционному. Инновационное обучение трактуется как ориентированное на создание готовности личности к быстро наступающим переменам в обществе, готовности к неопределенному будущему за счет развития способностей к творчеству, разнообразным формам мышления, а также способности к сотрудничеству с другими людьми.

В связи со всем вышесказанным в последние годы в дидактике интенсивно обсуждаются проблемы содержания образования, и разрабатываются новые методы преподавания. Параллельно идет поиск в области форм организации обучения.

**Формы организации обучения, критерии их оптимального сочетания.** Вопрос о формах обучения имеет обширную историю. Вопросы совершенствования и развития форм организации обучения являлись предметом исследования многих ученых (Ю. К. Бабанский, В. И. Загвязинский, М. А. Данилов, В. К. Дьяченко, Б. Е. Есипов, А. А. Кирсанов, И. Я. Лернер, М. И. Махмутов, И. Т. Огородников, П. И. Пидкасистый, М. Н. Скаткин, И. И. Тараданова, И. М. Чередов и др.)

Не смотря на многочисленные работы в данной области, в современной педагогической науке нет четкого определения понятий «формы организации обучения», «организационные формы обучения», «формы учебной работы» как педагогических категорий [1]. И.Ф. Харламов также отмечает, что данные понятия не имеют в дидактике определенного педагогического статуса, и что многие ученые просто обходят этот вопрос и ограничиваются обыденным представлением о сущности данной категории [2].

В науке понятие «форма» может рассматриваться с лингвистической и философской позиции. Так С. И. Ожегов трактует понятие «форма» как внешнее очертание, наружный вид, устройство, конструкцию чего-либо, обусловленные определенным содержанием [3].

Форма всякого предмета, процесса, явления обусловлена его содержанием и, в свою очередь, оказывает на него обратное влияние. Таким образом, с точки зрения философии форма определяется как внутренняя организация содержания [4].

Применительно к обучению существует множество определений понятия форма организации обучения. Так И.Я. Лернер рассматривает организационную форму обучения, как взаимодействие преподавателя и учащихся, регулируемое определенным, заранее установленным порядком В. А. Сластенин определяет понятие «форма организации обучения» или «организационная форма обучения» (данные понятия автор рассматривает как синонимы) как конструкцию отдельного звена процесса обучения, определенный вид занятия.

М. И. Махмутов полагает, что в педагогике есть необходимость указать на различие двух терминов, включающих слово «форма» –

«форма обучения» и «форма организации обучения». Форма обучения означает коллективную, индивидуальную и фронтальную работу учащихся на уроке, тогда как форма организации обучения подразумевает определенный вид занятия – урок, предметный кружок и т. д. [7].

А.Н. Новиков под формой обучения понимает механизм упорядочения учебного процесса в отношении позиций его субъектов, их функций, а также завершенности циклов, структурных единиц во времени и классифицирует формы обучения по одиннадцати основаниям [8].

И. М. Чередов определяет форму обучения как конструкцию отрезка процесса обучения со своими целями, этапами, методами. Он подразделяет формы обучения на общие и конкретные. К общим формам обучения относятся конструкции отрезков процесса обучения с разным составом учащихся, занимающихся учебной деятельностью (фронтальная, групповая, индивидуальная и т. д.). К конкретным формам организации обучения относятся конструкции отдельных звеньев процесса обучения или их совокупности. Звено, в данном случае, это конструкция отрезка обучения, реализующего определенные цели [9].

Существуют различные классификации форм организации учебного процесса, но все они сводятся к структуре учебного общения или дидактическим целям и задачам. В течение длительного времени в педагогической литературе было общепринятым деление всех форм организации обучения на фронтальные, групповые и индивидуальные [10]. В настоящее время наиболее распространенными являются классификации В.К. Дьяченко и И.М. Чередова (табл. 1, табл. 2).

Таблица 1 - Общие формы учебной работы (В. К. Дьяченко)

Индивидуальная	Парная	Групповая	Коллективная
Обособленная учебная работа, без контакта с другими людьми.  (ученик-книга, ученик-тетрадь)	Работа внутри одной обособленной пары, участники пары постоянные, один говорит, один слушает.  (ученик-ученик, учитель-ученик)	Одного говорящего слушает либо несколько человек (бригадные, звеньевые занятия), либо весь класс (общеклассные занятия).  (ученик-ученики)	Каждый ученик по очереди работает с разными членами коллектива и наоборот, все работают с каждым учеником.  (ученик-ученики, ученики-ученики)

Таблица 2 - Общие формы учебной работы учащихся (И. М. Чередов)

Фронтальная	Групповая	Индивидуальная
Управление учебной деятельностью всего класса при его работе над единой задачей при достаточно жёстком контроле учителя	Сотрудничество в малых группах на принципах самоуправления с менее жёстким контролем учителя: звеньевые, бригадные, кооперировано-групповые, дифференцированно-групповые	Самостоятельность ученика при максимальном проявлении его инициативы с учётом степени целеустремлённости, работоспособности, интересов, склонностей: индивидуализированные, индивидуализировано-групповые

Все выше приведенные формы организации обучения или формы учебной работы имеют свои положительные и отрицательные стороны. Анализ литературы по данному вопросу позволил нам выделить достоинства и

недостатки основных форм организации обучения. Сравнение форм организации обучения с учетом их положительных и отрицательных сторон показано в таблице 3.

Таблица 3 - Сравнение форм организации обучения

Форма организации обучения	Достоинства	Недостатки
Фронтальная	Экономичность с точки зрения затрат времени и средств организации обучения, возможность одновременно обучать большое количество студентов.	Рассчитана на некоего абстрактного студента. Проявляет тенденцию к нивелированию учащихся, побуждает их к единому темпу работы. Форма рассчитана на равную подготовленность учащихся, единый фонд знаний, одинаковый уровень работоспособности. Не учитывает реальные возможности каждого студента. Исключается сотрудничество и товарищеская взаимопомощь, распределение обязанностей и функций. Все учащиеся делают одно и то же, они не привлекаются к управлению, так как руководит учебным процессом один преподаватель.
Индивидуальная	Самостоятельное усвоение знаний, формирование умений и навыков, развитие самооценки учащихся, познавательной самостоятельности, осуществление хороший контроль.	Тормозит развитие учащихся с низким уровнем учебных возможностей, отсутствие социальной активности учащихся.
Групповая	Взаимопомощь, распределение обязанностей, развитие чувства ответственности за результат совместной деятельности, стимул творческого соревнования.	Слабого студента можно поставить в пассивное положение, работать могут только лидеры, а остальные пользоваться их трудом.

Продолжение таблицы 3 Сравнение форм организации обучения

Парная	Взаимная оценка действиям и поступкам друг друга, повышение активности, качества выполненной работы. Удовлетворяется потребность в общении.	Эффективна на непродолжительное время, возникновение опасности ложного товарищества, невозможность объективно оценить уровень знаний учащихся, нарушение нормального хода индивидуальной учебной деятельности.
Коллективная	Каждый учащийся попеременно является то учеником, то учителем, повышается ответственность за свои знания перед коллективом, активизируется познавательная деятельность учащихся, развивается инициативность, коммуникабельность, трудолюбие.	Недостаточность времени на занятиях, неумение организовать работу, несформированность коллектива может свести на нет все положительные стороны

Как видно из таблицы каждая форма организации обучения обладает определенными плюсами и минусами. В настоящее время стоит вопрос о необходимости рационального использования сочетаний различных форм организации обучения. Многие авторы предлагают оптимальное сочетание форм учебной работы, как условие развивающего обучения. Отдельные теоретические и практические аспекты данной проблемы отразились в работах таких дидактов, как Ю. К. Бабанский, М. Н. Скаткин, И. М. Чередов. Способы коллективной учебной деятельности в сочетании с другими формами организации обучения рассматривались в исследованиях А. А Бударского, Т. А. Глазкова, В. К. Дьяченко и др. Принципы реализации оптимального сочетания форм организации обучения изучались Б. И. Дегтяревым, И. М. Чередовым, И. И. Тарадановой.

Тем не менее, еще недостаточно изучено влияние оптимального сочетания различных форм организации обучения на развитие коммуникативных способностей студентов, их умение взаимодействовать в коллективе.

Говоря об оптимальном сочетании форм организации обучения, следует объяснить, что мы понимаем под понятием «оптимальный» и определить с критериями оптимальности. Идеи оптимизации по отдельным компонентам процесса обучения нашли свое отражение в работах В. П. Беспалько, В. В. Давыдова, Л. В. Занкова, М. И. Махмутова, И. Т. Огородникова, И. М. Чередова. Но мы будем опираться на теорию оптимизации Ю. К. Бабанского, как наиболее последовательную и

точную на наш взгляд. Ю. К. Бабанский полагает, что оптимальный – это не наилучший вообще, то есть не идеальный, процесс обучения. Оптимум это не простая середина между максимумом и минимумом. Значение термина «оптимальный» подразумевает наилучший из нескольких возможных вариантов для данных условий с точки зрения определенных критериев [11]. Все вышесказанное означает, что при выборе оптимального сочетания форм организации обучения нужно учитывать конкретные условия обучения, а именно: цели учебного занятия, возрастные и индивидуальные особенности обучаемых, возможности преподавателя, содержание учебного материала, специфику учебного предмета, стадию развития коллектива, микроклимат в нем, материально-техническое обеспечение, планируемые методы и средства обучения. Кроме того, необходимо определиться с критериями оптимальности.

При составлении системы оптимального сочетания форм организации обучения мы опирались на работы И. М. Чередова и И. И. Тарадановой [12,13]. Мы исходили из следующих параметров: цель этапа занятия (формирование знаний, умений и навыков; закрепление и совершенствование знаний, умений и навыков; контроль знаний), специфика учебного материала (степень сложности – материал сложный, средней сложности, несложный), типологические особенности студентов, специфика предмета. Выбор форм организации обучения в зависимости от этапа занятия и специфики учебного материала показан в таблице 4.

Таблица 4 - Выбор форм организации обучения в зависимости от этапа занятия и уровня сложности материала

Цель этапа занятия		Предпочитаемые формы организации обучения и их сочетания		
		Материал сложный	Материал средней сложности	Материал несложный
Формирование знаний, умений и навыков		Фронтальная и дифференцированно-групповая или индивидуализированно-групповая	Фронтальная и кооперированно-групповая	Фронтальная и кооперированно-групповая
Закрепление и совершенствование знаний, умений и навыков		Фронтальная и дифференцированно-групповая или фронтальная и парная	Фронтальная и парная или кооперированно-групповая	Парная, кооперированно-групповая
Контроль знаний	Устный контроль	Индивидуальная, индивидуализированная или парная	Индивидуальная, парная или кооперированно-групповая	Парная, кооперированно-групповая
	Письменный контроль	Индивидуальная, индивидуализированная или дифференцированно-групповая	Индивидуальная, дифференцированно-групповая	Индивидуальная и парная или кооперированно-групповая

Говоря о специфике предмета, следует отметить, что при обучении иностранному языку в современном образовании используется коммуникативный метод обучения, который как следует из его названия, направлен на практику общения [14]. Говоря о коммуникативном методе, следует отметить, что его появление обусловлено необходимостью смены целей обучения. На первый план выходит развитие умения общаться на иностранном языке. В рамках коммуникативного метода из четырех видов деятельности, на которых держится языковой тренинг (чтение, письмо, говорение, восприятие речи на слух), особое внимание уделяется двум последним. Коммуникативное обучение иностранным языкам носит деятельностный характер и в свою очередь служит для решения задач продуктивной человеческой деятельности в условиях социального взаимодействия. Участники общения пытаются решить реальные и воображаемые задачи совместной деятельности при помощи иностранного языка. Большую часть времени на занятиях занимает устная речь. Коммуникативный метод заключается в уподоблении процесса обучения процессу коммуникации, точнее он основан на том, что процесс обучения является моделью процесса общения, несколько упро-

щенной, но по основным параметрам подобной реальному процессу коммуникации. Задача преподавателя иностранного языка – обеспечить активную деятельность каждого студента в течение занятия, максимально увеличить время говорения последнего. Реализовать данную задачу помогают групповые формы организации обучения, среди которых работа в парах постоянного и сменного состава, малые группы по три, четыре человека, а также команды, когда вся группа делится на две подгруппы (команды). Таким образом, при выборе форм организации приоритет следует отдавать групповым формам организации обучения, поскольку последние не только позволяют осуществить многомерную коммуникацию, что является необходимым условием при обучении иностранному языку, но и положительно влияет на становление внутриколлективных личностных отношений [15].

В качестве критериев оптимального сочетания форм организации обучения мы использовали такие параметры развития личности как уровень коммуникативной толерантности и степень мотивационных ориентаций в межличностных коммуникациях. В рамках представленного исследования был проведен эксперимент, в котором принимали

участие студенты первого и второго курсов СибАДИ. В ходе эксперимента определялась эффективность экспериментального обучения и выявлялась динамика развития по каждому и указанных ранее критериев.

Для измерения уровня развития коммуникативной толерантности была использована методика диагностики коммуникативной толерантности В.В.Бойко. Для выявления мотивационных ориентаций в межличностных коммуникациях была применена методика И.

Д. Ладанова и В. А. Уразаева. В данной методике диагностируются такие коммуникативные ориентации как: ориентация на принятие партнера; ориентация на адекватность восприятия партнера, ориентация на достижение компромисса. Диагностика проводилась дважды: до начала эксперимента и по его окончании.

Результаты диагностики коммуникативной толерантности представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Динамика развития коммуникативной толерантности

Экспериментальная группа		Контрольная группа	
до	после	до	после
65	54	63	60

Чем меньше количество баллов, тем выше уровень коммуникативной толерантности. Таким образом, можно отметить, что у экспериментальной группы уровень коммуникативной толерантности повысился на 9 балл -

лов, тогда как у контрольной группы уровень коммуникативной толерантности повысился лишь на 3 балла.

Динамика развития мотивационных ориентаций в межличностных коммуникациях показана в таблице 6.

Таблица 6 - Динамика развития мотивационных ориентаций в межличностных коммуникациях

Коммуникативные ориентации	Экспериментальная группа		Контрольная группа	
	до	после	до	после
Ориентация на принятие партнера	16	23	17	18
Ориентация на адекватность восприятия и понимание партнера	18	26	17	20
Ориентация на достижения компромисса	17	22	16	17
Общий уровень	51	71	50	55

**Заключение**

Таким образом, результаты экспериментального исследования показали, что система форм организации обучения, их оптимальное сочетание, а также приоритет групповых форм организации обучения оказывают положительное влияние на развитие таких качеств личности студентов, как коммуникативная толерантность и к кооперации с коллегами и умение работать в коллективе уровень мотивационных ориентаций в межличностных коммуникациях, что, в свою очередь, благотворно влияет на такие компетенции будущих специалистов, как готовность.

1. Педагогика [Текст]: Учеб. пособие / Под ред. П. И. Пидкасистого. – 2-3 изд., дораб. и испр. – М.: Рос. пед. агентство, 1996. – 602 с.

2. Харламов И. Ф. Педагогика [Текст]: / И. Ф. Харламов – М.: 2004. – 265 с.

3. Ожегов, С. Е. Толковый словарь русского языка [Текст]: 72500 слов и 7500 фразеол. выражений / С. Е. Ожегов – М.: Азъ, 1993. – 955 с.

4. Всемирная энциклопедия: Философия [Текст]: / Главн. науч. ред. и сост. А. А. Грицанов. – АСТ, Мн.: Харвест, Современный литератор, 2001. – 1312 с.

5. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современной дидактики [Текст]: / Под. ред. М. Н. Скаткина – М.: Просвещение, 1982. – 240 с.

**Библиографический список**

6. Сластенин, В. А. и др. Педагогика [Текст]: Учеб. пособие для студ. Высш. Пед. Учеб. заведений / В. А. Сластенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; Пд ред. В. А. Сластенина. – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 576 с.

7. Махмутов, М. И. Современный урок [Текст]: учеб. пособие / М.И. Махмутов. – 2-е изд. – М.: Педагогика, 1985. – 184 с.

8. Новиков А. М. Формы обучения в современных условиях; // <http://www.anovokov.ru/artikle/forms/htm>

9. Чередов, И. М. Процесс обучения: методы, формы [Текст]: учеб. пособие / И. М. Чередов – Омск: ОГПУ, 1997. – 77 с.

10. Бабанский Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе [Текст]: / Ю. К. Бабанский – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.

11. Бабанский Ю. К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса: методологические основы [Текст] / Ю. К. Бабанский – М.: Просвещение, 1982. – 189 с.

12. Чередов, И. М. Формы учебной работы в средней школе [Текст]: кн. для учителя / И. М. Чередов. – М.: Просвещение, 1988. – 159 с.

13. Тараданова, И. И. Теория и технология развивающего обучения [Текст]: Монография / И.И. Тараданова – Омск изд-во ОмГПУ, 1997. – 100с.

14. Пассов, Е. И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению [Текст]: Пособие для учителей иностр.яз. / Е.И. Пассов – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.

15. Иванова И. В. Влияние форм организации учебной деятельности на формирование профессиональных качеств будущих специалистов // Омский научный вестник – 2011 – Вып. 3 – с. 185-188 – Рус.

### THE OPTIMUM COMBINATION OF THE ORGANIZATION' FORMS OF THE EDUCATION IN THE ESTABLISHMENTS OF HIGHER EDUCATION ( AT THE EXAMPLE OF FOREIGN LANGUAGE)

I. V. Ivanova

The conception of the organization' form of the education is considered. The basic organization' forms of the education are examined, their positive and negative sides are revealed. On the bases of the choused criteria the model of the optimum combination of the organization' forms of the education is elaborated.

*Иванова Инга Витальевна, аспирантка СибАДИ. Основное направление научных исследований – теория и методика профессионального образования, формы организации обучения. Общее количество публикаций – 7. e-mail : vitaly-ivanov@ya.ru*

УДК 378:371.321

## ПРОБЛЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ В СИСТЕМЕ ВПО

С. М. Пащина, И. А. Тарасова

**Аннотация.** Авторами уточняется и расширяется понятие «профессионально-педагогическая компетентность преподавателя вуза». Выстраивается структура и обосновывается авторская модель профессионально-педагогической компетентности преподавателя в системе ВПО. В статье дан достаточно подробный сравнительно-сопоставительный анализ представлений о профессионально-педагогической компетентности преподавателя вуза и обозначен ряд кадровых проблем в системе ВПО.

**Ключевые слова:** профессионально-педагогическая компетентность преподавателя вуза, педагогические кадры в системе ВПО, структурная модель.

### Введение

Высшее профессиональное образование испытывает в настоящее время трудности различного характера, вызванные как внешними, так и внутренними причинами. Из внешних можно назвать сокращение числа воз-

можных абитуриентов в связи со спадом рождаемости в 90-х годах XX в. Наиболее важные из внутренних также связаны с человеческим фактором, к ним относятся прежде всего проблемы с кадрами. Из многочисленных аспектов кадрового вопроса мы считаем наиболее

актуальным в настоящий момент тот, который напрямую связан с заявленным и проводимым правительством России курсом на модернизацию всех сфер жизни общества. В отношении образования это выражается в присоединении к Болонскому процессу и внедрении компетентного подхода. Зачастую компетентный подход воспринимается только как модель обучения студентов. Но в образовании, как и в любой другой отрасли, принципы компетентного подхода следует применять и к действующим работникам, т.е. к преподавателям. Для того чтобы применить компетентную модель к кадровому составу ВПО, следует четко зафиксировать её структуру и содержание.

Профессиональная компетентность современного специалиста есть сложное многокомпонентное образование с разнонаправленным и объемным содержанием. Еще несколько десятилетий назад основным и практически единственным критерием для оценивания профессиональной пригодности работника был его профессионализм, который обозначал, по сути, владение узкоспециальными знаниями и умениями. В этом смысле принято было говорить о квалификации. Большая советская энциклопедия определяла квалификацию как «степень и вид профессиональной обученности работника, наличие у него знаний, умений и навыков, необходимых для выполнения, общегражданского (общеполитического и общесоциального), личностного и узкоспециального характера. Эти знания, умения и навыки настолько взаимосвязаны, взаимопроницающи и взаимозависимы, что ученые, исследующие их, пришли к необходимости разработки нового понятия для описания элементов профессиональной компетентности специалиста. Таким понятием и структурной единицей профессиональной компетентности стала компетенция. Следует отметить, что в научной литературе не все авторы разделяют понятия компетентность и компетенция как равноуровневые и следоподчиненные. Мы же считаем, что их разграничение и уровневое разведение является практической необходимостью особенно в условиях внедрения компетентного подхода в сферу ВПО.

### **Основная часть**

Рассмотрим содержание и сущностные характеристики данных понятий более подробно. Понятие «компетентность» во всех словарях трактуется одинаково, как «обладание знаниями, позволяющими судить о чем-либо», «осведомленность, правомочность»,

полнения им определённой работы» [1]. Но уже к концу XX в. понятие квалификация приобрело более широкое толкование. Так, А.А. Дикарева и М.И. Мирская в «Социологии труда» отмечают, что «понятие «квалификация рабочего» характеризует уже не только сложность конкретного вида труда и степень развития способностей к труду, но широкую политехническую подготовку работника, его отношение к работе, инициативность, умение принимать управленческие решения по разнообразному кругу вопросов. Социологические данные показывают, что высококвалифицированные рабочие активнее участвуют в рационализаторской и изобретательской деятельности, общественно-политической работе, проявляют хозяйскую заинтересованность» [2, с.57].

Таким образом, резкий скачок в техническом прогрессе, выраженный в развитии средств коммуникации (информационных, транспортных) и моделей коммуникации (международной, мировой), привел к изменению требований к профессиональной компетентности кадров. В настоящее время профессиональная компетентность современного сотрудника любого предприятия и учреждения, независимо от того, по какому основанию проводится её структуризация и информационное наполнение, обязательно включает знания, умения и навыки общеобразователь «авторитетность, полномочность» [1]. В то же время, у понятия «компетенция» нет единого толкования. Оно трактуется, в частности, как «совокупность полномочий (прав и обязанностей) какого-либо органа или должностного лица, установленная законом, уставом данного органа или другими положениями», «обладание (владение) знаниями, позволяющими судить о чем-либо», «область вопросов, в которых кто-либо хорошо осведомлен» [3, с.446]. Как показывает дефиниционный анализ, «компетенция» является производным понятием от «компетентности». С нашей точки зрения, понятие компетенция, обозначающее каждую отдельную сферу приложения знаний, умений и навыков человека и относящееся непосредственно к видам деятельности, и есть функциональная составляющая профессиональной компетентности, которая, в свою очередь, занимает главенствующее положение, являясь семантически более крупной, первичной категорией. Понятие профессиональная компетентность специалиста несет базисную нагрузку как характеристика интег-



рированных социальных свойств личности в целом.

Проведенный нами анализ толкований понятий «профессиональная компетентность» и «компетенция» позволяет сформулировать определение для узкоспециального применения понятия «профессионально-педагогическая компетентность преподавателя вуза» в области высшего профессионального образования и методики этого уровня.

Под профессионально-педагогической компетентностью преподавателя вуза мы понимаем комплексную интегральную характеристику личности преподавателя, проявляющуюся в документально подтвержденной функциональной способности и готовности самостоятельно, полно и эффективно осуществлять все возможные виды профессиональной деятельности на уровне высшей профессиональной школы в соответствии с существующими нормами и законами, и являющуюся

решающей в профессиональной педагогической деятельности.

Указанная выше трактовка профессионально-педагогической компетентности (далее – ППК) преподавателя вуза позволяет конкретизировать одну из наиболее значимых проблем кадрового состава в вузах, вытекающую непосредственно из структуры и содержания самого понятия. Связано это прежде всего с тем, что объективные условия педагогической деятельности крайне нестандартны, изменчивы, разнообразны и объемны, следовательно, для успешного осуществления своей деятельности преподаватель должен быть компетентен в различных областях. С этих позиций состав ППК преподавателя любого, в том числе технического вуза (и магистранта вуза как потенциального преподавателя), определяется сферами общественной жизни, с которыми соприкасается его деятельность, как показано на рис. 1

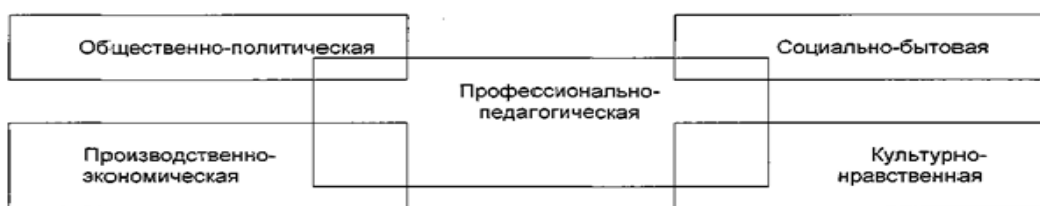


Рис. 1. Сферы общественной жизни, связанные с деятельностью преподавателя вуза

Приведенная схема наглядно демонстрирует не только виды компетенций, которыми должен обладать преподаватель вуза, но и их значимость в составе профессиональной компетентности.

Собственно профессионально-педагогическая компетентность преподавателя вуза представлена нами в структурной модели на рисунке 2.

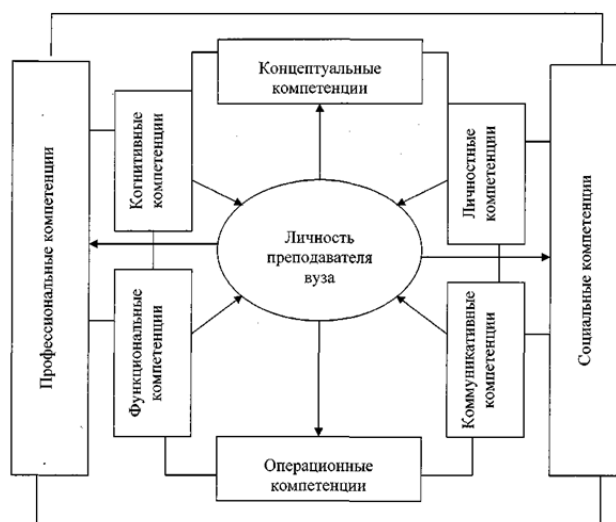


Рис. 2. Структурная модель ППК преподавателя вуза

Согласно этой модели, ППК преподавателя вуза включает профессиональные и социальные компетенции. Профессиональные компетенции распадаются на когнитивные и функциональные, а социальные на личностные и коммуникативные. При этом когнитивные и личностные компетенции мы относим к концептуальным компетенциям, а функциональные и коммуникативные – к операционным.

Однако не следует отождествлять, например, личностные компетенции педагога с личностными компетенциями индивидуума вообще. Подчеркнем особо количественные и качественные различия характеристик этих уровней. В состав профессионально-педагогической компетентности преподавателя вуза входят только профессионально значимые, а не все возможные виды когнитивных, личностных и коммуникативных компетенций. Соблюдение принципа минимальной достаточности в отношении набора профессионально значимых компетенций делает созданную нами структурную модель применимой на практике, поскольку невозможно оценить что-либо по бесконечному количеству параметров. Особо следует подчеркнуть, что в ходе изучения научной литературы по данному вопросу нам приходилось встречать количественно разные наборы профессионально-педагогических компетенций, являющиеся, как правило, всеобъемлющими и многогранными. Но авторы, осуществляющие реальные практические исследования, ограничивают себя набором из восьми - десяти ключевых показателей (компетенций). Мы считаем эту позицию единственно верной и утилитарной.

Современная тенденция к зафиксированному документально праву осуществлять трудовую деятельность, включающему, в первую очередь, определенный уровень профессиональной компетентности работника, требует от преподавателя вуза документального подтверждения права вести преподавательскую деятельность. Из разграничения таких видов деятельности, как научная и учебная, следует и требование к разграничению документов, подтверждающих уровень научной и педагогической компетентности. Следовательно, у преподавателя должен быть диплом или другой сертификат государственного образца, подтверждающий наличие у него функциональных педагогических компетенций определенного уровня.

Данное утверждение позволяет выявить ещё одну проблему, связанную с профессионально-педагогической компетентностью действующего профессорско-преподавательского

состава в технических вузах, а именно – отсутствие у большинства преподавателей специальной (психолого-педагогической) подготовки и использование такими преподавателями механизма компенсации для выполнения своих профессиональных обязанностей. Конечно, большая часть преподавателей приобретает определенный набор специальных компетенций в результате практической деятельности. Однако, как показывает практика и результаты проведенной нами диагностики, для большинства преподавателей технических вузов справедливы следующие утверждения:

1) они не имеют педагогической подготовки, никогда не задумывались о её необходимости и не представляют, что она должна включать и как её реализовывать;

2) не считают необходимой какую-либо педагогическую подготовку для преподавательской деятельности в техническом вузе в принципе и не признают необходимости наличия педагогических компетенций ни у себя, ни у выпускников инженерных специальностей как потенциальных коллег;

3) даже имея профессионально-педагогическую подготовку, преподаватели технических вузов не фокусируются на подготовке «смены» для себя, т.е., работая со студентами, они уделяют время только специальной подготовке по своей дисциплине, видя в выпускниках (особенно в магистрах) кадры для промышленности, науки, других отраслей, но не для вуза.

Стремясь быть объективными в оценке ситуации, мы хотели бы обязательно отметить, что понимание необходимости педагогических умений и навыков все-таки существует как на уровне государства, так и на уровне руководства технических вузов. Но исторически сложившаяся ситуация, когда основной и практически единственно необходимой компетентностью преподавателя считается его узкоспециальная подготовка по техническим дисциплинам, привела к обесцениванию педагогической подготовки и снижению требований к её уровню.

Таким образом, выявленные нами проблемы профессионально-педагогической компетентности действующего профессорско-преподавательского состава технических вузов очень серьезны, но преодолимы. И основой решения проблем может стать сам принцип кадрового обеспечения в системе ВПО.

Ведущим фактором решения обозначенных проблем в данной системе является её принципиальное отличие от других сфер общества, связанное с самовозобновляемостью.

Поясним эту мысль: для всех отраслей профессиональное обучение есть внешний процесс, осуществляемый независимым от предприятий этой сферы учреждением – специализированным вузом. Именно он поставляет и основной контингент учителей в школы и колледжи. Но для высшей школы подготовка кадров – внутренняя задача, что имеет свои положительные и отрицательные стороны. С одной стороны, вузы, являясь потенциальными работодателями, могут конкретизировать требования к кадрам и организовать их подготовку так, чтобы максимально удовлетворить свои же требования. С другой стороны, многолетняя репродукция и изолированность при подготовке профессорско-преподавательского состава неминуемо приводят к снижению качества такой подготовки.

Можно предположить, что этот аспект проблемы кадрового обеспечения ВПО может быть решен с помощью двухуровневой системы высшего образования. Однако, изучив нормативную документацию по данному вопросу, мы выявили противоречие требований к потенциальным преподавателям вуза. В частности, согласно статье 6 ФЗ «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» в Российской Федерации устанавливаются два уровня высшего профессионального образования: бакалавриат и магистратура. Следовательно, бакалавриат – это логически законченная «ступень образования, дающая возможность студенту вуза получить ученую степень первого уровня высшего образования» [4].

Другими словами, бакалавр – тоже специалист с дипломом о высшем образовании, чья квалификация «бакалавр» при поступлении на работу дает гражданину право занимать должности, для которых квалификационными требованиями предусмотрено высшее профессиональное образование.

Закон «О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации «Об образовании» и Федеральный закон «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» предполагает, что «первый уровень высшего образования (бакалавриат) обеспечивает возможность успешной работы на должностях, требующих высшего профессионального образования, которые предусматривают осуществление исполнительских функций в производственной или социально-экономической сфере» [5]. Начальное и среднее профессиональное образование можно отнести именно к таким социальным институтам, а учитель средней школы и преподаватель колледжа, следовательно, могут иметь

диплом бакалавра. Такое положение не нарушает необходимого принципа соподчинения уровней в системе образования.

В отличие от них в высшем образовании ситуация не столь однозначна. «Типовое положение об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении)», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации в 2008 г. гласит, что «к педагогической деятельности в высшем учебном заведении допускаются лица, имеющие высшее профессиональное образование. Образовательный ценз указанных лиц подтверждается документами государственного образца о соответствующем уровне образования и (или) квалификации» [5].

Исходя из содержания этих законодательных актов, можно сделать вывод, что бакалавр может (имеет право) и должен (согласно государственному замыслу) работать там, где сегодня работает дипломированный специалист, а раз последний – это основной образовательный уровень профессорско-преподавательского состава вузов, то нет законодательных барьеров для того, чтобы бакалавр преподавал в вузе. Это еще один парадокс в кадровом вопросе ВПО.

Так имеет ли выпускник бакалавриата с дипломом о высшем образовании достаточный уровень профессиональной компетенции, чтобы преподавать в вузе? Чтобы аргументированно ответить на данный вопрос, нами были определены структура, содержание программы педагогической подготовки и приобретаемый студентами на момент выпуска уровень профессионально-педагогической подготовки.

Кафедра педагогики в разных её ипостасях есть в каждом вузе. В интересующих нас технических вузах – это, как правило, кафедры инженерной педагогики. В ГОСТАх второго поколения общий курс педагогики и психологии был введен в программу подготовки инженеров как элемент общесоциальной подготовки.

Однако количество часов и продолжительность его изучения едва ли можно считать полноценным курсом подготовки, а следовательно, вероятность того, что специалист-бакалавр сможет полно и эффективно преподавать в вузе, невелика. Отметим, что ГОСТы третьего поколения не содержат и такого, усеченного, курса. Его включение в программу подготовки бакалавров ложится целиком на усмотрение самих вузов. Логично предположить, что подготовка компетентных специалистов для системы ВПО неизбежно

должна быть одной из главных функций магистратуры технических вузов.

Однако парадокс современной системы высшего образования, с нашей точки зрения, заключается в том, что, фокусируясь на обслуживании других сфер общества, вузы не имеют специализированных программ по целенаправленной подготовке кадров для самих себя.

Доказательством служит объем, содержание и виды профессионально-педагогической подготовки магистрантов, которые, по нашему мнению, совершенно неудовлетворительны с точки зрения подготовки преподавателей технических вузов с достаточным уровнем их профессионально-педагогической компетентности.

В частности, профессионально ориентированная педагогическая подготовка магистров в непедагогических вузах очень узка и кратковременна, в силу чего она не может считаться полноценной. Курс включает теоретическую подготовку в форме лекций, рассчитанную на большой поток магистрантов в объеме менее 20 часов аудиторной нагрузки и аттестацию недифференцированным зачетом. Дополняет краткий курс педагогики непродолжительная (в течение одной-двух недель) педагогическая практика.

#### **Заключение**

Итак, мы выявили следующие проблемы, связанные с профессионально-педагогической компетентностью преподавательского состава ВПО:

- недостаточный уровень профессионально-педагогической компетентности у части действующих преподавателей вузов;

- недостаточное внимание к развитию профессионально-педагогической компетентности действующих преподавателей и магистрантов как потенциальных преподавателей технических вузов со стороны государства, руководства вузов и самих сотрудников названных образовательных учреждений;

- отсутствие эффективной технологии формирования профессионально-педагогической компетентности действующих преподавателей и магистрантов, отвечающей практическим целям подготовки кадров для ВПО.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что проблема профессионально-

педагогической подготовки преподавателей технических вузов, в целом, и магистрантов, в частности, до сих пор не осознается как реально существующая и важная ни органами руководства образовательной системой страны, ни самими вузами, что требует создания специальной технологии и её применения в ходе образовательного процесса в магистратуре.

#### **Библиографический список**

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электрон. ресурс]. - URL: <http://dic.academic.ru>
2. Дикарева, А.А. Социология труда [Текст] / А.А. Дикарева, М.И. Мирская. - М.: Высшая школа, 1989. - 129 с.
3. Большой толковый словарь русского языка [Текст] / гл. ред. С.А. Кузнецов. - СПб.: «Норинг», 2004. - 1536 с.
4. Тузлукова, В.И. Научно-педагогический глоссарий учителя экономики: Национальная экономическая энциклопедия [Электрон. ресурс] / В.И. Тузлукова. - URL: <http://vocabulary.ru/dictionary>
5. Российская Федерация. Законы. [Электрон. ресурс] - URL: <http://mon.gov.ru/dok/fz/obr/3986/>

#### **THE PROBLEM OF PROFESSIONAL PEDAGOGICAL COMPETENCE IN HIGHER VOCATIONAL SCHOOL**

S. M. Paschina, I. A. Tarasova

The authors of the article specify and expand the concept of «professional pedagogical competence of a higher school lecturer». The structure of this concept is build and the authors` model of «professional pedagogical competence of a higher school lecturer» is substantiated. In the article the authors give quite a detailed comparative analysis of ideas about professional pedagogical competence of a higher school lecturer and indicate staff problems in higher school.

*Пащина Светлана Михайловна - к.п.н., доцент кафедры инженерной педагогики; ФГБОУ ВПО «СибАДИ», педагогика и методика ВПО*

*Тарасова Ирина Анатольевна- соискатель кафедры инженерной педагогики ФГБОУ ВПО «СибАДИ», старший преподаватель кафедры общественных наук; ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского», филиал в г.Омске, 644010, Омск, ул. Пушкина, 63. педагогика и методика ВПО. e-mail: [itarasova\\_omsk@mail.ru](mailto:itarasova_omsk@mail.ru)*

## Требования к оформлению научных статей, направляемых в “Вестник СибАДИ”

**О рассмотрении** поступивших материалов. В редакции все поступившие статьи направляются на рецензирование. Высказанные замечания передаются автору по электронной почте. После переработки материалы вновь рассматривает рецензент, после чего принимается решение о возможности публикации. **Решение о публикации статей** принимается редколлегией, в состав которой входят ведущие ученые ГОУ ВПО СибАДИ.

**Об оформлении.** Материалы необходимо предоставить в электронном виде и на бумаге форматом А4, ориентация листа - книжная. Оригинал должен быть чистым, не согнутым, без ручных правок. Нумерация страниц выполняется с обратной стороны листа карандашом. Объем статьи не должен превышать **7 страниц**.

Статья представляется в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial", отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный.

**Поля:** верхнее – 3,5 см, нижнее, левое и правое – по 2,5; **переплет** - 0 см; **колонтитул от края:** *верхний* - 2,0 см; *нижний* - 2,0 см.

**Заголовок.** В верхнем левом углу листа проставляется УДК (размер шрифта 10 пт.). Далее по центру полужирным шрифтом (Ж) размером 12 пт. прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (12 пт.) – инициалы, фамилия автора. Через строку помещается текст аннотации на русском языке, ещё через строку – ключевые слова.

**Аннотация** (на русском языке). Начинается словом «**Аннотация**» с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт.); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 10 пт.), выравнивание по ширине. Отступ абзаца справа и слева – 0,6 см.

**Ключевые слова:** помещаются после слов **ключевые слова** (ж, размер шрифта 10 пт), (двоеточие) и должны содержать не более 5 семантических единиц.

**Основной текст статьи** набирается шрифтом 10 пт. и включает в себя введение, основную часть и заключение. Части статьи озаглавливаются (шрифт полужирный, 10 пт.).

**Ссылки на литературные источники** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки ([1]). Ссылки должны быть последовательно пронумерованы.

Ниже основного текста (или текстов примечаний) печатается по центру жирным шрифтом заглавие “**Библиографический список**” и помещается пронумерованный перечень источников (шрифт 9 пт) в соответствии с действующими требованиями к библиографическому описанию (ГОСТ 7.05-2008).

В конце публикации, после списка литературы, размещается **Аннотация** на английском языке. Название статьи (шрифт полужирный, 10 пт.) и авторы - инициалы, фамилия (шрифт обычный, 10 пт.), выравниваются по центру. Текст аннотации (шрифт 10 пт.) выравнивается по ширине.

После аннотации размещают **информацию об авторе** (шрифт 9 пт. курсив): фамилия, имя, отчество – ученая степень и звание, должность и место работы. Основное направление научных исследований, общее количество публикаций, а также адрес электронной почты.

**Примечания** оформляются числами в виде верхнего индекса. Примечания должны быть последовательно пронумерованы. Тексты примечаний помещаются после основного текста перед библиографическим списком.

**Тексты примечаний.** Если в тексте есть примечания, ниже основного текста набирается по центру жирным шрифтом заглавие “Примечания” и через строку помещаются тексты примечаний, пронумерованные числом в виде верхнего индекса (например, 1).

**Формулы.** Простые внутрискладочные и однострочные формулы могут быть набраны без использования специальных редакторов – символами (допускается использование специальных символов из шрифтов Symbol, Greek Math Symbols, Math-PS Mathematica BTT). Сложные и многострочные формулы должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation. Смешение символов из текстовых редакторов с символами из редактора формул не допускается. Интервал в абзаце до и после формулы – 6 пт.

Если в тексте статьи содержатся **таблицы и иллюстрации**, то они должны быть пронумерованы (“Таблица 1 – Заголовок”, “Рис. 1. Наименование”), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подрисуночные подписи, выравнивание по центру) и помещены в конце статьи, после информации об авторе, или в отдельных файлах. В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: “на рисунке

1.....“, “в таблице 3.....“. До и после таблицы и рисунка интервал в абзаце 6 пт.

**Таблицы** помещаются на новой странице после списка литературы последовательно, согласно нумерации. Если таблица имеет большой объем, она может быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией.

**Иллюстрации** размещаются на новой странице после таблиц (или списка литературы) последовательно, согласно нумерации. Если иллюстрация имеет большой формат, она должна быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией. **Иллюстрации могут быть сканированными с оригинала или выполнены средствами компьютерной графики (с расширением JPEG, GIF, BMP).** Допускается размещение иллюстраций в отдельном файле электронной версии. Подписи к иллюстрациям могут прилагаться на отдельных страницах.

**Реферат статьи**, предназначенный для публикации в реферативном журнале, составляется на русском и английском языках и помещается в отдельном файле (РФ\_ст\_Иванова\_АП).

**Материалы для размещения в базе данных РУ НЭБ** представляются в отдельном файле

- 1.\* Фамилия, имя, отчество автора\*\*.
- 2.\* Место работы автора (если таковое имеется) в именительном падеже, адрес организации, должность\*\*.
- 3.\* Контактная информация (почтовый адрес, e-mail при её наличии)\*\*.
- 4.\* Название статьи.
- 5.\* Аннотация.
- 6.\* Ключевые слова: каждое слово или словосочетание отделяется от другого запятой или точкой с запятой.
7. Коды: УДК и/или ББК, и/или DOI и/или других классификационных индексов или систем регистрации.
8. Список пристатейных ссылок (или пристатейный список литературы).

\* Эти пункты приводятся на русском и английском языках.

\*\* Эти пункты указываются для каждого автора отдельно.

Важно четко, не допуская иной трактовки, указать место работы конкретного автора и должность.

**Рукопись** статьи должна быть подписана всеми соавторами с фразой: «статья публикуется впервые» и датой.

**Сведения об авторе** распечатываются и помещаются в отдельном файле в соответствии с образцом «Регистрационная карта автора».

Название файлов должно быть следующим: «Статья\_Иванова\_АП», «Рисунки\_Иванова\_АП», «РК\_Иванова\_АП», «РФ\_ст\_Иванова\_АП».

**Вместе с статьей необходимо предоставить ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ и РЕЦЕНЗИЮ.**

**Материалы не соответствующие вышеуказанным требованиям не рассматриваются.**

**Контактная информация:** e-mail: [Vestnik\\_Sibadi@sibadi.org](mailto:Vestnik_Sibadi@sibadi.org); Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия. Редакция журнала «Вестник СИБАДИ», патентно-информационный отдел – каб. 3232. тел. (3812) 65-98-33

Поступившие в редакцию материалы не возвращаются. Гонорары не выплачиваются.

**Статьи аспирантов публикуются бесплатно.**

Информация о научном рецензируемом журнале  
«Вестник СИБАДИ» размещена на сайте:

**<http://vestnik.sibadi.org>**

# **ВЕСТНИК СИБАДИ**

**Выпуск 3 (25) - 2012**

## **Главный редактор**

**В. Ю. Кирничный**  
Ректор ФГБОУ ВПО «СИБАДИ»

## **Заместитель главного редактора**

**В. В. Бирюков**  
Проректор по научной работе

## **Заместитель главного редактора**

**А. М. Завьялов**

Информация о научном рецензируемом журнале  
«Вестник СИБАДИ» размещена на сайте:  
**<http://vestnik.sibadi.org>**

**Контактная информация:** e-mail: **Vestnik\_Sibadi@sibadi.org**;  
Почтовый адрес: 644080, г. Омск, просп. Мира. 5. Сибирская государственная автомобильно-  
дорожная академия. Редакция журнала «Вестник СИБАДИ», патентно-информационный отдел –  
каб. 3232. тел. (3812) 65-98-33.

Компьютерная верстка  
Юренко Т.В.

Ответственный за выпуск  
Юренко Т.В.

Печать статей произведена с оригиналов,  
подготовленных авторами.

Подписано в печать 01.06.2012  
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial  
Печать оперативная. Бумага офсетная  
Усл. печ. л. 19,0. Тираж 500 экз.