

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 5 (27)

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. - № 5 (27). - 2012. – 175 с.

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

*Свидетельство о регистрации* ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 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 г.

Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory.

С 2009 года представлен в Научной Электронной Библиотеке **eLIBRARY.RU** и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**.

Редакционная коллегия осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат

*Редакционная коллегия:*

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

**Зам. главного редактора** – Бирюков В. В. д-р экон. 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:*

<b>Витвицкий Е. Е.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Волков В. Я.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Галдин Н. С.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Епифанцев Б. Н.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Жигадло А. П.</b>	д-р пед. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Кадисов Г. М.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Матвеев С. А.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Мещеряков В. А.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Мочалин С. М.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Плосконосова В. П.</b>	д-р филос. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Пономаренко Ю. Е.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Прокопец В. С.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Сиротюк В. В.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Смирнов А. В.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Щербаков В. С.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

*Editorial board*

<b>Kirnichny V.</b>	Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Editor-in-chief
<b>Birukov V.</b>	Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief
<b>Arkhipenko M.</b>	Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor
<b>Yurenko T.</b>	Publishing Editor

*Members of editorial board*

<b>Vitvitsky E.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Volkov V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Galdin N.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Epifantzev B.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Jigadlo A.</b>	Doctor of Pedagogical Science, Professor SibADI
<b>Kadisov G.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Matveev S.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Mescheryakov V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Mochalin S.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Ploskonosova V.</b>	Doctor of Philosophy, Professor SibADI
<b>Ponomarenko Yu.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Prokopets V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Sirotyk V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Smirnov A.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Scherbakov V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI

Адрес редакции: 644080. Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, каб. 3226.

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 11.07.2012 г. – издается 6 раз в год

Омск 2012

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

<b>Д. С. Алешков, Н. Ю. Урсова</b> Влияние кинематических характеристик питателя и базовой машины фрезерно-роторного снегоочистителя на процесс отделения стружки	7
<b>Д. В. Балагин</b> Методика оценки рабочего процесса дизеля по изменению температуры трубопроводов насоса высокого давления	10
<b>Е. Е. Витвицкий, Т. В. Самусова</b> Совершенствование оперативного планирования автомобильных перевозок грузов помашинными отправками в городах	15
<b>Н. С. Галдин, С. В. Курбацкая, О. В. Курбацкая</b> Особенности проектирования основных механизмов мостовых кранов	21
<b>В. П. Денисов, А. П. Домбровский, О. О. Мироничева</b> Повышение надежности эксплуатации автомобиля при управлении системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания	25
<b>Д. Н. Коротаев, Б. Ш. Алибаева</b> Повышение эффективности восстановления стальных деталей методом электроискрового легирования	30
<b>П. Ф. Кривоусов</b> Нормативы и основные расчеты в планировании марша автомобильных колонн при осуществлении воинских автомобильных перевозок	35
<b>В. Н. Кузнецова, А. Н. Шаймарданов</b> Повышение производительности холодных фрез посредством адаптивного управления	40
<b>А. В. Трофимов, А. В. Проценко</b> Математическая модель расчета значения нормируемого расхода топлива на основе данных получаемых от технических средств контроля	43

### РАЗДЕЛ II

#### СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<b>Г. Л. Горынин, О. Г. Горынина</b> Исследование напряженно-деформируемого состояния трехслойного двутавра в пространственной постановке	49
<b>А. М. Каримов, Е. В. Цыганкова</b> Инновационный подход в сохранении и воссоздании облика Казачьей Слободы в современной структуре Омска	54
<b>Ю. В. Краснощёков</b> Эффективность антенных опор, возводимых на ограниченной площади	60
<b>В. Е. Русанов</b> Эффективность применения фибробрызгбетона в мосто – и тоннелестроении	65
<b>А. В. Смирнов, Е. В. Андреева</b> Динамическое напряженное состояние слоев дорожных одежд конструкций, изгибаемых колебательным волновым полем	68
<b>И. Л. Чулкова</b> Известково-реставрационные композиты	71

### РАЗДЕЛ III

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

<b>А. О. Лисин</b> Система автоматизации моделирования виброзащитных устройств строительных машин	78
<b>В. В. Михеев, Д. А. Сагайдак, А. А. Свенч, Р. Р. Файзуллин</b> Алгоритмы обработки информации при передаче и хранении данных, основанные на процедуре разделения секрета	82
<b>С. В. Савельев, Г. Г. Бурый</b> Экспериментальные исследования «активной области» деформируемой среды при вибрационном уплотнении	88
<b>М. А. Чижик, В. Я. Волков, Е. Я. Сурженко</b> Программное обеспечение для построения графических оптимизационных моделей многофакторных процессов	95

<b>И. Л. Чулкова</b>	Автоматизированное проектирование строительных композитов	101
<b>Е. В. Шендалева</b>	Модели газотурбинных двигателей в пространстве состояний: динамический аспект	106
<b>В. С. Щербаков, А. В. Жданов, В. В. Меньков</b>	Интерфейс системы автоматизации проектирования гидроприводов рулевого управления	111

РАЗДЕЛ IV  
**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

<b>В. В. Алещенко, А. А. Кораблева</b>	Организационно-экономические аспекты развития малого инновационного предпринимательства на территории субъекта федерации	116
<b>Н. Г. Гавриленко</b>	Особенности развития транспортного комплекса России в современных условиях	123
<b>Т. Б. Дороболук</b>	Системная парадигма деловой среды: модель - объект	129
<b>В. Ю. Кирничный</b>	Совершенствование технологий и методов строительного производства в условиях создания инновационного кластера	136
<b>В. А. Коробова</b>	Документооборот как основа контроллинга на промышленных предприятиях	141
<b>Б. Г. Хаиров</b>	Формирование отношений властных и предпринимательских структур региона на принципах логистического администрирования	148
<b>А. А. Цикунов</b>	Оценка перспектив развития проектов частно - государственного партнерства	152
<b>И. В. Цыганкова, Т. В. Телятникова</b>	Профессиональная подготовка молодежи, ориентированная на нестандартную занятость	160

РАЗДЕЛ V  
**ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

<b>И. В. Иванова</b>	Развитие профессионально качеств специалистов посредством форм организации учебной деятельности	164
<b>В. Ю. Кирничный</b>	Практико-ориентированная подготовка кадров высшей квалификации в сфере строительства	168

## CONTENTS

### PART I

#### TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

<b>D. S. Aleshkov, N. Y. Urusova</b> Influence kinematics characteristic's of auger and base machine of snow blower in process is cutting of snow chip	7
<b>D. V. Balagin</b> Technique of an estimation of working process diesel engine on change of temperature pipelines of the pump a high pressure	10
<b>E. E. Vitvitskiy, T. V. Samusova</b> Improvement of operational planning the road transport of goods in the machinery shipments of in the cities	15
<b>N. S. Galdin, S. V. Kurbatskaya, O. V. Kurbatskaya</b> Features of designing of the basic mechanisms of bridge cranes	21
<b>V. P. Denisov, A. P. Dombrovsky, O. O. Mironicheva</b> Increase of the automobile maintenance reliability by control of an internal combustion engine cooling system	25
<b>D. N. Korotaev, B. S. Alimbaeva</b> Increase of efficiency of restoration of the steel details method of the electro spark alloying	30
<b>P. F. Krivousov</b> Guidelines and principle calculations of planning of automobile march under the realization of the military automobile traffic	35
<b>V. N. Kuznetsova, A. N. Shaimardanov</b> Increase productivity of cold milling machine by means adaptive control	40
<b>A. V. Trofimov, A. V. Protsenko</b> Mathematical model of calculating values of normalized fuel based on data obtained from the technical means of control	43

### PART II

#### ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

<b>G. L. Gorynin, O. G. Gorynina</b> The study of the stress-strain state in a three-layer i-beam in a three-dimensional formulation	49
<b>A. M. Karimov, E. V. Tsygankova</b> An innovative approach in the conservation and reconstruction of the kazachia sloboda in the modern structure of Omsk	54
<b>Y. V. Krasnoshekov</b> Application of model of component bar for the calculation of flag from the glued boards	60
<b>V. E. Rusanov</b> Efficiency of fibre reinforced shotcrete in bridges and tunnels application	65
<b>A. V. Smirnov, E. V. Andreeva</b> Dynamic tension of layers road clothes of the designs bent oscillatory wave field	68
<b>I. L. Chulkova</b> Limestone - restoration composites	71

### PART III

#### MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

<b>A. O. Lisin</b> Automation system modeling of vibroprotection devices construction machinery	78
<b>V. V. Mikheev, D. A. Sagaidak, A. A. Svench, R. R. Faizullin</b> Data processing algorithms based on secret sharing applied to the transmission and storage of the information	82
<b>S. V. Saveliev, G. G. Buriy</b> Environment at vibrating consolidation	88
<b>M. A. Chizhik, V. Y. Volkov, E. Y. Surzhenko</b> Graphic modeling's software of multifactorial processes	95
<b>I. L. Chulkova</b> The automated design of construction composites	101
<b>E. V. Shendaleva</b> Gas turbine engine simulation in state space: dynamic aspect	106

<b>V. S. Sherbakov, A. V. Zhdanov, V. V. Menkov</b> The system interface design automation hydraulic steering	111
--	-----

**PART IV  
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

<b>V. V. Aleshenko, A. A. Korableva</b> The organizational and economic aspects of small innovative business in the subject of federation	116
<b>N. G. Gavrilenko</b> Features of development of the transport complex of russia in modern conditions	123
<b>T. B. Dorobolyuk</b> System paradigm of business environment: model–object	129
<b>V. Y. Kirnichny</b> Improved technology and construction methods of production in a cluster of innovation	136
<b>V. A. Korobova</b> Flow of documents as the controlling basis at the industrial enterprises	141
<b>B. Khairov</b> Formation of relations the power and business structures area on the principles logistics administration	148
<b>A. A. Tsikunov</b> The assessment of development prospects of the private and state partnership projects	152
<b>I. V. Tsygankova, T. V. Telyatnikova</b> Professional preparation of young people is oriented to non-standard employment	160

**PART V  
GRADUATE EDUCATION**

<b>I.V. Ivanova</b> Forms of the organisation of educational activity	164
<b>V. Y. Kirnichny</b> Practice-oriented training highly qualified specialists in the construction industry	168

РАЗДЕЛ I

**ТРАНСПОРТ.  
ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

---

УДК 625.76

**ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТАТЕЛЯ  
И БАЗОВОЙ МАШИНЫ ФРЕЗЕРНО-РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ  
НА ПРОЦЕСС ОТДЕЛЕНИЯ СТРУЖКИ**

Д. С. Алешков, Н. Ю. Урусова

***Аннотация.** Рассматривается вопрос взаимодействия фрезы питателя с разрабатываемым слоем снега. Приводятся уравнения траектории движения точки фрезы в вертикальной плоскости, а также условие, определяющее характер взаимодействия фрезы со снежной стружкой в зависимости от угловой скорости фрезы и поступательной скорости движения базовой машины.*

***Ключевые слова:** фрезерно-роторный снегоочиститель, эффективность, фреза, траектория движения.*

**Введение**

Обеспечение содержания дорог особенно в зимнее время является неотъемлемой частью развития национальной транспортной системы и повышения эффективности экономического развития регионов [2, 5].

Одной из особенностей работы фрезерно-роторного снегоочистителя является то, что он объединяет два самостоятельных процесса: отделение и транспортирование снежной массы и ее отбрасывание в заданном направлении. При этом повышение эффективности работы фрезерно-роторного снегоочистителя невозможно без интенсификации каждого из этих процессов, формирующих технологический цикл работы снегоочистителя [7].

**Основная часть**

С точки зрения повышения эффективности фрезерно-роторных снегоочистителей актуальным является знание основных закономерностей влияния отдельных характеристик машины на работу фрезы [3].

Рассмотрим процесс отделения стружки снега фрезой питателя снегоочистителя в вертикальной плоскости, совпадающей с направлением движения базовой машины.

Уравнение траектории движения точки фрезы в этой плоскости описывается известным соотношением [1, 3, 4, 6]:

$$z = R \cos \omega \cdot t ,$$

$$x = V \cdot t + R \sin \omega \cdot t , \quad (1)$$

где  $t$  – рассматриваемый интервал времени,  $R$  – радиус фрезы,  $\omega$  – угловая скорость вращения фрезы,  $V$  – скорость движения снегоочистителя.

В зависимости от соотношения  $V$  и  $\omega$  уравнение циклоиды может принимать два вида, которые характеризуются наличием двух точек пересечения (см. рис. 1), или одной (см. рис. 2).

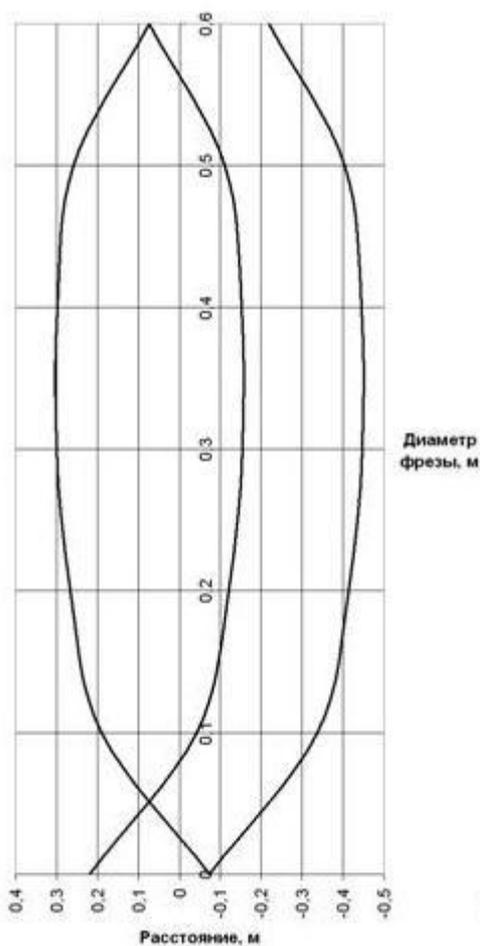


Рис. 1. Траектория движения точки фрезы при  $R = 0,3$  м,  $V = 1,4$  м/с,  $\omega = 30$  рад/с

Важно знать, при каких условиях присутствует тот или иной вид циклоиды, т.к. от того, какую траекторию описывает точка фрезы, будет зависеть время и место ее контакта с элементом снежной стружки и соответственно динамические характеристики самой снежной стружки. Проведем анализ системы (1) и определим наличие касательных в данной функции.

Для этого в системе уравнений (1) вычислим производные по параметру  $t$  [3]:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{dR \cos \omega \cdot t}{dt} = -R\omega \sin \omega \cdot t,$$

$$\frac{dx}{dt} = V + R\omega \cos \omega \cdot t.$$

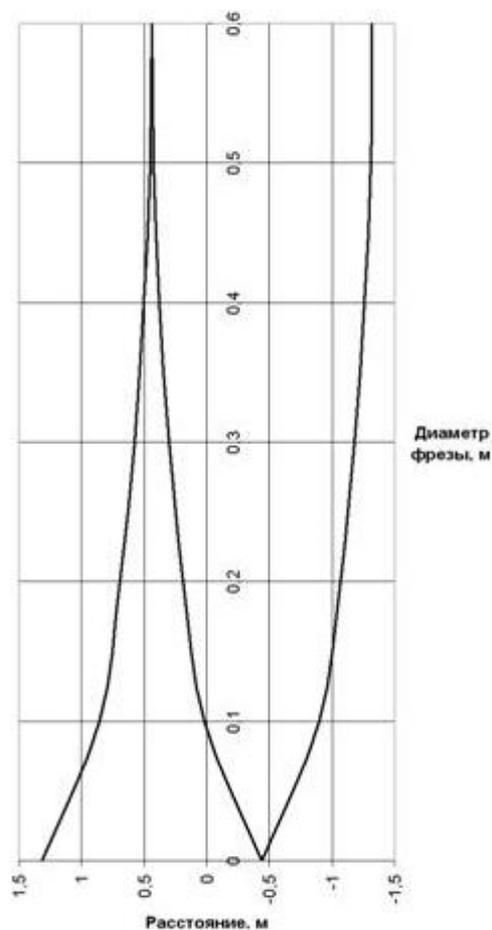


Рис. 2. Траектория движения точки фрезы при  $R = 0,3$  м,  $V = 1,4$  м/с,  $\omega = 5$  рад/с

Затем определяем производную по  $x$ , имеем [3]:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{-R\omega \sin \omega \cdot t}{V + R\omega \cos \omega \cdot t} = \infty.$$
 (2)

Уравнение для нахождения вертикальной касательной определяется из выражения (2) и имеет вид:

$$\frac{dz}{dx} = \infty.$$
 (3)

Очевидно, равенство (3) будет выполняться только при условии:

$$V + R\omega \cdot \cos \omega \cdot t = 0.$$
 (4)

Для нахождения корней уравнения (4), выразим из (4) время,  $t$ :

$$t = \frac{1}{\omega} \arccos\left(-\frac{V}{R\omega}\right), \quad (5)$$

в этой точке касательная к исследуемой кривой вертикальна.

Произведем подстановку (5) в систему (1), после ряда преобразований имеем:

$$z = -\frac{V}{\omega}$$

$$x = \frac{V}{\omega} \arccos\left(-\frac{V}{R\omega} + R\sqrt{1 - \frac{V}{R\omega}}\right). \quad (6)$$

Второе уравнение системы (6) накладывает ограничение на существование вертикальной касательной:

$$1 - \frac{V}{R\omega} \geq 0$$

или

$$\frac{V}{\omega} \leq R. \quad (7)$$

При этом очевидно, что одна точка касания к кривой (1) будет в случае, когда:

$$1 - \frac{V}{R\omega} = 0$$

или

$$\frac{V}{\omega} = R. \quad (8)$$

Таким образом, циклоида будет иметь вид, изображенный на рис. 2, когда параметры фрезерно-роторного снегоочистителя удовлетворяют (8).

При выполнении условия:

$$\frac{V}{\omega} < R, \quad (9)$$

траектория движения точек фрезы в плоскостях XOZ будет иметь две точки пересечения.

Область решения (8) представлена на рис. 3.

Соответственно множество решений (9) будет располагаться ниже поверхности, изображенной на рис. 3.

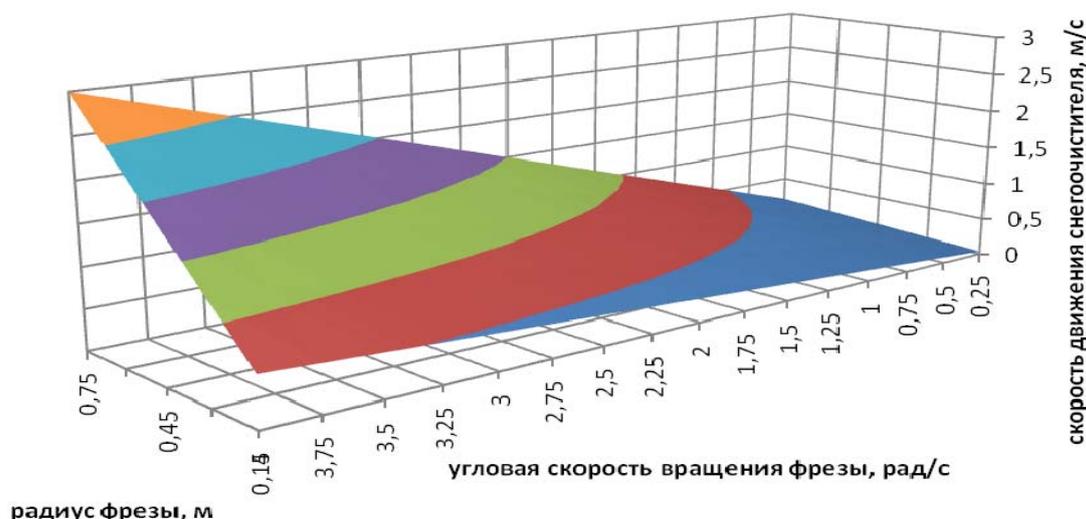


Рис. 3. Поверхность, определяющая характер движения точки фрезы в плоскости XOZ

### Заключение

Таким образом, принимаемые кинематические параметры фрезы и базовой машины должны являться элементами представленного множества, удовлетворяющего условию (9), что обеспечит высокую эффективность транспортирования снега к загрузочному окну питателя фрезерно-роторного снегоочистителя.

### Библиографический список

1. Бермант А. Ф. Краткий курс математического анализа [Текст]: учебное пособие / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. 15-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2009. – 736 с.: ил.
2. Бирюков В. В. Оценка эффективности инвестиционных проектов развития транспортных систем: эволюция и развитие подходов // Вестник СибАДИ. 2012. - № 2 (24). С. 97 – 101.
3. Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст]: в 2 т.: учебное пособие / Н. С. Писку-

нов. - Изд. стер. - М.: Интеграл-Пресс, 2006. - ISBN 5-89602-014-7. Т. 1. - 2006. - 415 с.: рис., табл.

4. Иванов А. И., Мишин В. А. Снегоочистители отбрасывающего действия. – М.: Машиностроение, 1981. – 159 с.: ил.

5. Кирничный В. Ю. Национальная транспортная система: тенденции и факторы развития в современных условиях // Вестник СибАДИ. 2012. - № 2 (24). С. 102 – 106.

6. Научные труды молодых ученых, аспирантов и студентов [Текст]: межвузовский сборник: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки (с международным участием) / СибАДИ; ред. В. Ю. Кирничный [и др.]. - Омск: СибАДИ, Вып. 9. 2012. - 331 с. / К вопросу движения снежной стружки под действием винтовой лопасти питателя в зоне резания / Н. Ю. Урусова. - С. 273-276.

7. Перспективы развития роторных снегоочистителей на базе трактора ЗТМ-60 (ЗТМ-82) [Текст] / Д. С. Алешков // Современные проблемы транспортного строительства, автомобилизации и высокоинтеллектуальные научно-педагогические технологии : тез. докл. на Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию образования СибАДИ / СибАДИ. - Омск, 2000. - Т. 3: Машины и процессы в строительстве / отв. ред. В. Б. Пермяков. - С. 19-20.

### INFLUENCE KINEMATICS CHARACTERISTIC'S OF AUGER AND BASE MACHINE OF SNOW BLOWER IN PROCESS IS CUTTING OF SNOW CHIP

D. S. Aleshkov, N. Y. Urusova

The question of auger interaction with cutting snow layer is investigated. Present equations trajectory of moving point auger in vertical plane and condition is defining character interaction auger with snow chip in dependency angle speed of auger and moving speed of base machine.

*Алешков Денис Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Техносферная безопасность» факультета «Экономика и управление» Сибирской автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований: подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины. Общее количество опубликованных работ: 15. E-mail: kaf\_bzhd@sibadi.org*

*Урусова Наталья Юрьевна – учебный мастер кафедры «Техносферная безопасность» факультета «Экономика и управление» Сибирской автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований: подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины. Общее количество опубликованных работ: 2. E-mail: urusova\_n@mail.ru*

УДК 629.424.3:621.436

### МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Д. В. Балагин

**Аннотация.** В статье приводятся методика и результаты экспериментальных исследований тепловых процессов в трубопроводах высокого давления топливной аппаратуры дизелей.

**Ключевые слова:** топливная аппаратура, дизель, тепловизионный контроль, трубопровод высокого давления, топливный насос высокого давления, форсунка, цилиндр, пирометр, тепловизор, термограмма.

В настоящее время на кафедре «Локомотивы» Омского государственного университета путей сообщения ведется разработка технологии тепловизионного контроля топливной аппаратуры (ТА) дизелей на основе визуализации температурных полей нагнетательных трубопроводов.

На нагрев узлов и элементов топливной системы высокого давления дизеля влияет множество факторов:

– температура в цилиндре дизеля, которая в свою очередь определяется состоянием цилиндропоршневой группы (компрессионные и маслосъемные кольца), характеристиками топливной аппаратуры (угол опережения подачи топлива, давление и продолжительность впрыска), температурой охлаждающей воды;

– излучение деталей дизеля имеющих высокую температуру поверхности (блок дизеля, выхлопной коллектор);

– техническое состояние и качество работы отдельных элементов топливной аппаратуры (нагнетательный клапан и плунжерная пара топливного насоса высокого давления (ТНВД), сопловой наконечник форсунки) [1–3].

Рассмотреть всю совокупность факторов на данном этапе исследований без каких-либо ограничений не представляется возможным.

Например, неизвестно в какой степени на нагрев форсунки и нагнетательного трубопровода влияет температура в цилиндре дизеля. Очевидно, предположить, что форсунка (охлаждаемая водой и циркулирующим топливом), находясь в плотном контакте с цилиндрической крышкой, воспринимает значительное количество теплоты. Кроме того, обладая определенной массой и толщиной стенок, является инерционной в скорости изменения температуры. Следовательно, контроль температуры нагрева форсунки не даст однозначной оценки, что является причиной отклонения температуры поверхности от нормы (состояние поршневых колец или изменение характеристик топливоподачи по причине ухудшения состояния отдельных элементов форсунки).

Нагнетательный трубопровод находится в плотном соединении с форсункой. Очевидно, что он также воспринимает какую-то долю теплоты от цилиндрической крышки (через форсунку) и подвержен воздействию теплового излучения блока дизеля. Топливные системы высокого давления дизелей с ТНВД блочного типа (ПД1М, К6S310DR и т. д.) имеют нагнетательные трубопроводы длиной до 1,5 м [4].

Поэтому, можно предположить, что температура в средней части трубопровода (и далее к ТНВД) в значительной степени будет определяться техническим состоянием соплового наконечника форсунки, нагнетательного клапана и плунжерной пары ТНВД и параметрами самой топливной аппаратуры (цикловая подача топлива). Главными параметрами топливоподачи, определяющими температуру поверхности (нагрева) нагнетательного трубопровода являются давление, температура и расход циркулирующего топлива. В свою очередь они зависят от множества других факторов (техническое состояние элементов топливной аппаратуры, температура окружающей среды, плотность топлива). Кроме того, давление в нагнетательном трубопроводе за цикл изменяется в значительных пределах (от 20 до 70 МПа) по сложному закону и зависит от режима работы силовой установки тепловоза (режим холостого хода, частичной нагрузки или номинальной мощности) [5].

Для подтверждения предположения о различной степени нагрева нагнетательных трубопроводов в зависимости от технического состояния топливной аппаратуры (форсунка, ТНВД) и предварительной оценки о возможности проведения теплового (тепловизионного, пирометрического) контроля их работоспособности проведен ряд экспериментов на дизеле 6ЧН16/22,5 фирмы Skoda кафедры «Локомотивы» (рисунок. 1).



Рис. 1. Дизель 6ЧН16/22,5, тепловизор ИРТИС 2000 и пирометр Raytek MiniTemp

Дизель 6ЧН16/22,5 – четырехтактный, с газотурбинным наддувом, номинальная мощность – 147 кВт, при частоте вращения коленчатого вала 750 мин<sup>-1</sup>. В топливной системе высокого

давления используются ТНВД блочного типа. Технические характеристики двигателя приведены в таблице 1.

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 - Технические характеристики дизеля 6ЧН16-22,5

Номинальная мощность, $N_e$ , кВт	147
Номинальная частота вращения коленчатого вала, $n_d$ , мин. <sup>-1</sup>	750
Число цилиндров, $Z$	6
Диаметр цилиндров, $D$ , м	0,160
Ход поршня, $S$ , м	0,225
Рабочий объем цилиндра, $V_h$ , м <sup>3</sup>	0,004524
Степень сжатия, $\epsilon$	13,4-13,5
Порядок работы цилиндров	1-5-3-6-2-4
Удельный эффективный расход топлива, $g_e$ , кг/(кВт·ч)	0,241
Удельный расход масла, $g_m$ , кг/(кВт·ч)	0,00545
Среднее эффективное давление $P_e$ , МПа	0,84
Давление надувочного воздуха $P_k$ , МПа	0,126-0,130
Максимальное давление сгорания $P_z$ , МПа	7,1-7,5
Давление в конце сжатия $P_c$ , МПа	3,8-4,2
Давление открытия иглы форсунки $P_\phi$ , МПа	25,0 ± 0,5

Для проведения бесконтактного теплового контроля использовались пирометр Raytek MiniTemp и портативный компьютерный термограф (тепловизор) ИРТИС 2000, состоящий из: ИК-приемной камеры, компьютера

типа «NOTEBOOK», и специального программного обеспечения (рисунок 1). Технические характеристики приборов приведены в таблицы 2, 3.

Таблица 2 - Технические характеристики тепловизора ИРТИС-2000

Приемник	InSb, охлаждение жидким азотом
Спектральный диапазон	3 – 5 мкм
Пространственное разрешение	<2mrad
Поле зрения камеры	25×20 град
Время сканирования кадра	1,5 с
Чувствительность к перепаду температуры на уровне 30°	0,05°
Диапазон измерения температуры	От минус 20 до плюс 200 °С
Точность измерения	± 1 %
Время автономного режима работы	5 ч
Масса прибора	1,8 кг

Таблица 3 - Технические характеристики пирометра Raytek MiniTemp

Диапазон измерений	-18 ... 275°C (-30 ... 200±C)
Точность (при температуре окружающей среды 23±C)	±2%, но не меньше ±2°C в диапазоне -1° 275°C; ±3°C в диапазоне -18 ± -1°C
Воспроизводимость	±2% от ИВ, но не меньше ±2°C
Время отклика; спектральный отклик	500 мсек. (95% от ИВ); 7 ... 18 м
Коэффициент излучения	фиксированный 0.95
Рабочая температура	0 ... 50°C
Вес / Габариты	227 гр./152 x 101 x 38 мм
Лазер (Класс II)	Laser Point6

На первом этапе, для общей оценки технического состояния цилиндропоршневой группы, топливной аппаратуры и качества протекания рабочего процесса были определены (при помощи максиметра (рисунок 2) давление сжатия ( $P_c$ ) и максимальное давление сгорания ( $P_z$ ) по цилиндрам. Газы из ци-

линдра двигателя поступали к манометру, проходя через невозвратный клапан. При включенных топливных насосах манометр показывал давление сгорания, а при выключенной подаче топлива – давление в конце сжатия. Ошибка измерений не превышала 0,03 МПа и является незначительной.



Рис. 2. Максиметр, дизель 6ЧН16/22,5

Установлено, что в I, II и III цилиндрах не создается необходимое давление сгорания. Очевидно, что при удовлетворительном техническом состоянии цилиндропоршневой группы причина заключается в качестве работе топливной аппаратуры.

Эксперимент по контролю температуры нагрева нагнетательных трубопроводов проводился в следующей последовательности:

- подготовка к работе тепловизора и пирометра;
- запуск дизеля; прогрев дизеля при частоте вращения 450 мин<sup>-1</sup> в течение 10 мин.;

- включение нагрузочного реостата;
- вывод дизеля на вторую ступень нагрузки;
- работа дизеля на второй ступени нагрузки в течение 20 мин;
- проведение пирометрического и тепловизионного контроля температуры поверхности нагнетательных трубопроводов;
- переустановка форсунок по цилиндрам и повторение вышеперечисленных операций;
- анализ полученных результатов.

Результаты пирометрического контроля представлены в таблице 4, в которой приве-

дены для различных цилиндров дизеля давления воздуха в конце процесса сжатия ( $P_c$ ), максимальная величина давления сгорания топлива ( $P_z$ ) и температура на поверхности трубопроводов ( $t_{тр}$ ). Исследования проведены

для режимов работы дизеля на малых нагрузках. Температура на поверхности трубопровода определялась на расстоянии 40 см от ТНВД.

Таблица 4 - Влияние процессов происходящих в цилиндрах дизеля на температуру нагнетательных трубопроводов ТА

Режим малых нагрузок	Параметр	Цилиндр					
		1	2	3	4	5	6
$N_e = 22,7 \text{ кВт}$ $n = 450 \text{ мин}^{-1}$	$P_c, \text{ МПа}$	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,5
	$P_z, \text{ МПа}$	2,6	3,5	3,2	4,85	4,9	5,1
	$t_{тр}, \text{ }^\circ\text{C (40см)}$	33,3	34,2	32,9	39,2	39,8	41,5
Опыт № 2 после смены положения форсунок		Замена форсунок					
		4	5	6	1	2	3
$N_e = 24 \text{ кВт}$ $n = 450 \text{ мин}^{-1}$	$P_c, \text{ МПа}$	2,3	2,4	2,5	2,4	2,4	2,3
	$P_z, \text{ МПа}$	5,2	4,95	5,0	2,8	3,2	3,1
	$t_{тр}, \text{ }^\circ\text{C (40см)}$	41,2	40,1	39,4	35,3	35,2	34,9

Одновременно с пирометрическим контролем проводилось термографирование топливной аппаратуры дизеля, при первоначаль-

ном расположении форсунок по цилиндрам (рисунок 3).

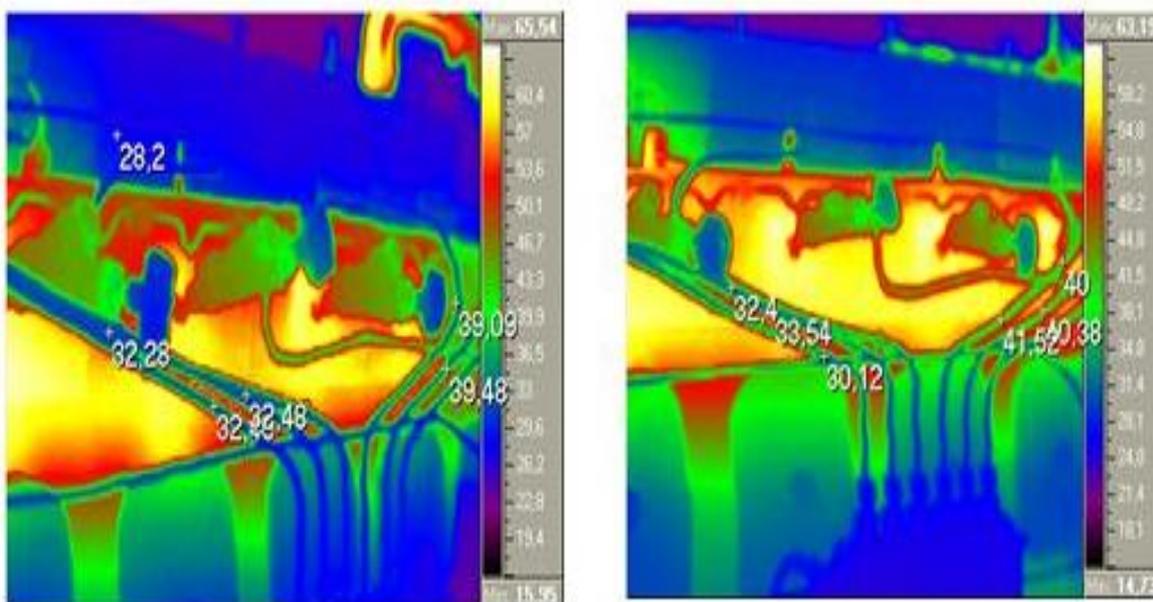


Рис. 3. Термограммы трубопроводов высокого давления после 20 мин работы дизеля под нагрузкой

Эксперимент проводился на дизеле, имеющем удовлетворительное состояние цилиндропоршневой группы, следовательно, возможное влияние поршневых колец на давление и температуру в цилиндре было исключено.

Анализ результатов эксперимента пока-

зал, что температура поверхности нагнетательного трубопровода свидетельствует о неудовлетворительном техническом состоянии топливной аппаратуры (форсунок). Правомочность принятого заключения подтверждается переустановкой форсунок по цилинд-

рам и определением максимального давления сгорания (таблица 4).

В конце работы можно сделать следующие выводы:

1. Предложена методика оценки рабочего процесса в цилиндрах дизеля по температуре трубопроводов насоса высокого давления.

2. Необходимы дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования влияния температуры трубопровода на оценку состояния топливной аппаратуры и цилиндропоршневой группы дизеля.

### Библиографический список

1. Лышевский А. С. Питание дизелей: учебное пособие / А. С. Лышевский. – Новочеркасск: Типография политехн. института, 1974. – 468 с.

2. Криворудченко В. Ф. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта: учебник для вузов ж.-д. трансп. / Р. А. Ахмеджанов, В. Ф. Криворудченко. – М.: Маршрут, 2005. – 436 с.

3. Гуревич А. Н. Топливная аппаратура тепловозных и судовых двигателей типа Д100 и Д50: учебное пособие / А. Н. Гуревич, З. И. Сурженко, П. Т. Клепач. – М.: Машиностроение, 1968. – 248 с.

4. Локомотивные энергетические установки : учебник для вузов ж.-д. трансп. / А. И. Володин, В.

З. Зюбанов, В. Д. Кузьмич и др. ; под. общ. ред. А. И. Володина. – М.: ИПК «Желдориздат», 2002. – 718 с.

5. Блинов П. Н. Совершенствование технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры тепловозных дизелей: дис. ... д-ра техн. наук. Омск, 1986. – 178 с.

### TECHNIQUE OF AN ESTIMATION OF WORKING PROCESS DIESEL ENGINE ON CHANGE OF TEMPERATURE PIPELINES OF THE PUMP A HIGH PRESSURE

D. V. Balagin

In the article, the technique and results of experimental research thermal processes in pipelines of a high pressure of fuel equipment of diesel engines are resulted.

*Балагин Дмитрий Владимирович - инженер кафедры «Локомотивы» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС). Основные направления научной деятельности: Разработка методики теплоэнергетической визуализации двигателей внутреннего сгорания с целью диагностирования их технического состояния. Общее количество опубликованных работ: 10. e-mail: balagin@mail.ru*

УДК 656.13.02

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ПО МАШИНЫМИ ОТПРАВКАМИ В ГОРОДАХ

Е. Е. Витвицкий, Т. В. Самусова

**Аннотация.** Потребность выполнения обязательств по договорам перевозки грузов обуславливает необходимость их выполнения путем учета в оперативном планировании вероятностного характера транспортного процесса.

**Ключевые слова:** грузовые автомобильные перевозки, оперативное планирование, вероятность, гарантированная перевозка груза.

### Введение

Необходимость выполнения на практике взятых на себя обязательств Перевозчиком, по договору перевозки, требует, на стадии планирования, наличия инструмента, позволяющего оценить возможности Перевозчика в конкретных эксплуатационных условиях с учетом вероятного характера транспортного процесса.

### Основная часть

Известно, что автомобили не просто перевозят грузы на маршрутах, а выполняют работу в автотранспортных системах перевозок грузов (АТСПГ) [1].

Перевозка грузов осуществляется на основании договора, ему предшествует оперативное планирование, основной задачей которого является определение величин пока-

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

зателей работы, возможных к выполнению, в заданных эксплуатационных условиях и потребного количества транспортных средств.

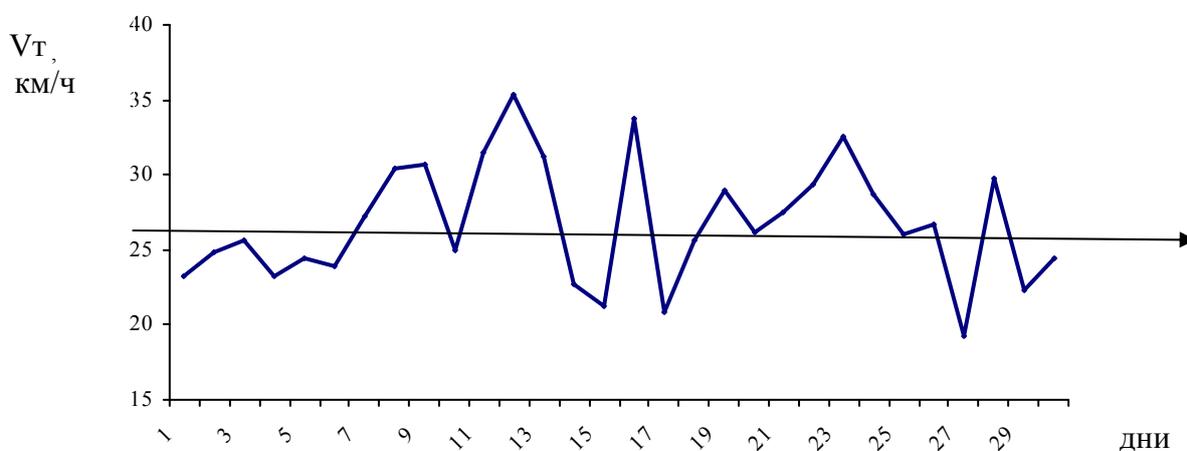
Рассмотрим решение задачи при перевозке грузов в наименее сложной АТСПГ – в микросистеме, на примере работы одного автомобиля по маятниковому маршруту, с обратным не груженым пробегом, при перевозке строительных грузов в г. Омске, из карьера на объект ООО «ЗЖБИ № 7», при следующих

условиях: грузоподъемность автомобиля ( $q$ ) = 17 т, холостой пробег ( $l_x$ ) = 17 км, пробег с грузом ( $l_r$ ) = 17 км, время в наряде ( $T_n$ ) = 8 ч., нулевой пробег первый ( $ln_1$ ) принимаем равным нулю, класс груза 1. Величины среднетехнической скорости ( $V_T$ ) и времени погрузки-выгрузки ( $t_{пв}$ ) получены на основе натурных наблюдений и представлены в таблице 1, столбец 2 и 3.

Таблица 1- Величины среднетехнической скорости и времени погрузки-выгрузки

Порядковый номер дня наблюдения	Среднетехническая скорость $V_T$ , км·ч	Время простоя под погрузкой-разгрузкой $t_{пв}$ , ч
1	23,2	0,55
2	24,8	0,62
3	25,7	0,53
4	23,2	0,70
5	24,5	0,72
6	23,9	0,63
7	27,2	0,75
8	30,4	0,48
9	30,7	0,50
10	25,0	0,67
11	31,5	0,80
12	35,3	0,82
13	31,2	0,73
14	22,7	0,69
15	21,2	0,71
16	33,8	0,51
17	20,9	0,47
18	25,7	0,52
19	28,9	0,83
20	26,2	0,59
21	27,5	0,95
22	29,3	0,49
23	32,5	0,55
24	28,7	0,77
25	26,0	0,62
26	26,7	0,64
27	19,2	0,51
28	29,7	0,62
29	22,3	0,63
30	24,4	0,78

Изменения величин  $V_T$  и  $t_{пв}$  в периоде наблюдений представлено на рисунках 1 и 2.



где  $\longrightarrow$  среднее значение наблюдаемого показателя

Рис. 1. Динамика  $V_T$  в периоде наблюдений

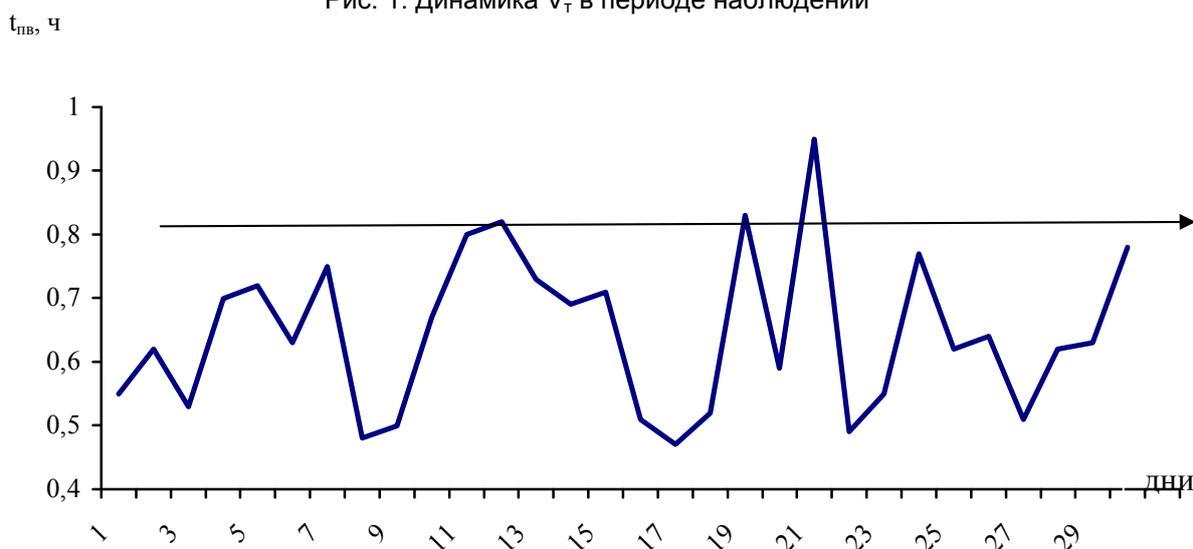


Рис. 2. Динамика  $t_{пв}$  в периоде наблюдений

Данные таблицы 1 и рис. 1, 2 подтверждают, что величины  $V_T$  и  $t_{пв}$  вероятностные и принимают различные значения. Определено, что величина  $V_T$  находится в пределах  $26,2 \pm 4,1$  км/ч., а величина  $t_{пв}$  в пределах  $0,73 \pm 0,12$  ч.

Спроектируем перевозку грузов в микро-системе, при исходных данных, изложенных выше, при  $V_T = 26,2$  км/ч.,  $t_{пв} = 0,73$  ч., используя модель [1].

Результаты расчета: возможное количество ездов – 4,0 (таблица 2. столбец 2); выработка автомобиля в тоннах за смену – 68,0, выработка автомобиля в тонно-километрах за смену – 1156,0, общий пробег автомобиля –

136,0 км, фактическое время нахождения автомобиля в наряде – 8,1 ч., принимаем в качестве плана в исходных эксплуатационных условиях.

Планирование перевозок грузов в микро-системе, с учетом вероятностных величин  $V_T$  и  $t_{пв}$ , произведем, используя разработанную в СибАДИ модель [1].

Выполним расчет числа ездов по каждому дню наблюдений, используя полученные величины  $V_T$ ,  $t_{пв}$  и выше упомянутую вероятностную модель микро-системы [2], результаты представим в таблице 2, столбец 3.

Таблица 2 - Величины числа ездов

Порядковый номер дня наблюдения	Число ездов, рассчитанное по средним величинам $V_T$ и $t_{пв}$	Число ездов, рассчитанное по вероятностным величинам $V_T$ и $t_{пв}$
1	4	5
1	4	3
2	4	4
3	4	4
4	4	3
5	4	3
6	4	3
7	4	4
8	4	5
9	4	4
10	4	3
11	4	4
12	4	4
13	4	4
14	4	3
15	4	3
16	4	5
17	4	3
18	4	4
19	4	3
20	4	4
21	4	3
22	4	4
23	4	5
24	4	4
25	4	4
26	4	4
27	4	3
28	4	4
29	4	3
30	4	3

По результатам расчетов (см. табл. 2) установлено, что из 30 дней наблюдаемого периода, в тринадцати днях (43,33 %), план перевозок, определенный по средним значениям  $V_T$ ,  $t_{пв}$ , выполнен не будет. Исходя из действий, предпринимаемых на практике, где для выполнения плана перевозок добавляют еще автомобили к имеющимся [3], поступим аналогично. Для добавления автомобиля в микросистему потребуются денежные средства. Рассчитаем объем денежных средств, исходя из того, что автомобиль будет работать на условиях почасовой оплаты. Например, предприятие ООО «ЗЖБИ №7» предоставляет подвижной состав, исходя из повременного

тарифа 800 рублей за час работы и минимальным заказом на 3 часа.

Рассчитаем затраты на перевозку грузов при средних значениях  $V_T$  и  $t_{пв}$ , округляя время в наряде фактическое до целого в большую сторону, при превышении целого числа более чем 0,1 ч. Среднее время нахождения одного автомобиля в наряде за один день равно 8,1 часа (округляем до 8 часов), следовательно затраты за 30 дней составят:

$$З = 8 \cdot 800 \cdot 30 = 192000 \text{ руб.}$$

Фактическое время нахождения в наряде в микросистеме одного автомобиля представлено в таблице 3.

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 3 - Время в наряде и затраты на перевозку груза

Порядковый номер дня наблюдения	Среднетехническая скорость $V_T$ , км·ч	Время простоя под погрузкой-разгрузкой $t_{пв}$ , ч	Фактическое время в наряде, ч	Округленное время в наряде, ч	Фактические затраты, руб.
1	23,2	0,55	7,33	8,00	6400
2	24,8	0,62	7,28	8,00	6400
3	25,7	0,53	6,75	7,00	5600
4	23,2	0,70	7,93	8,00	6400
5	24,5	0,72	7,74	8,00	6400
6	23,9	0,63	7,5	8,00	6400
7	27,2	0,75	7,38	8,00	6400
8	30,4	0,48	7,43	8,00	6400
9	30,7	0,50	7,48	8,00	6400
10	25,0	0,67	7,44	8,00	6400
11	31,5	0,80	6,98	7,00	5600
12	35,3	0,82	6,65	7,00	5600
13	31,2	0,73	6,73	7,00	5600
14	22,7	0,69	5,81	6,00	4800
15	21,2	0,71	6,14	7,00	5600
16	33,8	0,51	7,08	7,00	5600
17	20,9	0,47	7,57	8,00	6400
18	25,7	0,52	6,71	7,00	5600
19	28,9	0,83	7,44	8,00	6400
20	26,2	0,59	6,90	7,00	5600
21	27,5	0,95	5,94	6,00	4800
22	29,3	0,49	7,67	8,00	6400
23	32,5	0,55	7,46	8,00	6400
24	28,7	0,77	7,23	8,00	6400
25	26,0	0,62	7,06	7,00	5600
26	26,7	0,64	7,02	7,00	5600
27	19,2	0,51	5,96	6,00	4800
28	29,7	0,62	6,49	7,00	5600
29	22,3	0,63	7,86	8,00	6400
30	24,4	0,78	8,00	8,00	6400
Итого			212,96	223,00	178400

Фактические затраты (табл. 3, столбец 6) за 30 дней составят 178400 рублей, т.е на 13600 рублей меньше, при этом будет не выполнено 13 ездов за 13 дней.

Время выполнения одной ездки, в дни, когда план не будет выполнен, представлено также в таблице 4, столбец 4.

Таблица 4 - Время выполнения одной ездки и затраты на дополнительный автомобиль

Порядковый номер дня наблюдения	Среднетехническая скорость $V_T$ , км·ч	Время простоя под погрузкой-разгрузкой $t_{пв}$ , ч	Время выполнения одной ездки, ч	Время заказа автомобиля, ч.	Затраты, руб.
1	23,2	0,55	2,02	3,00	2400
4	23,2	0,70	2,17	3,00	2400
5	24,5	0,72	2,11	3,00	2400
6	23,9	0,63	2,05	3,00	2400

Продолжение таблицы 4 - Время выполнения одной ездки и затраты на дополнительный автомобиль

10	25,0	0,67	2,03	3,00	2400
14	22,7	0,69	2,19	3,00	2400
15	21,2	0,71	2,31	3,00	2400
17	20,9	0,47	2,10	3,00	2400
19	28,9	0,83	2,01	3,00	2400
21	27,5	0,95	2,19	3,00	2400
27	19,2	0,51	2,28	3,00	2400
29	22,3	0,63	2,15	3,00	2400
30	24,4	0,78	2,17	3,00	2400
Итого			27,78	39,00	31200

Для обеспечения плана перевозок грузов в рассматриваемом примере, в течение 30 дней, потребуется  $178400+31200=209600$  руб., что на 17600 рублей больше, чем по расчету с использованием средних значений  $V_T$  и  $t_{пв}$ .

#### **Заключение**

Полученная сумма есть денежные средства для найма дополнительного автомобиля, в те дни, когда план перевозок не выполняется и поэтому эта сумма должна быть заранее учтена в стоимости услуг в договоре, для гарантированной перевозки груза.

#### **Библиографический список**

1. Грузовые автомобильные перевозки: Монография/Николин В. И., Мочалин С. М., Витвицкий Е. Е. – Омск: Изд-во «Вариант – Сибирь», 2004. – 480 с.
2. Ловыгина Н. В. Оптимизация планирования перевозок грузов помашинными отправлениями с учетом влияния вероятностных факторов. Дис. канд. техн. наук. – Тюмень, 2010., 161 с.
3. Грузовые автомобильные перевозки: учебник. Доп. УМО по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов / Вельможин А.В., Гудков В. А., Миротин Л. Б., Куликов А. В.. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 560 с.

#### **IMPROVEMENT OF OPERATIONAL PLANNING THE ROAD TRANSPORT OF GOODS IN THE MACHINERY SHIPMENTS OF IN THE CITIES**

E. E. Vitvitskiy, T. V. Samusova

The need of the obligations under the contract of carriage of goods stipulates the necessity of their implementation by taking into account the operative planning of the probabilistic nature of the transport process.

*Евгений Евгеньевич Витвицкий - д.т.н, доцент, Зав. кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте», ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: Теория грузовых автомобильных перевозок. Общее количество опубликованных работ: 171. e-mail: kaf\_oput@sibadi.org*

*Самусова Татьяна Владимировна - аспирант, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ), Основные направления научной деятельности: Теория грузовых автомобильных перевозок. Общее количество опубликованных работ: 11 e-mail: kaf\_oput@sibadi.org*

УДК 621.87:681.5

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Н. С. Галдин, С. В. Курбацкая, О. В. Курбацкая

**Аннотация.** Приведены основные сведения об общих принципах проектирования механизмов мостовых кранов.

**Ключевые слова:** мостовой кран, механизмы, проектирование.

### Введение

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов во многих отраслях промышленности, строительства невозможны без использования подъемно-транспортных машин. Применение которых позволяет исключить тяжелый ручной труд при выполнении основных и вспомогательных

производственных операций, погрузочно-разгрузочных работах [1, 2, 6].

Краны мостового типа (рис. 1) являются разновидностями подъемно-транспортных машин. Мостовые краны общего назначения, снабженные в основном грузовым крюком, предназначены для выполнения массовых погрузочно-разгрузочных работ.

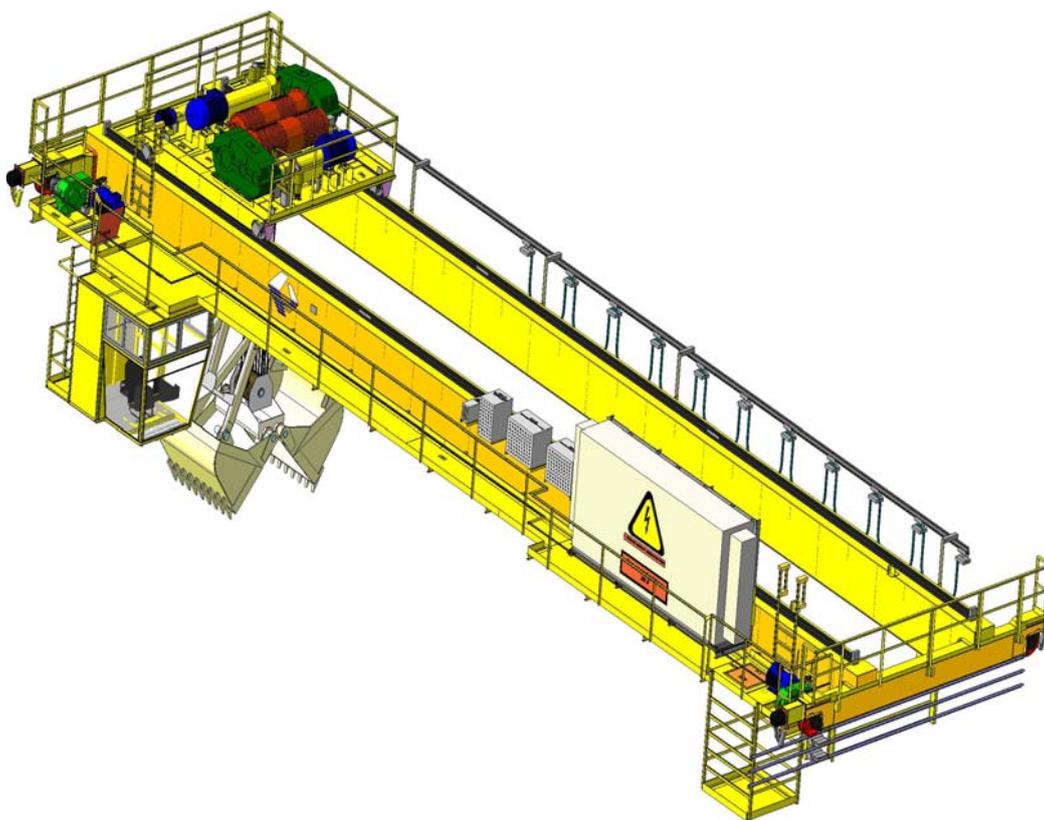


Рис. 1. Общий вид специального мостового крана с грейферным оборудованием

Краны мостового типа являются одними из наиболее универсальных средств механизации монтажных и погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях. Поэтому важное значение имеет совершенствование мостовых кранов, направленное на повышение их основных параметров: грузо-

подъемности; производительности и точности выполнения работ; расширение номенклатуры по грузоподъемности; использование различных видов приводов; улучшение их технических характеристик и качества.

### Проектирование мостовых кранов

Мостовые краны являются динамической системой, которая представляет собой совокупность различных подсистем, состояние которых изменяется во времени под воздействием различных возмущений.

Ведущим принципом автоматизированного проектирования мостового крана является представление его в виде иерархической системы. Иерархическими называются системы, имеющие многоуровневую структуру (рис.2).

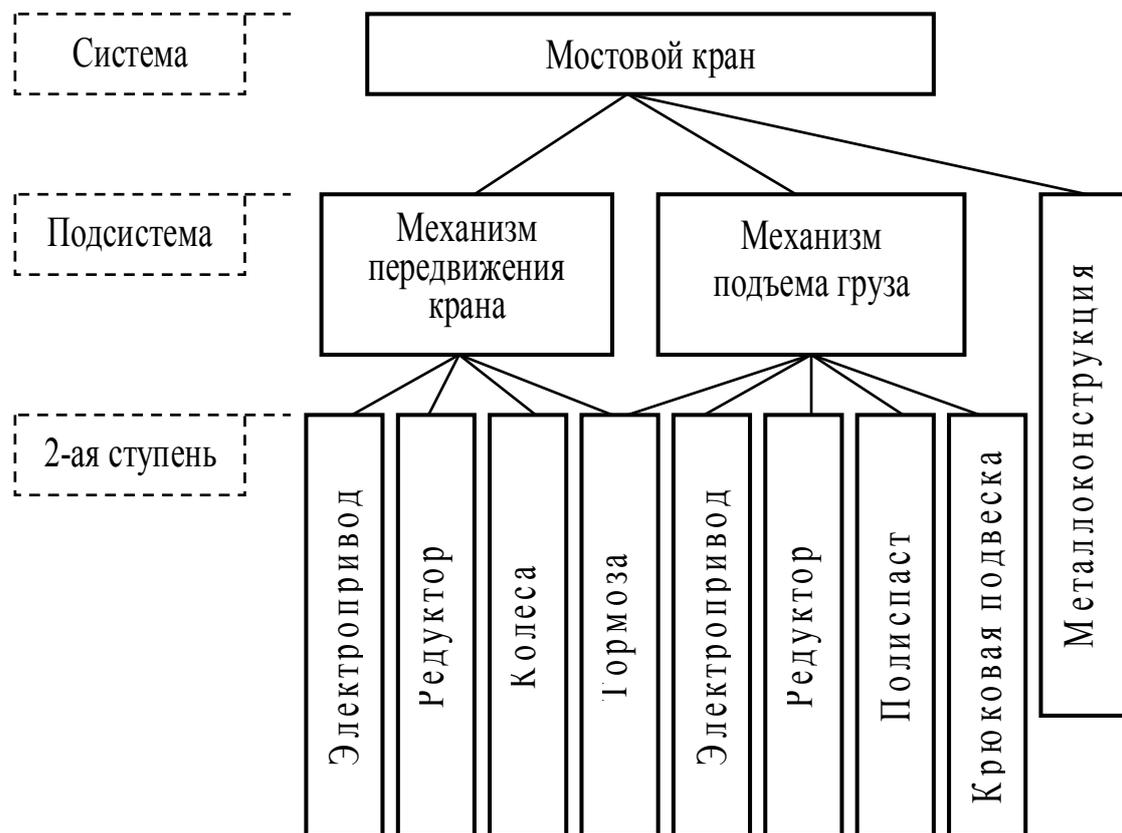


Рис. 2. Иерархическая структура мостового крана

Составные части иерархической системы при проектировании могут рассматриваться как самостоятельные части целого. Каждая из частей первой ступени (подсистемы), в свою очередь, делится на более мелкие составные части: сборочные единицы, агрегаты, которые образуют вторую ступень элементов иерархической структуры системы.

Проектирование мостовых кранов, при котором необходимо рассматривать большое число вариантов конструкций, параметров, изменять и уточнять математическую модель, представляет процесс, включающий синтез структуры объекта, выбор параметров элементов, исследование математической модели, анализ результатов и принятие решения.

Создание любого объекта включает следующие стадии: техническое задание (ТЗ), техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

Этапы процесса проектирования мостового крана показаны на рис. 3. Из рисунка видно, что проектирование начинается с разработки технического задания, тщательного анализа возможных решений. Затем создается математическая модель разрабатываемого объекта (процесса). Построив математическую модель, приступают к ее исследованию, изучению ее свойств, стремясь выяснить, в какой мере разработанный объект соответствует своему назначению.

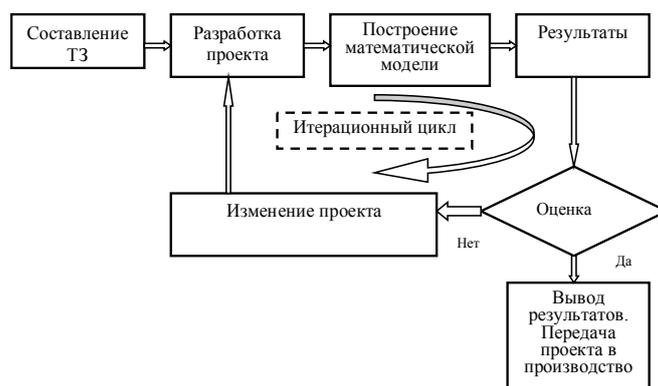


Рис. 3. Процесс проектирования мостового крана

В целом для процесса проектирования характерна итерационная цикличность, причем на некоторых этапах приходится выполнять большие объемы самых разнообразных вычислений.

Идея итерационного метода, т.е. метода последовательных приближений поиска точного или оптимального решения, или, наконец, наиболее рационального решения, когда нет достаточно четких критериев оценки результатов, не является новой при выполнении обычных проектных и конструкторских работ.

Исходной информацией для проектирования служит ТЗ, где приведены основные требования к проектируемому объекту. Проектант-разработчик, получив ТЗ, на основании своего опыта, известных ему аналогов и интуиции намечает первоначальный приближенный вид решения – принципиальную схему, некоторые конструктивные формы, взаимодействие элементов и т.д.

Затем, с помощью расчетных методов, различных критериев оценки, он анализирует полученное решение и вносит определенные изменения в первоначальный вариант. Далее весь цикл анализа и корректировки решения повторяется.

При обычном методе проектирования разработчик, затрачивая много времени, стремится одним, максимум двумя исправлениями, получить желаемый, наиболее подходящий результат. В автоматизированном проектировании применяется тот же итерационный метод. Но реализация метода существенно отличается от обычного.

Машинная итерация отличается быстродействием. Благодаря быстродействию можно осуществить большое число итераций, проработать множество различных вариантов и получить при этом высокую степень оптимизации.

Машинная итерация позволяет использовать расчетные и оценочные программы, применять специальные, хорошо разработанные методы оптимизации.

Принципиальное отличие процесса итераций при обычном и машинном проектировании состоит в том, что в обычном методе проектант-разработчик стремится к минимальному числу итераций, пытаясь за один проход решить все вопросы, при машинной итерации разработчик стремится решить задачу путем последовательных приближений за счет многократного повторения циклов.

Основой автоматизированных систем проектирования (САПР) становятся математические методы. При этом роль человека-проектанта-разработчика не принимается, а повышается, так как постановка задач и принятие окончательных решений остается за человеком [3, 5].

В настоящее время реальный подход к проектированию объектов заключается в наиболее полном сочетании возможностей вычислительной техники по переработке больших объемов информации и умении проектанта-разработчика оценивать ситуацию на основе качественных требований и суждений и выполнять функции, требующие воображения, интуиции и способности учитывать различные факторы, не предусмотренные первоначальной программой.

При решении задач проектирования требуется не только осуществление автоматизации, но и выбор оптимального решения.

Параметр – величина, характеризующая свойства или режим работы объекта. В общей постановке системная модель мостового крана характеризуется:

совокупностью определяющих проект требований (внешние параметры) –

$$y_1, y_2, \dots, y_m;$$

совокупностью параметров, определяющих проект (внутренние параметры) –

$$x_1, x_2, \dots, x_n;$$

целевой функцией (критерием или критериями качества), позволяющей выбирать среди альтернативных проектов лучший, обеспечивающий экстремальное значение целевой функции.

Формирование математической модели проекта предполагает:

- получение уравнений связи внутренних и внешних параметров

$$\begin{aligned} y_1 &= f(x_1, x_2, \dots, x_n); \\ y_2 &= f(x_1, x_2, \dots, x_n); \\ &\dots \end{aligned} \quad (1)$$

$$y_m = f(x_1, x_2, \dots, x_n);$$

- наложение ограничений на значения внешних параметров, т.е. учет требований:

$$\begin{aligned} \varphi_1(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_1]; \\ \varphi_2(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_2]; \\ \dots \\ \varphi_m(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_m]; \end{aligned} \quad (2)$$

- наложение ограничений на внутренние параметры:

$$\begin{aligned} \psi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_1]; \\ \psi_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_2]; \\ \dots \\ \psi_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_n]. \end{aligned} \quad (3)$$

В каждом из условий (2) и (3) может быть любой из знаков  $\leq, =, \geq$ , однако если в условиях (3) знак равенства приводит лишь к резкому сокращению числа альтернативных вариантов рассматриваемых проектов, то в условиях (2) – к невозможности получения области существования проекта [3, 4].

Рабочее окно определения параметров механизма передвижения мостового крана приведено на рис. 4.

Разработана методика автоматизированного моделирования подсистемы мостового крана, которая позволяет рассчитать сопротивление передвижению мостового крана. Повышение эффективности мостовых кранов во многом определяется выбором конструктивных, энергетических и рабочих параметров его элементов с учетом назначения и выполняемых функций.

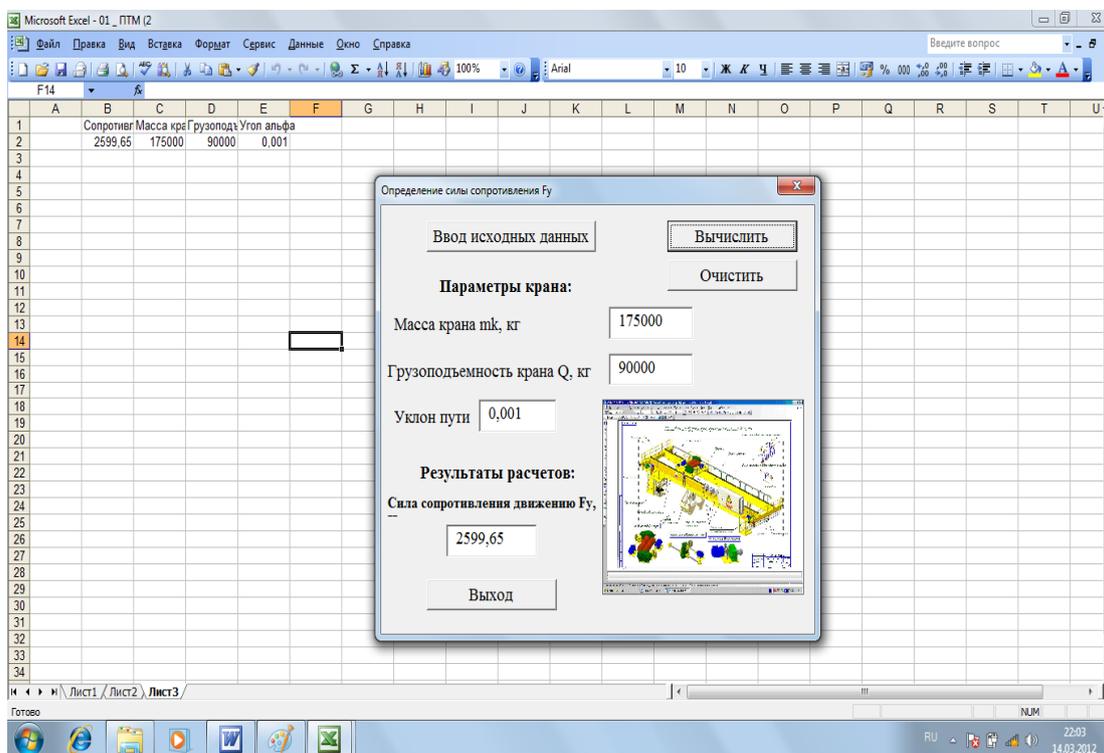


Рис. 4. Фрагмент расчета параметров мостового крана

### Выводы

Проектирование мостового крана, являющегося сложной динамической системой, представляет собой итерационный процесс, связанный с последовательным улучшением системы, принятием уточняющих конструктивных решений. Каждый цикл включает в себя анализ эффективности объекта проектирования, влияния на него характеристик элементов системы и ограничений.

### Библиографический список

1. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / М.П.Александров. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
2. Гохберг М. М. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М.П. Александров, М. М. Гохберг, А. А. Ковин и др.; Под общ. ред. М. М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 559 с.
3. Керимов З. Г. Автоматизированное проектирование конструкций / З. Г. Керимов, С.А.Багиров. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
4. Матвеев А. М. Проектирования гидравлических систем летательных аппаратов: Учебник для авиационных вузов / А. М. Матвеев, И. И. Зверев. – М.: Машиностроение, 1982. – 296 с.
5. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем / И.П.Норенков. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с.
6. Ремизович Ю. В. Транспортно-технологические машины / Ю. В. Ремизович. – Омск: СибАДИ, 2011. – 160 с.

УДК 621.43.629

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В. П. Денисов, А. П. Домбровский, О. О. Мироничева

**Аннотация.** Предложен метод повышения надежности функционирования автомобиля в экстремальных условиях эксплуатации, например, при длительном нахождении в транспортной пробке и высокой заборной температуре. Предлагается способ устранения перегрева двигателя внутреннего сгорания реализацией режима пульсирующего изменения скорости теплоносителей в системе охлаждения.

**Ключевые слова:** полосовой фильтр, система охлаждения двигателя внутреннего сгорания, частота вращения электропривода, автоматическое управление.

### Введение

Основным фактором, влияющим на техническую эксплуатацию автомобиля, является

## FEATURES OF DESIGNING OF THE BASIC MECHANISMS OF BRIDGE CRANES

N. S. Galdin, S. V. Kurbatskaya,  
O. V. Kurbatskaya

The basic data on the general principles of designing of mechanisms of bridge cranes are resulted

*Галдин Николай Семенович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - теория и проектирование многоцелевых гидроударных рабочих органов ДСМ. Имеет более 210 опубликованных работ. E-mail: galdin\_ns@sibadi.org*

*Курбацкая Светлана Владимировна – инженер кафедры «Компьютерные информационные автоматизированные системы» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование систем. Имеет 4 опубликованные работы.*

*Курбацкая Ольга Владимировна – инженер кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – автоматизированное проектирование систем. Имеет 4 опубликованные работы.*

надежная работа двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Сегодня к двигателям внутреннего сгорания транспортных средств выдвигаются

гаются жесткие требования по многим параметрам, таким как высокая мощность и, одновременно, экономичность, надежность и долговечность. С увеличением мощности двигателей транспортных средств для обеспечения их оптимального теплового режима ужесточаются требования к эффективности систем охлаждения. Данное требование особенно актуально для автомобилей, которые функционируют в экстремальных условиях, например, при нахождении транспортного средства длительное время в пробке в жаркую погоду. Рассмотрим возможности уменьшения температуры охлаждающей жидкости без изменения конструкции системы охлаждения путем управления процессом охлаждения.

### **Обоснование метода понижения температуры ДВС.**

Известно, что турбулентность теплоносителей приводит к увеличению их охлаждения. Турбулентность можно создать, например: увеличив число Рейнольдса (увеличив линейную или угловую скорость); увеличив число Релея (нагрев среды); увеличив число Прандтля (уменьшив вязкость), или задав сложный вид внешней силы (хаотичная сила) [1]. Опыт эксплуатации транспортных средств и эксперименты, проведенные на двигателях В-2 и А-41М, показали, что пульсирующее изменение скоростного режима течения теплоносителей при работе двигателя в неустановившемся режиме влияет на количество отводимого с водой тепла и приводит к увеличению последнего на 6-10 %. В результате этого температура воды на выходе из радиатора уменьшается в среднем (в пределах изменения степени неравномерности момента сопротивления от 0,2 до 0,8 и периода изменения нагрузки от 1 до 4с) на 3-12 % по сравнению с установившимся стационарным режимом [2]. Пульсирующее изменение скоростного режима течения теплоносителей возникает в связи с тем, что под действием момента сопротивления (внешняя сила), действующего на транспортное средство, который носит случайный характер (хаотичная сила), случайным образом меняется частота вращения коленчатого вала двигателя. Коленчатый вал двигателя вращает, как вентилятор, так и насос. Этот режим приводит к турбулентности, и как следствие, к увеличению процесса охлаждения ДВС.

На современных транспортных средствах широко используется электропривод вентилятора и начал применяться электропривод на-

соса [3]. Таким образом, появилась возможность реализации пульсирующего режима течения теплоносителей с помощью управления работой электроприводов, как вентилятора, так и насоса [4].

При использовании транспортных средств могут возникать экстремальные ситуации, когда традиционные методы управления насосом и вентилятором не позволяют поддерживать температуру двигателя в допустимых пределах. Располагая электроприводом, как насоса, так и вентилятора можно воспроизвести пульсирующее изменение скоростного режима течения теплоносителей, что позволит уменьшить температуру теплоносителя на выходе из радиатора. Для этого необходимо разработать алгоритм управления работой вентилятора и насоса, который позволит осуществить пульсирующее изменение скоростного режима теплоносителей. Для реализации алгоритма получим основные характеристики случайного процесса, при осуществлении которого и возникает эффект дополнительного охлаждения ДВС.

Найдем законы изменения частоты вращения вентилятора и насоса, приводящие к турбулентности течения теплоносителей. Для этого рассмотрим протекание технологических процессов указанных выше технических средств. Необходимо подчеркнуть, что рабочие процессы машин, на которых установлены выше указанные двигатели В-2 и А-41М, сопровождаются колебаниями нагрузки, действующими на транспортное средство, и изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя, а, следовательно, и колебаниями частоты вращения, как насоса, так и вентилятора. Эти процессы в большинстве случаев относятся к классу стационарных случайных процессов. Получим основные вероятностные характеристики процесса изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя, используя основные вероятностные характеристики сил сопротивления (моментов сопротивления) и динамические свойства транспортных средств.

Для получения основных вероятностных характеристик процессов изменения частоты вращения вентилятора и насоса рассмотрим работу агрегата при работе двигателя на одной из ветвей его механической характеристики (регуляторной или корректорной), при этом момент сопротивления приведен к валу двигателя. Рассматриваемая динамическая система представлена на рис.1.



Рис. 1. Моделирование агрегата как динамической системы

Входами рассматриваемой динамической системы являются математическое ожидание  $m_M$  и дисперсия  $\sigma_M^2$  случайного момента сопротивления на валу двигателя. Выходы – математическое ожидание  $m_\omega$  и дисперсия  $\sigma_\omega^2$  угловой скорости вала двигателя.

Математическое ожидание случайного процесса на выходе динамической системы – угловой скорости вала двигателя – определяется следующим образом:

$$m_c = k_a m_\omega, \quad (1)$$

где  $k_a$  – коэффициент передачи системы. Согласно механической характеристике двигателя  $k = c_e$ , где  $c_e$  – коэффициент наклона регуляторной или корректорной ветви механической характеристики двигателя.

Для реализации алгоритмов управления режимами работы электроприводов определим дисперсию крутящего момента электродвигателей.

#### Определение дисперсии крутящего момента

Для определения дисперсии крутящего момента необходимо знать автокорреляционные функции колебаний нагрузки. Экспериментально получены для колебаний нагрузки, действующей на транспортные средства, автокорреляционные функции и нормированные спектральные плотности, которые аппроксимируются выражениями [5]:

$$R(\tau) = \sigma_M^2 e^{-\alpha\tau} \cos \beta\tau; \quad (2)$$

$$S_e(\omega) = 2\alpha\sigma_M^2 \frac{\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2}{(\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2)^2 - 4\beta^2\omega^2}, \quad (3)$$

В работе [5] приведены диапазоны параметров  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициентов, характеризующих затухание автокорреляционной функции

и частоту периодической составляющей процесса, соответственно.

Передаточная функция двигателя по каналу «изменение момента сопротивления – изменение крутящего момента» представляется оператором [6]:

$$W_d(p) = \frac{k_a}{T_a p + 1},$$

где  $T_a$ ,  $k_a$  – постоянная времени и коэффициент усиления агрегата;  $p$  – оператор Лапласа.

Тогда модуль частотной характеристики рассматриваемого звена

$$|W_d(j\omega)| = \frac{k_a}{\sqrt{T_a^2 \omega^2 + 1}}. \quad (4)$$

Используя выражение (3), где входом служит изменение момента нагрузки, а выходом – изменение крутящего момента, и выражение (4) для модуля частотной характеристики рассматриваемого канала, получим выражение для спектра мощности выходной величины

$$S_e(\omega) = \frac{2\alpha k_a^2 (\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2) \sigma_M^2}{(T_a^2 \omega^2 + 1) [(\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2)^2 - 4\beta^2 \omega^2]}.$$

Для определения дисперсии выходной величины необходимо вычислить интеграл

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_e(\omega) d\omega.$$

Получим аналитическое выражение дисперсии выходной величины, применив теорию вычетов [5]. Подынтегральная функция вида

$$f(z) = \frac{2\alpha k_a^2 \sigma_M^2 (\alpha^2 + \beta^2 + z^2)}{(T_a^2 z^2 + 1) [(\alpha^2 + \beta^2 + z^2)^2 - 4\beta^2 z^2]};$$

$$z = e^{-j\omega},$$

является аналитической в верхней полуплоскости за исключением полюсов

$(\beta + j\alpha), (-\beta + j\alpha), j/T_a$ . Кроме того,  $\lim_{|z| \rightarrow \infty} z^2 f(z) = 0$ , то есть является конечной величиной.

Найдем вычет функции  $f(z)$  относительно полюса первого порядка  $j/T_a$

$$\begin{aligned} \operatorname{res} f(z) &= \lim_{z \rightarrow j/T_a} (z - j/T_a) f(z) = \\ &= \frac{\alpha^2 T_a k_a^2 \sigma_M^2 (\alpha^2 T_a^2 + \beta^2 T_a^2 - 1)}{j((\alpha^2 T_a^2 + \beta^2 T_a^2 - 1)^2 - 4\beta^2 T_a^2)} \end{aligned}$$

Найдем вычет функции  $f(z)$  относительно полюса первого порядка  $(\beta + j\alpha)$

$$\begin{aligned} \operatorname{res} f(z) &= \lim_{z \rightarrow \beta + j\alpha} (z - \beta - j\alpha) f(z) = \\ &= \frac{\alpha k_a^2 \sigma_M^2 (T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2) - 2j\alpha\beta T_a^2 + 1)}{2j\{[1 + T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2)]^2 + 4\alpha^2 \beta^2 T_a^2\}} \end{aligned}$$

Найдем вычет функции  $f(z)$  относительно полюса первого порядка  $(-\beta + j\alpha)$

$$\begin{aligned} \operatorname{res} f(z) &= \lim_{z \rightarrow -\beta + j\alpha} (z + \beta - j\alpha) f(z) = \\ &= \frac{\alpha k_a^2 \sigma_M^2 (T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2) + 2j\alpha\beta T_a^2 + 1)}{2j\{[1 + T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2)]^2 + 4\alpha^2 \beta^2 T_a^2\}} \end{aligned}$$

Тогда дисперсия крутящего момента

$$\begin{aligned} \sigma_\omega^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_e(\omega) d\omega = \\ &= \frac{1}{2\pi} \left( \operatorname{res} f(z) + \operatorname{res} f(z) + \operatorname{res} f(z) \right) \end{aligned}$$

Окончательно, аналитическое выражение для вычисления дисперсии крутящего момента

$$\sigma_\omega^2 = \frac{2k_a^2 \sigma_M^2 [\alpha T_a^3 (\alpha^2 + \beta^2) + T_a^2 (-\alpha^2 + \beta^2) - \alpha T_a + 1]}{T_a^4 (\alpha^2 + \beta^2)^2 + 2T_a^2 (-\alpha^2 + \beta^2) + 1}$$

Полученные вероятностные характеристики необходимо реализовать при работе электрических двигателей вентилятора и насоса.

### Синтез формирующего фильтра пульсаций частоты вращения

Для осуществления пульсаций сигнала необходимо получить дискретную передаточную функцию формирующего фильтра, позволяющую сформировать выходной случайный

сигнал с требуемой спектральной плотностью. При синтезе формирующего дискретного фильтра воспользуемся методом спектрального разложения [5,7], руководствуясь следующим.

Известно, что при воздействии дискретного белого нормированного шума на дискретный линейный фильтр с передаточной функцией

$$K(z) = \frac{A(z)}{B(z)}$$

на выходе фильтра будет дискретный случайный процесс со спектральной плотностью, равной квадрату модуля передаточной функции:

$$\begin{aligned} F(z) &= \left| \frac{A(z)}{B(z)} \right|^2 = \frac{A'(z) A'(z^{-1})}{B'(z) B'(z^{-1})} = \\ &= |K^*(z)|^2 = |K(z^{-1})|^2 \end{aligned} \quad (5)$$

где  $K^*(z)$  и  $K(z^{-1})$  – дискретная передаточная функция формирующего фильтра для операторов прямого и обратного сдвигов, соответственно;

$A'(z) (A'(z^{-1})), B'(z) (B'(z^{-1}))$  – полиномы числителя и знаменателя  $K^*(z) (K(z^{-1}))$ .

Входным сигналом формирующего фильтра является нормально распределенный дискретный белый шум  $\xi(n)$ , то есть некоррелированная последовательность случайных чисел с математическим ожиданием  $M_\xi = 0$  и дисперсией  $\sigma^2 = 1$ . Генерация белого шума  $\xi(n)$  производится программно с помощью датчика случайных чисел.

Пульсации сигнала реализуем в виде стационарного случайного сигнала с полосовым частотным спектром, нормированная корреляционная функция которого для непрерывного процесса описывается выражением [2]:

$$R(\tau) = e^{-\tilde{\alpha}|\tau|} \cos \tilde{\beta}\tau$$

Выбор корреляционной функции данного вида делает возможным формировать пульсации в требуемой полосе частот, изменяя параметры  $\tilde{\alpha}$  и  $\tilde{\beta}$ .

Нормированная корреляционная функция дискретного процесса

$$R(n) = e^{-\alpha n} \cos \beta n,$$

где  $\alpha = \tilde{\alpha}\Delta t$ ;  $\beta = \tilde{\beta}\Delta t$ ;  $\Delta t$  – интервал дискретизации по времени.

Спектральная плотность для дискретного случайного процесса является двусторонним дискретным преобразованием Лапласа от его корреляционной функции

$$F(z) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} R(n)e^{-j\omega n} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} R(n)z^n.$$

Для получения двустороннего дискретного преобразования Лапласа воспользуемся соотношением

$$F(z) = F^+(z) + F^+(z^{-1}) - R(0), \quad (6)$$

где  $F^+(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} R(n)z^n$  – одностороннее  $z$ -преобразование корреляционной функции.

Тогда

$$F^+(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} R(n)z^n = \sum_{n=0}^{+\infty} (e^{-\alpha n} \cos \beta n)z^n.$$

По таблице  $z$ -преобразований [7] получим

$$F^+(z) = \frac{1 - ze^{-\alpha} \cos \beta}{1 - 2ze^{-\alpha} \cos \beta + z^2 e^{-2\alpha}} = \frac{1 - z\gamma \cos \beta}{1 - 2z\gamma \cos \beta + z^2 \gamma^2}; \quad \gamma = e^{-\alpha}$$

Следовательно, спектральная функция  $F(z)$  в соответствии с выражением (6) принимает вид

$$F(z) = \frac{1 - z\gamma \cos \beta}{1 - 2z\gamma \cos \beta + z^2 \gamma^2} + \frac{1 - z^{-1}\gamma \cos \beta}{1 - 2z^{-1}\gamma \cos \beta + z^{-2}\gamma^2} - 1$$

После приведения к общему знаменателю и приведения подобных членов получим:

$$F(z) = \frac{-z^{-1}[(1-\gamma^2)\gamma \cos \beta - z(1-\gamma^4) + z^2(1-\gamma^2)\gamma \cos \beta]}{(1-2z\gamma \cos \beta + z^2\gamma^2)(1-2z^{-1}\gamma \cos \beta + z^{-2}\gamma^2)}$$

или после введения новых обозначений:

$$F(z) = \frac{-z^{-1}(A_0 + A_1z + A_0z^2)}{|1 + B_1z + B_2z^2|^2}, \quad (7)$$

$$A_0 = (1 - \gamma^2)\gamma \cos \beta;$$

$$\text{где } A_1 = -(1 - \gamma^4);$$

$$B_1 = -2\gamma \cos \beta; \quad B_2 = \gamma^2$$

Произведем факторизацию спектральной функции  $F(z)$ , то есть разобьем выражение в правой части (7) на два сомножителя в соответствии с (5).

Знаменатель выражения (7) уже представляет собой произведение двух сомножителей: необходимо разложить на множители только числитель. Найдем корни числителя:

$$v_{1,2} = \frac{-A_1 \pm \sqrt{A_1^2 - 4A_0^2}}{2A_0} = v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 1}; \quad v_0 = \frac{1 + \gamma_0}{2\gamma \cos \beta}$$

Так как уравнение  $A_0 + A_1z + A_0z^2 = 0$  является симметричным, то любой из его корней  $v_{1,2}$  можно использовать в разложении, например,  $v_1$ . Тогда числитель можно представить в виде

$$-z^{-1}(A_0 + A_1z + A_0z^2) = \rho(z - v_1)(z^{-1} - v_1); \quad \rho = \frac{A_0}{v_1}$$

Таким образом, дискретная передаточная функция формирующего фильтра для реализации случайного процесса с корреляционной функцией  $R(\tau) = e^{-\tilde{\alpha}|\tau|} \cos \tilde{\beta}\tau$  имеет вид:

$$K(z^{-1}) = \frac{a_0 + a_1z^{-1}}{b_0 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2}},$$

где  $a_0 = -v_1\sqrt{\rho}$ ;  $a_1 = \sqrt{\rho}$ ;  $b_1 = B_1$ ;  $b_2 = B_2$ .

Для реализации в микроконтроллере случайного сигнала с полосовым частотным спектром представим формирующий фильтр рекуррентной зависимостью

$$\tilde{\xi}(n) = a_0\xi(n) + a_1\xi(n-1) - b_1\tilde{\xi}(n-1) - b_2\tilde{\xi}(n-2), \quad (8)$$

где  $\xi$ ,  $\tilde{\xi}$  – входной и выходной сигналы формирующего фильтра, соответственно;

$a_0, a_1, b_1, b_2$  – параметры формирующего фильтра, зависящие от  $\alpha$  и  $\beta$ .

Таким образом, реализация алгоритма полюсового фильтра в соответствии с выражением (8) позволяет осуществить пульсирующее течение теплоносителей в контуре охлаждения ДВС.

#### **Заключение**

Получены основные вероятностные характеристики системы управления электроприводом, реализующей пульсирующее течение теплоносителей в контуре охлаждения ДВС, оснащенного электроприводами насоса и вентилятора.

Применение предлагаемого метода позволит увеличить эффект охлаждения ДВС в экстремальных условиях, тем самым повысить надежность эксплуатации автомобиля.

#### **Библиографический список**

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736с.
2. Деев А. Г., Четощников В. И. Некоторые вопросы к теории теплоотдачи при неустановившемся режиме работы двигателя. //Вестник Алтайского государственного аграрного университета №5 (67), 2010.-с.74-77.
3. Денисов В. П., Матяш И. И., Мироничева О. О. Управление системой охлаждения двигателей внутреннего сгорания на основе нечеткого логического вывода.//Вестник СибАДИ №3(25)/2012.-с.11-18.
4. Беляков В. Е. Перспективные системы управления электроприводами.//Вестник СибАДИ №4(10)/2008. с.74-80.
5. Крутов В. И. Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение. 1989. 416с.
6. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 832 с.

УДК 621.9.048:621.92

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ**

Д. Н. Коротаев, Б. Ш. Алимбаева

**Аннотация.** В работе методом SWOT проанализированы сильные, слабые стороны метода электроискрового легирования, перспективы развития и опасности, сопровождающие данную технологию. Выявлены пути увеличения толщины формируемого покрытия на изношенных стальных поверхностях деталей автомобилей. Экспериментальными исследованиями установлено, что применение электродов на основе карбида вольфрама и карбида титана с добавками компонентов, образующих

## **INCREASE OF THE AUTOMOBILE MAINTENANCE RELIABILITY BY CONTROL OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE COOLING SYSTEM**

V. P. Denisov, A. P. Dombrovsky,  
O. O. Mironicheva

In this article have been considered the possibility of increasing of the automobile performance reliability in extreme conditions of operation; for example, locate in traffic congestion and high ambient temperature. The new method of removal of the internal combustion engine overheat by realization of a mode pulsing change coolant speed in cooling system is offered.

*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 более 70, e-mail: vpdenisov@mail333.com.*

*Домбровский Андрей Петрович, аспирант, СибАДИ основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания, общее количество публикаций 4, 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 4, e-mail: olga.mironicheva@mail.ru*

с материалом поверхности неограниченные твердые растворы и выполняющих роль флюсов, позволяет формировать легированные покрытия с максимальной толщиной.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, восстановление, электроискровое легирование, SWOT-анализ, толщина покрытия, легирующий электрод.

### Введение

Эффективная эксплуатация автомобильного транспорта обеспечивается высоким уровнем его технического обслуживания и ремонта, наличием необходимого числа запасных частей. Сбалансированное обеспечение запасными частями авторемонтных подразделений, как показывают технико-экономические показатели, целесообразно осуществлять с учетом периодического восстановления работоспособности деталей после изнашивания [1].

Исследования ремонтного фонда (автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт) показали, что в среднем около 20 % деталей – негодных, 25...40 % – годных, а остальные 40...55 % – подлежат восстановлению [2]. Процент негодных деталей можно значительно снизить на авторемонтном предприятии, если оно будет располагать эффективными способами восстановления и упрочнения.

К числу современных технологий восстановления и упрочнения поверхностей металлических деталей относится электроискровое легирование (ЭИЛ), позволяющее получать покрытия с уникальными физико-механическими и триботехническими свойствами [3].

Данный метод, основан на явлении электрической эрозии материалов при искровом разряде в газовой среде, полярного переноса продуктов эрозии на катод (деталь), на поверхности которого формируется покрытие измененной структуры и состава. Эффективность этих изменений определяется составом, структурой, свойствами материалов электродов, межэлектродной средой и технологическими режимами обработки. Благодаря значительной гамме материалов, которые можно использовать при электроискровом легировании, участию межэлектродной среды в процессе формирования поверхностных слоев, этим методом можно в широких пределах изменять механические, триботехнические, электрические и другие свойства рабочих поверхностей деталей машин.

Несмотря на неоспоримые преимущества технологии, использование деталей, обработанных ЭИЛ, в промышленности весьма незначительно. Широкое применение этого способа сдерживается слабой управляемостью

процессами, сопровождающими ЭИЛ, и как следствие, целенаправленным формированием эксплуатационных свойств.

Цель работы состоит в повышении конкурентоспособности технологии ЭИЛ с использованием методики SWOT-анализа и выявлении возможностей увеличения толщины покрытий на изношенных поверхностях стальных деталей при реализации искровой обработки на различных технологических режимах.

### Основная часть

Для определения конкурентной позиции технологии электроискрового легирования на рынке упрочняющих и восстанавливающих методов, воспользуемся методикой SWOT-анализа. SWOT-анализ строится на выявлении сильных и слабых сторон технологии, а также возможностей, которые можно развить, и опасностей, которые ей угрожают.

**Сильные стороны** — это достоинства технологии, которые выделяют ее среди конкурентов. Такими достоинствами могут быть локальность обработки любым токопроводящим материалом, низкая энергоемкость, формирование более качественных покрытий, чем у методов-конкурентов, экологическая чистота, простота выполнения технологических операций и др.

**Слабые стороны** — это недостатки технологии, требующие немедленного устранения, иначе эти недостатки станут сильными сторонами методов-конкурентов. Слабыми сторонами могут быть недостаточная толщина покрытия, нагрев обрабатываемой детали и возникновение остаточных напряжений и деформаций, неравномерность, пористость покрытия, возникновение трещин, низкая производительность процесса и др. Определив слабые стороны методов-конкурентов, можно превратить их в свои достоинства.

**Возможности** — это перспективные направления развития технологии. В качестве возможностей могут быть возросшая активность заказчиков восстановления деталей, автоматизация и повышение производительности метода, снижение себестоимости технологии восстановления, расширение номенклатуры применяемых для создания покрытий материалов.

**Опасности** — это потенциальные осложнения, которые могут повредить технологии

восстановления. К опасностям можно отнести появление новых методов-конкурентов, повышение стоимости легирующих элементов, возможные простои из-за отказов в системе материально-технического снабжения и др.

Качественный анализ технологии ЭИЛ, связанный с определением трех наиболее значимых составляющих метода, представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Качественный анализ формирования покрытий методом ЭИЛ

<b>Сильные стороны</b> 1. Высокая прочность сцепления покрытия и материала основы. 2. Отсутствие нагрева всей детали в процессе обработки, что не влияет на основную структуру металла. 3. Высокая микротвердость и износостойкость покрытия.	<b>Слабые стороны</b> 1. Малая толщина покрытия. 2. Высокая шероховатость покрытия. 3. Низкая производительность.
<b>Возможности</b> 1. Расширение диапазона энергетических режимов (энергии в импульсе). 2. Расширение номенклатуры легирующих электродов. 3. Введение газовой среды в межэлектродный промежуток.	<b>Опасности</b> 1. Повышение остаточных напряжений в покрытии и поверхностном слое. 2. Несплошность покрытия. 3. «Отслаивание» покрытия.

В дальнейшем экспертным методом определяем степень влияния друг на друга сильных (S), слабых сторон (W), возможностей (O) и опасностей (T). Для этого вводим следующую шкалу влияния в баллах: 2 – сильное

влияние, 1 – среднее влияние, 0 – влияние отсутствует. Результаты метода SWOT представлены в виде количественно анализа в таблице 2.

Таблица 2 - Количественный анализ формирования покрытий методом ЭИЛ

		Сильные стороны			Слабые стороны			Итого	Значимость факторов, %
		1	2	3	1	2	3		
Опасности	1	0	2	1	1	0	1	5	42
	2	1	0	1	1	2	1	5	42
	3	2	1	1	2	0	1	7	58
Возможности	1	1	1	1	1	2	1	7	58
	2	2	1	2	2	1	2	10	83
	3	0	1	2	2	0	1	6	50
Итого		6	6	8	9	5	7		
Значимость факторов, %		50	50	67	75	42	58		

Средняя значимость сильной стороны – 56 %, слабой стороны – 58 %, возможностей – 64 %, опасностей – 47 %.

Согласно полученным результатам, технология ЭИЛ недостаточно эффективна и стабильна, так как средний процент сильной стороны меньше слабой; в то же время средний процент возможностей превышает опасности. Представленные в таблице 2 результаты показывают, что наиболее значимой сла-

бой стороной метода ЭИЛ является малая толщина формируемого покрытия, а наибольший резерв повышения эффективности ЭИЛ заложен в возможности расширения номенклатуры легирующих электродов.

В этих условиях необходимо разработать план мероприятий по повышению эффективности технологии ЭИЛ за счет использования возможностей (табл. 3).

Таблица 3 - План мероприятий по повышению эффективности и конкурентоспособности технологии ЭИЛ

№ п/п	Факторы	№ п/п	Мероприятия
2	Усиление слабых сторон	2.1	Увеличение толщины покрытия.
		2.2	Уменьшение шероховатости покрытия.
		2.3	Повышение производительности технологии.
3	Исследование возможностей	3.1	Расширение диапазона энергетических режимов (энергии в импульсе).
		3.2	Расширение номенклатуры легирующих электродов.
		3.3	Введение газовой среды в межэлектродный промежуток.

Для исследования формирования покрытий в качестве объекта экспериментальных исследований использовались образцы из конструкционной легированной стали 15ХГН2Т, применяемой при изготовлении первичного вала коробки передач автомобилей.

Обработку образцов осуществляли на установке ЭИЛ модели IMES-1001 с технологическими режимами: емкость конденсаторов  $C = 34$  мкФ и  $240$  мкФ; напряжение в импульсе  $U = 80$  В и  $160$  В; время обработки -  $2$  мин/см<sup>2</sup>.

При проведении ЭИЛ использовали стандартный легирующий электрод марки Т15К6, а также электрод с составом 50 % WC-Co, 50 % Ni-Cr-B-Si и электрод Ш2 с минеральным сырьем Дальневосточного региона на основе TiC-Ni-Cr-Al-ШЛК (шеелитовый концентрат CaWO<sub>4</sub>).

Толщину наносимых покрытий измеряли на горизонтальном оптиметре ИКГ-3. Результаты измерения толщины формируемого покрытия представлены на рис. 1.

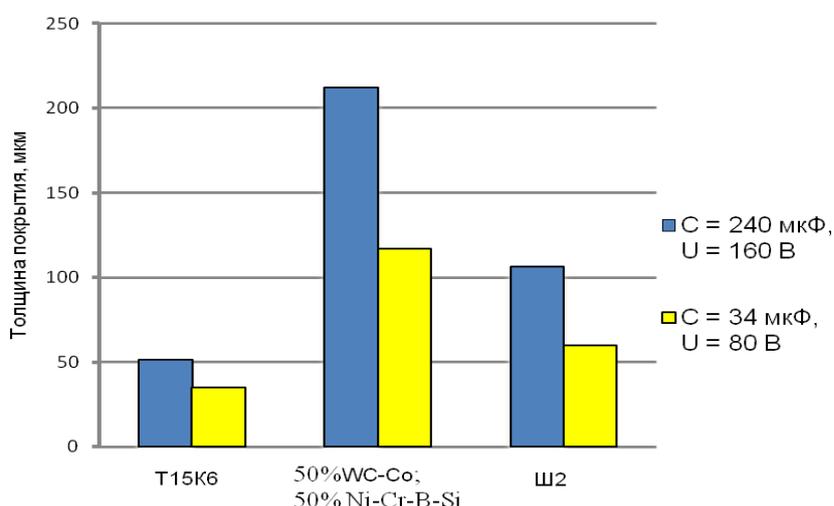


Рис. 1. Влияние материала легирующего электрода на толщину покрытия образца из стали 15ХГН2Т

Из полученных диаграмм следует, что с повышением энергетических режимов установки ЭИЛ (разрядной емкости конденсаторов и напряжения импульса) толщина покрытия увеличивается вне зависимости от материала легирующего электрода.

При использовании электрода на основе карбида вольфрама с добавками компонентов, образующих с материалом поверхности неограниченные твердые растворы, а также играющих роль флюсов (50 % WC-Co, 50 % Ni-Cr-B-Si), получена наибольшая толщина леги-

рованного покрытия ( $\approx 210$  мкм). Введение в состав электрода бора и кремния в качестве флюсов уменьшает образование оксидных пленок в формируемом покрытии, что оказывает положительное влияние на сплошность и равномерность последнего. Кроме того, введение бора целесообразно с целью уменьшения эрозионной стойкости легирующих электродов и, как следствие, интенсификации массопереноса на обрабатываемую поверхность [4].

Использование в составе легирующего электрода на основе карбида титана Ш2 минерального сырья Дальневосточного региона – шеелитового концентрата, также приводит к формированию покрытий с толщиной превышающей толщину покрытий, получаемых стандартными электродами марки Т15К6. Данный факт может быть связан с тем, что минеральное сырье выполняет одновременно роль микролегирующих добавок поверхностного слоя и создает защитную атмосферу в зоне искровой обработки, что создает условия для более интенсивного массопереноса материала легирующего электрода, препятствуя выгоранию эрозионных частиц.

### Заключение

На основе SWOT-анализа определены сильные, слабые стороны, возможности и опасности технологии восстановления и упрочнения изношенных поверхностей методом электроискрового легирования. Установлено что повышение эффективности и достижение конкурентных преимуществ метода возможно путем расширения номенклатуры электродных легирующих материалов и исследования влияния энергетических режимов искрового разряда на толщину покрытий.

Экспериментальными исследованиями установлено, что увеличение энергетических режимов ЭИЛ (емкости конденсаторов и напряжения в импульсе), а также применение электродов на основе карбида вольфрама и карбида титана с добавками флюсообразующих компонентов и минерального сырья Дальневосточного региона (шеелитового концентрата) способствует увеличению толщины формируемых покрытий.

### Библиографический список

1. Кузнецова В. Н. Анализ влияния изнашивания трибосистем машин на их долговечность // Вестник СибАДИ. 2012. - №3 (25). С. 41-47.
2. Дюмин И. Е. Ремонт автомобилей / И. Е. Дюмин, Г. Г. Трегуб. – М.: Транспорт, 1999. – 280 с.
3. Коротаев Д. Н. Субструктурное поверхностное упрочнение деталей трибосистем методом

электроискрового легирования / Д. Н. Коротаев, Е. В. Иванова // Перспективные материалы, 2011. - №2. – С. 98-102.

4. Николенко С. В. Новые электродные материалы для электроискрового легирования / С. В. Николенко, А. Д. Верхотуров. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 218 с.

### INCREASE OF EFFICIENCY OF RESTORATION OF THE STEEL DETAILS METHOD OF THE ELECTROSPARK ALLOYING

D. N. Korotaev, B. S. Alimbaeva

In work as the SWOT method weaknesses of a method of an electrospark alloying, the development and danger prospects accompanying this technology are analysed strong. Ways of increase in thickness of a formed covering on worn-out steel surfaces of details of cars are revealed. By experimental researches it is established that application of electrodes on the basis of carbide of tungsten and carbide of the titan with additives of the components which are forming with a material of a surface unlimited firm solutions and carrying out a role of gumbolls, allows to form the alloyed coverings with the maximum thickness.

*Коротаев Дмитрий Николаевич - доктор технических наук, доцент. Профессор кафедры «Экономика и управление дорожным хозяйством» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основные направления научной деятельности: материаловедение, трибология, стандартизация, управление качеством. Общее количество опубликованных работ: 80. e-mail: drums99@mail.ru*

*Алимбаева Ботагоз Шайдуловна - преподаватель кафедры «Технология производства». Военный учебно-научный центр сухопутных войск «Общевойсковая академия вооруженных сил Российской Федерации» (филиал, г. Омск). Кафедра технологии производства Основные направления научной деятельности: материаловедение. Общее количество опубликованных работ: 7. e-mail: botashka77@mail.ru*

УДК 355.691.1

## НОРМАТИВЫ И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ В ПЛАНИРОВАНИИ МАРША АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛОНН ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ВОИНСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

П. Ф. Кривоусов

***Аннотация.** На основании изложенного в статье материала определяется время, которое необходимо автомобильной колонне на выполнение задачи по осуществлению воинских автомобильных перевозок, путем проведения математических расчетов. Табл. 2. Формул. 11. Библ. 4.*

***Ключевые слова:** марш, нормативы, расчет продолжительности.*

**Материально-техническое обеспечение** является составной частью всестороннего обеспечения Вооруженных Сил и представляет собой комплекс мероприятий, направленных на удовлетворение материальных, технических, транспортных, ветеринарно-санитарных, бытовых и других потребностей войск, обеспечения базирования авиации и сил флота в целях поддержания боевой готовности и боеспособности войск (сил) для выполнения поставленных задач.

Одной из основных задач материально-технического обеспечения войск в мирное и военное время является выполнение различных видов воинских перевозок и подвоза материальных средств.

Он организуется и осуществляется в любых условиях обстановки в интересах полного и бесперебойного материального обеспечения войск (сил), для накопления, восстановления и поддержания на складах установленных норм запасов материальных средств

Подвоз материальных средств включает планирование, подготовку материальных, транспортных и погрузочно-разгрузочных сил и средств, погрузку, перевозку материальных средств (различными видами транспорта) и их выгрузку [1].

Основными требованиями к подвозу материальных средств являются: бесперебойность (непрерывность), комплексность, устойчивость, минимальное количество перегрузок, оперативность, высокая скорость движения запасов, максимальная механизация погрузочно-разгрузочных работ, гибкость и управляемость.

Осуществляя воинские автомобильные перевозки, подразделения и части материально-технического обеспечения совершают марши к местам погрузки и выгрузки материальных средств.

Что - же представляет собой марш?

**Марш** – это организованное передвижение войск в колоннах по дорогам и колонным путям в целях выхода в назначенный район в установленное время в полном составе в готовности к немедленному выполнению боевой задачи. Во всех случаях марш совершается скрытно. Марш автомобильных колонн в составе подразделений и частей осуществляется обычно в тылу своих войск. В этих условиях личный состав колонн должен быть готов к отражению ударов с воздуха, действовать против диверсионно - разведывательных групп, в условиях воздействия высокоточного оружия, применения средств дистанционного минирования. Все марши совершаются, как правило, ночью, или в других условиях ограниченной видимости [2].

После марша автомобильные подразделения сосредотачиваются в пункте дислокации или в другом назначенном районе.

Время марша автомобильных соединений, частей и подразделений складывается из времени их движения к местам загрузки материальными средствами, времени выполнения погрузочных работ, времени движения по маршруту и времени разгрузки.

Движение осуществляется в походном порядке, установленном начальником колонны.

Успешность осуществления воинских автомобильных перевозок во многом зависит от точности тактических расчетов на марш. Требования, предъявляемые к расчетам – это своевременность и точность.

Требование своевременности расчетов вызвано необходимостью безотлагательного принятия решения на организацию и осуществление перевозок. Поэтому результаты расчетов должны быть получены в сроки, продолжительность которых диктуется обстановкой.

Максимально возможную быстроту расчетов определяют иногда как оперативность ра-

боты. Между тем оперативность работы помимо быстроты включает и другое важное требование – точность расчетов. Только сочетание быстроты расчетов с их объективной правильностью, точностью можно определить как оперативность расчетного обеспечения.

При планировании автомобильных перевозок в основу расчетов принимаются следующие усредненные нормативы:

**1. Продолжительность работы водителя** – время, в течение которого водитель выполняет транспортную работу (погрузка, движение, выгрузка). Оно установлено 10-12 часов в сутки, остальное время (12-14ч) расходуется на обслуживание техники, на отдых, прием пищи. Кроме того, в суточный баланс входит затрата времени на привалы – 3-4 часа и ежесуточный отдых 6-8 часов. Начальник колонны должен всегда, особенно в напряженный период марша, проявлять всемерную заботу о сохранности физических сил и поддержании высокого морального духа водителей. В этих целях, а также для приема пищи, проверки состояния техники, вооружения и перевозимых материальных средств в ходе марша назначаются привалы, дневной (ночной) отдых. Места привалов и отдыха выбираются по карте, а затем уточняются по результатам разведки. Привалы назначаются через каждые три-четыре часа движения продолжительностью до одного часа и один привал – продолжительностью до двух часов во второй половине суточного перехода.

Если расстояние перевозки не превышает половины суточного перехода автомобильной колонны, отдых личного состава, прием горячей пищи и техническое обслуживание автомобилей организуются, как правило, в районах погрузки (разгрузки).

При перевозке грузов на расстояния, превышающие нормы суточного пробега, назначается ночной или дневной отдых на маршрутах перевозок.

При совершении марша на большие расстояния через каждые три-пять суточных переходов, при необходимости, может предоставляться суточный отдых.

Для дневного (ночного) и суточного отдыха назначаются районы, которые по возможности выбираются вне населенных пунктов, в местах, имеющих источники воды, естественную маскировку и укрытия, обеспечивающие за-

щиту от ядерного, высокоточного оружия и других средств поражения.

**2. Суточный пробег** – путь, пройденный автомобилем за сутки, км. В различных звеньях подвоза нормы суточного пробега в зависимости от состояния дорог, времени простоя под грузовыми операциями, плеча подвоза и других причин различны и в среднем принимаются:

- в войсковом звене подвоза - 150 км
- в армейском - 200 км
- во фронтовом - 250 км
- для автотранспорта центра - 300 км и более.

**3. Плечо подвоза** – расстояние (в километрах) от пункта погрузки до пункта выгрузки. Плечо подвоза автотранспортом соответствующего звена, как правило, не должно превышать половины величины суточного пробега.

**4. Среднетехническая скорость движения (км /ч)** – отношение пройденного пути (участка, маршрута или за сутки) к времени движения (на том же участке, маршруте или за сутки) [4].

$$V_{\text{ср}} = \frac{L}{t_{\text{д}}}, \quad (1)$$

где  $L$  – протяженность определенного участка, км;

$t_{\text{д}}$  – время движения (без учета времени простоев), ч.

При планировании автомобильных перевозок величину среднетехнической скорости берут в пределах 30 км/ч.

**4. Средняя маршевая (эксплуатационная) скорость.**

$$V_{\text{ср}} = \frac{L}{t_{\text{н}}}, \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние, пройденное автомобилем за рабочий день, км;

$t_{\text{н}}$  – время нахождения автомобиля в наряде, ч.

**6. Время простоя автотранспорта под грузовыми операциями** – время, необходимое для погрузки или разгрузки отдельного автомобиля, (автомобильного подразделения):

Нормы времени на загрузку автомобилей и автомобильных колонн со средствами механизации приведены в таблице 1.

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 – Нормы времени на загрузку автомобилей и автомобильных колонн

Наименование	Продолжительность погрузки, мин	
	днем	ночью
Автомобиль грузоподъемностью от 4 до 7 т	15	20
Автомобиль грузоподъемностью выше 7 т	20	25
Автомобильный взвод в составе автомобилей грузоподъемностью от 4 до 7 т	45	60
То же, при грузоподъемности автомобилей свыше 7 т	60	80
Автомобильная рота в составе автомобилей грузоподъемностью от 4 до 7 т	120	180
То же, при грузоподъемности автомобилей свыше 7 т	180	240

При ручном способе выполнения погрузочно-разгрузочных работ нормы времени увеличиваются в 1,5 раза.

Нормы времени на налив и слив горючего колонн автомобильных частей и подразделений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормы на налив и слив горючего автомобильных колонн

Состав колонны	Продолжительность, мин	
	налива*	слива**
Автомобильный взвод с топливоцистернами на 4000 л	20-30	<u>20-30</u> 20-30
То же, с топливоцистернами на 8000 л	30-40	<u>30-40</u> 30-40
Автомобильная рота с топливоцистернами на 4000 л	60-90	<u>20-30</u> 60-90
То же с топливоцистернами на 8000 л	90-120	<u>30-40</u> 90-120
Автомобильный батальон с топливоцистернами на 4000 л	180-270	<u>60-90</u> 180-270
То же с топливоцистернами на 8000 л	270-360	<u>90-120</u> 270-360

Примечания:

\*При наличии на полевом складе механизированной заправки на 20-25 топливоцистерн одновременно.

\*\*В числителе приведены нормы времени при наличии механических насосов на топливоцистернах, в знаменателе – при наливе (сливе) горючего с помощью мотопомп.

В целях обеспечения высокой организованности совершения марша подразделений, своевременности его начала, обеспечения каждому автомобилю и подразделению возможности занять свое место в колонне, назначаются:

1. При совершении марша по одному маршруту:

- исходный пункт;

- пункт регулирования;

2. При совершении марша по нескольким маршрутам:

- исходный рубеж;

- рубеж регулирования.

Как правило, автомобильная колонна, назначенная для выполнения воинских перевозок, совершает марш по одному маршруту. Исходный пункт назначается на удалении, обеспечивающем вытягивание колонны и набор заданной скорости движения. В зависимости от глубины колонны и условий местности он может быть назначен на удалении 5-10 км от передней границы района расположения подразделения. Дистанции между машинами назначаются в зависимости от скорости движения, условий местности. Обычно они со-

ставляют 0,1 от средней скорости движения. В цифровом выражении это будет равно 25-50 км/ч.

Опыт боевых действий и проведения учебных доказывает, что каждый командир в своей практической деятельности постоянно сталкивается с необходимостью принимать решения. В современных условиях практически нельзя принять оптимальное решение на марш, не научившись правильно предвидеть возможные последствия того или иного варианта действий. Любая целесообразная деятельность, в том числе и военная, обязательно включает в себя предвидение её результатов. А это, прежде всего – умение просчитать алгоритм предстоящих боевых действий, производить тактические расчеты.

Однако, не зная содержание методик расчетов, командир не в состоянии судить об их достоинствах и недостатках, о достоверности полученных расчетов путем данных, т.е. не сможет правильно определить свое отношение к ним.

Возможны две крайности: преклонение перед расчетными данными и, наоборот, недооценка расчетов. Обе эти крайности одинаково вредны и недопустимы.

Следовательно, отличное знание методик тактических расчетов является необходимым условием успешной работы не только для непосредственных исполнителей расчетов, но и для командиров и начальников, использующих результаты этих расчетов [2].

В данной статье, предлагаю рассмотреть опытом опробованные методики расчета элементов марша, а именно, расчет продолжительности марша при осуществлении воинских автомобильных перевозок.

**Расчет продолжительности марша автомобильной колонны** при выполнении воинских автомобильных перевозок предназначен для определения времени, необходимого для выполнения задачи на перевозку. Она включает в себя выполнение определенного перечня расчетов:

**1. Продолжительность вытягивания походной колонны к исходному пункту.**

Методика расчета предназначена для определения времени начала движения колонны, с тем, чтобы она своевременно, в установленный срок прошла назначенный исходный пункт.

Исходными данными являются удаление района расположения автомобильного подразделения от исходного пункта и скорость движения при вытягивании колонны [3].

**Формула расчета:**

$$T_H = T - \frac{D_0 \times 60}{V_0}, \quad (3)$$

где,  $T_H$  – время начала движения колонны, ч. мин.;

$T$  – время прохождения назначенного пункта головой колонны, ч. мин (задано старшим начальником);

$D_0$  – удаление исходного пункта от района расположения автомобильного подразделения, км;

60 – коэффициент перевода часов в минуты;

$V_0$  – скорость движения походной колонны при вытягивании, км/ч.

**2. Время прибытия автомобильной колонны в пункт погрузки материальных средств:**

$$T_{\text{пр}} = T_H + T_{\text{дс1}} + T_{\text{от}}, \quad (4)$$

где  $T_H$  – время начала движения, ч. мин;

$T_{\text{дс1}}$  – время на движение автомобильной колонны от исходного пункта до пункта погрузки, ч. мин;

$T_{\text{от}}$  – время на привалы, дневной (ночной) отдых, ч. мин;

**3. Время движения автомобильной колонны от пункта формирования до пункта погрузки:**

$$T_{\text{дс1}} = \frac{L_1}{V_{\text{сп1}}}, \quad (5)$$

где  $L_1$  – расстояние от исходного пункта до пункта погрузки, км;

$V_{\text{сп1}}$  – среднетехническая скорость движения, км/ч.

**4. Время окончания погрузки материальных средств:**

$$T_{\text{ок}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{пк}}, \quad (6)$$

где  $T_{\text{пк}}$  – время простоя колонны под загрузкой, ч. мин;

**5. Время прибытия колонн в пункт выгрузки материальных средств:**

$$T_{\text{вс}} = T_{\text{ок}} + T_{\text{дс2}} + T_{\text{от}}, \quad (7)$$

где  $T_{\text{дс2}}$  – время на движение колонн от пункта погрузки до пункта выгрузки, ч. мин;

$T_{\text{от}}$  – время на привалы, дневной (ночной) отдых, ч. мин.

$$T_{\text{дв}} = \frac{L_2}{V_{\text{ср2}}}, \quad (8)$$

где  $L_2$  – расстояние от пункта погрузки до пункта выгрузки, км;

$V_{\text{ср2}}$  – среднетехническая скорость движения на участке маршрута, км/ч.

**6. Время конца разгрузки материальных средств  $T_{\text{кв}}$ :**

$$T_{\text{кв}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{пр}}, \quad (9)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – время простоя колонн под разгрузкой, ч.

**7. Время прибытия автомобильных колонн в пункт сосредоточения после выгрузки материальных средств  $T_{\text{пс}}$ :**

$$T_{\text{пс}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{дв2}} + T_{\text{пр}}, \quad (10)$$

где  $T_{\text{дв2}}$  – время движения колонн от пункта погрузки до пункта сосредоточения, ч.

$$T_{\text{дв2}} = \frac{L_3}{V_{\text{ср3}}}, \quad (11)$$

где  $L_3$  – расстояние от пункта выгрузки до пункта сосредоточения, км;

$V_{\text{ср3}}$  – среднетехническая скорость движения на участке маршрута от пункта выгрузки до пункта сосредоточения, км/ч.

Естественно, если поставленная задача на выполнение воинских автомобильных перевозок предполагает несколько погрузочных и разгрузочных операций, то и количество расчетов увеличивается.

Методика расчета эвакуационных перевозок аналогична вышеизложенной. Полученные результаты расчетов заносятся в форму план-расчета на выполнение воинских автомобильных перевозок.

В настоящее время при перевозке автотранспортными предприятиями промышленных грузов, как правило, используются одиночные автомобили. Методика расчета времени на перевозки, рассмотренная в данной статье – приемлема и для планирующих органов данных организаций. Она может использоваться на занятиях со студентами факультета «Автомобильный транспорт» по специальности «Организация перевозок и управления на транспорте» со студентами факультета

«Экономика и управление» по специальности «Логистика и управление цепями поставок».

Совершенствование управления войсками в современных условиях является объективной необходимостью и одной из главных задач командиров и офицеров штабов.

Тактические расчеты выполняются с целью получения необходимых количественных данных для правильной оценки обстановки и принятия обоснованных решений. Тактические расчеты должны производиться своевременно и точно. А это возможно лишь при условии хорошего знания и владения методикой расчетов.

Методика расчетов – важный инструмент в руках командира и офицера штаба, обеспечивающий дальнейшее повышение качества управления войсками.

#### Библиографический список

1 Кривоусов П. Ф. Методика расчета потребного количества автомобильного транспорта для осуществления перевозок снабженческих и эвакуационных грузов // Вестник СибАДИ. 2012. № 3 (25). С. 21-26.

2. Леонтьев А. Н., Ахметов Р. Р., Попов И. А., Цветков А. Н., Кривоусов П. Ф., Тактика как искусство подготовки и ведения общевойсковой боя, Омск, учебное пособие-2010.

3. Вайнер А. Я. Тактические расчеты, М.: Венидат, 1977.

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

#### GUIDELINES AND PRINCIPLE CALCULATIONS OF PLANNING OF AUTOMOBILE MARCH UNDER THE REALIZATION OF THE MILITARY AUTOMOBILE TRAFFIC

P. F. Krivousov

Under the stated information material we can define the time which is necessary for automobile column for performance of the task of realization of the military automobile traffic by means of mathematical calculations. Tab. 2. Formulas. 11. Bibliography. 4.

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

УДК 625.731.08

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХОЛОДНЫХ ФРЕЗ ПОСРЕДСТВОМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В. Н. Кузнецова, А. Н. Шаймарданов

**Аннотация.** В данной статье обосновывается необходимость применения адаптивного управления холодной фрезой, анализируется влияние на производительность холодной фрезы. С помощью программного обеспечения AMEsim 4.2 разработана имитационная модель холодной фрезы с системой адаптивного регулирования мощности. Проведено исследование работы имитационной модели, результаты сверены с данными, полученными в эксперименте с реальной холодной фрезой.

**Ключевые слова:** адаптивное управление, холодная фреза, рабочая скорость, потребляемая мощность.

Быстроизменяющиеся свойства внешней среды, с которой взаимодействуют дорожная фреза, неполнота информации о динамике машины, сложность моделирования рабочих процессов затрудняют проектирование и настройку системы автоматического управления (САУ) рабочими процессами холодной фрезы. Ручная подстройка параметров систем, основанная на опыте эксплуатации, не гарантирует качественной работы. Отсюда вытекает необходимость создания адаптивных САУ, подстраивающихся под изменение внешних условий и параметров дорожной фрезы [1].

Исходя из вышесказанного неадаптивные методы управления машиной, не подходят, так как они предусматривают наличие достаточного объема априорных сведений о внутренних и внешних условиях работы машины еще на предварительной стадии разработки системы, которые затем используются при проектировании САУ. Не учитывают быстроизменяющиеся свойства внешней среды и при этом характер их изменения случаен. Чем полнее информация о характеристиках системы и условиях ее работы, тем обычно выше качество неадаптивного управления [2]. Вследствие высокого уровня неопределенности системы, неадаптивные контроллеры могут необоснованно снижать производительность системы.

Основными факторами, влияющими на производительность холодной фрезы при условии, что техническое состояние машины соответствует документации производителя (то есть машина исправна и показатели отвечают заявленным требованиям производителя), являются быстроизменяющиеся свойства внешней среды, опыт и квалификация оператора, износ резцов фрезерного барабана.

Для того, чтобы добиться производительности, близкой к максимальной, заявленной

изготовителями машины, необходимо исключить эти факторы. Приведенные факторы выбраны исходя из следующих оснований, выявленных в процессе эксплуатации машины. Оператору зачастую трудно выбирать оптимальный режим работы исходя из своей квалификации и опыта. Не говоря уже о молодых специалистах. Износ резцов фрезерного барабана не учитывается вовсе, а ведь износ резцов снижает скорость движения фрезы, а значит и производительность.

За оптимальный режим работы в исследовании принят режим, близкий к идеальному, то есть режим, при котором двигатель работает на номинальной выходной мощности. При этом производительность холодной фрезы близка к максимальной.

Применение в системе управления мощностью холодной фрезы адаптивного контроллера исключает перечисленные нежелательные факторы, так как система является нелинейной, характер изменения параметров системы не определен и случаен. Адаптивные системы работают с большим уровнем неопределенности системы. Они, несомненно, подходят, поскольку допускают гораздо более высокий уровень неопределенности системы с тем, чтобы улучшить производительность. В отличие от контроллеров с постоянным коэффициентом усиления, которые поддерживают заданные коэффициенты в рамках закона управления с обратной связью для поддержания устойчивых характеристик, адаптивные контроллеры прямо или косвенно регулируют коэффициенты усиления обратной связи для поддержания устойчивости при замкнутом контуре управления и улучшают характеристики, несмотря на неопределенность системы. Поэтому адаптивный метод управления используются в управление мощностью холодной фрезы. Здесь возникает

проблема в том, как выбрать самый эффективный параметр управления мощностью.

Эффект приспособления к изменяющимся условиям в адаптивных системах достигается за счет того, что часть функций по получению, обработке и анализу недостающей информации о рабочем процессе осуществляется не проектировщиком на предварительной стадии, а самой системой в процессе ее нормальной эксплуатации [3].

В качестве основного управляющего параметра выбрана скорость перемещения холодной фрезы, так как проведенное исследование и полученная математическая модель холодной фрезы выявило квадратичную зависимость между потребляемой мощностью холодной фрезы и скоростью. В свою очередь общая потребляемая мощность холодной фрезы это сумма мощности потребляемой приводом двигателей машины и приводом фрезерного барабана холодной фрезы.

В систему адаптивного управления холодной фрезой введен пропорционально интегральный дифференциальный (ПИД) контроллер.

Основываясь на параметрах реальной машины, теоретическом анализе, экспериментальных результатах разработана имитационная модель холодной фрезы с помощью программного обеспечения Advanced Modeling Environment for performing Simulations of engineering systems (AMESim), с адаптивным контроллером и без адаптивного контроллера.

Результаты моделирования и экспериментальные данные сведены в таблицу 1, где средняя частота вращения двигателя  $n$ , средняя выходная мощность  $P$ , средняя рабочая скорость  $v$  и коэффициент использования номинальной мощности двигателя  $K_B$ . Нижний индекс 1 и 2 соответственно без и с адаптивным регулятором мощности, а  $v_3$  экспериментальная скорость, а  $\eta_1$  величина роста рабочей производительности.

Когда машина не оснащена адаптивным регулятором мощности, средняя скорость машины  $10,44 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$ , а изменения амплитуды скорости только  $1 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$  в то время как вариация изменения частоты вращения двигателя  $117 \text{ об}\cdot\text{мин}^{-1}$ . Вариация выходной амплитуды мощности двигателя  $42 \text{ кВт}$ , средняя выходная мощность составляет лишь  $115,6 \text{ кВт}$ , а коэффициент использования двигателя номинальной мощности двигателя  $87,5 \%$ .

После того как адаптивный регулятор мощности установлен на машине, производительность повышается. Частота вращения двигателя более гладкая кривая, как показано на рисунке 1. Средняя выходная мощность двигателя  $128,9 \text{ кВт}$  (рисунок 2) коэффициент использования номинальной мощности двигателя увеличивается на  $10,2 \%$ . Средняя скорость  $11,11 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$ , а производительность увеличивается на  $6,32 \%$ . Скорость машины с адаптивным контроллером на  $0,6 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$  больше, чем без контроллера (рисунок 3), в то время как средняя выходная мощность двигателя увеличивается на  $13,44 \text{ кВт}$  (таблица 1).

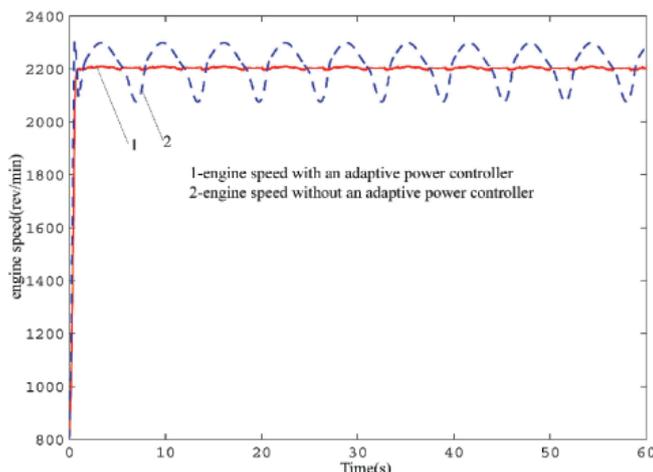


Рис. 1. Синусоида амплитуды изменения частоты вращения двигателя, об/мин. во времени, с:  
 1 - кривая с адаптивным контроллером,  
 2 - кривая без адаптивного контроллера

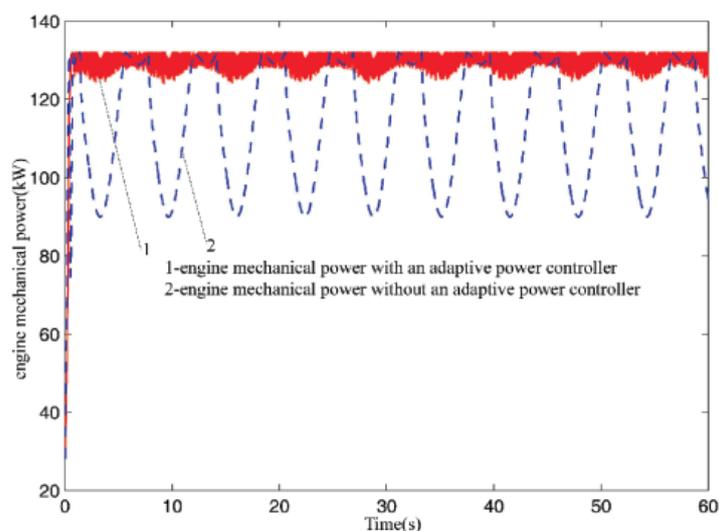


Рис. 2. Синусоида амплитуды изменения выходной мощности двигателя, кВт во времени, с:  
1 - кривая с адаптивным контроллером, 2 - кривая без адаптивного контроллера

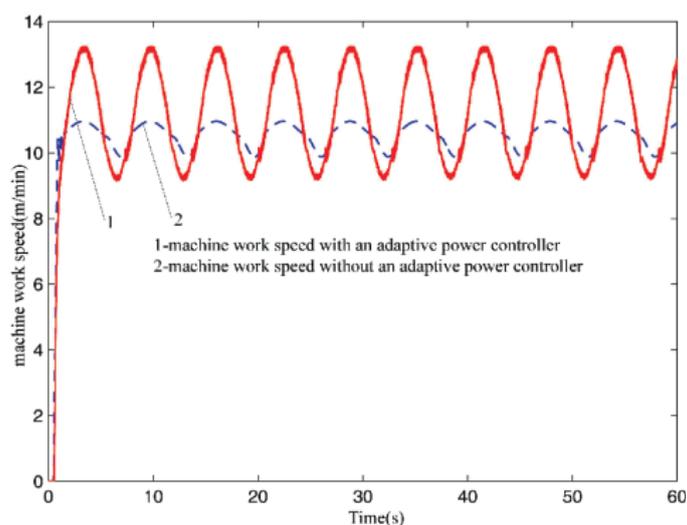


Рис. 3. Синусоида амплитуды изменения рабочей скорости, м/мин. во времени, с:  
1 - кривая с адаптивным контроллером, 2 - кривая без адаптивного контроллера

Таблица 1. - Характеристическое сравнение машины с и без адаптивной системы регулирования

$a_p$ , см	$n_1$ , об/мин.	$n_2$ , об/мин.	$p_1$ , кВт	$p_2$ , кВт	$K_{B1}$ , %	$K_{B2}$ , %	$v_1$ , м/мин.	$v_2$ , м/мин.	$v_3$ , м/мин.	$\eta_1$ , %
4	2210	2201	115,56	129	87,5	97,7	10,44	11,11	10,2	6,32
8	2198	2200	115,76	130,1	87,7	98,6	4,51	4,88	4,25	8,2
16	2195	2199	116	131,1	87,9	99,3	2,34	2,56	2,29	9,4

Погрешность скорости машины между скоростями полученными моделированием и экспериментальными в пределах 6 %.

Результаты показывают, что выбор скорости машины, как адаптивного параметра, регулирующего мощность, не только позволяет регулировать нагрузку фрезы, но и стабилизировать ее. Машина может также осуществлять самонастройку и устанавливать коэффициент использования номинальной мощности двигателя в наибольшем его значении.

Использования скорости движения холодной фрезы как управляющего параметра обосновано и эффективно. Двигатель холодной фрезы может обеспечивать номинальную мощность и работать с наибольшей производительностью самонастройкой адаптивной системы управления мощностью.

### Библиографический список

1. Мещеряков В. А. Нейросетевое адаптивное управление тяговыми режимами землеройно-транспортных машин: Монография. – Омск: ОмГТУ, 2007. – 219 с.
2. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А. А. Воронов, Д. П. Ким, В. М. Лохин и др.; Под ред. А. А. Воронова. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. – 504 с.
3. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.

4. Кокорин А. В. Математическая модель системы управления рабочим органом строительно-дорожной машины с фрезерным барабаном // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т. 5. № 11. С. 187-189.

5. Meyer M. D., Amekudzi A., O'Har J. P. Transportation asset management systems and climate change adaptive systems management approach // Transportation Research Record. 2010. № 2160. С. 12-20.

### INCREASE PRODUCTIVITY OF COLD MILLING MACHINE BY MEANS ADAPTIVE CONTROL

V. N. Kuznetsova, A. N. Shaimardanov

This article explains the need for adaptive control milling machine, analyzes the impact of the performance milling machine. With software AMEsim 4.2 developed simulation model milling machine with adaptive power control. A study of the simulation model, the results are verified with the data obtained in the experiment with the real milling machine.

*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*

*Шаймарданов А. Н. – аспирант ФГБОУ ВПО «СибаДИ».*

УДК 625.75

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЗНАЧЕНИЯ НОРМИРУЕМОГО РАСХОДА ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПОЛУЧАЕМЫХ ОТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

А. В. Трофимов, А. В. Проценко

**Аннотация.** Выявлены закономерности формирования погрешности показаний пробега автомобиля получаемых от технических средств контроля установленных на автомобиле. Установлены закономерности формирования коэффициента условий движения на основе данных получаемых от технических средств контроля установленных на автомобиле. Предложена математическая модель расчета нормируемого расхода топлива с использованием данных получаемых от технических средств контроля.

**Ключевые слова:** технические средства контроля, система слежения и контроля ГЛОНАСС, тахограф, нормируемое значение расхода топлива, учитываемый пробег, коэффициент условий движения.

Списание затрат на топливо на автомобильном транспорте происходит согласно методики нормирования расхода топлива предложенной НИИАТ. Наиболее подробно данная методика описана в методических рекомендациях «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» (утверждена распоряжением Минтранса России № АМ-23-Р от 14.03.2008 г.) [1].

Методика НИИАТ основана на корректировании нормы расхода топлива поправочным коэффициентом. Норма расхода топлива подразумевает установленное значение меры его потребления при работе автомобиля конкретной модели, марки, модификации. При нормировании расхода топлива различают базовое значение расхода топлива, которое определяется для каждой модели, марки, модификации автомобиля в качестве общепринятой нормы, и расчетное нормируемое значение расхода топлива, учитывающее условия эксплуатации автомобиля.

Согласно данной методики нормирования для легковых автомобилей и автобусов без дополнительного отопителя салона нормативное значение расхода топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot D), \quad (1)$$

где  $Q_n$  - нормативный расход топлива, л;  
 $H_s$  - базовая норма расхода топлив на пробег автомобиля, л/100 км;  
 $S$  - пробег автомобиля, км;  
 $D$  - поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Базовые значения расхода топлива на сегодняшний день для большинства марок и моделей автомобилей установлены в методических рекомендациях [1]. Значения на вновь поступающие автомобили разрабатываются в установленном порядке НИИАТом.

Расчет базовых норм ведется согласно «Методики определения базовых норм расхода топлива на автомобильном транспорте» Р 03112134-0367-97 [2]. Базовая норма расхода топлива рассчитывается как средневзвешенная величина расходов топлива АТС, полученных в заездах по типизированным маршрутам по формуле:

$$H_s = D_r \cdot H_{s_{гор}} + D_{ам} \cdot H_{s_{ам}}, \quad (2)$$

где  $D_r$  – доля движения транспортного средства по типизированному городскому маршруту;  
 $D_{ам}$  – доля движения транспортного средства по типизированному маршруту по автомагистрали;

$H_{s_{гор}}$  – величина расхода топлива автомобиля при движении по типизированному городскому маршруту, л/100 км;

$H_{s_{ам}}$  – величина расхода топлива автомобиля при движении по типизированному маршруту по автомагистрали, л/100 км;

Величины коэффициентов весоности для легковых, грузовых автомобилей и автобусов полной массой до 3,5 т составляют  $D_r=0,5$ ,  $D_{ам}=0,5$ . Однако данные значения коэффициентов весоности расходов необъективны, потому что они даны для среднестатистического транспортного средства и не отражают реальные условия эксплуатации конкретного автомобиля на предприятии. Интенсивность движения в условиях современного города в большинстве своем представляет процесс постоянного изменения скорости – частых разгонов и торможений. Движение с установленной скоростью ничтожно мало по сравнению движением с постоянным изменением скоростного режима. Однако при определенных условиях автомобиль в городских условиях может двигаться с интенсивностью присущей загородному режиму (ночное время, кольцевые автодороги и т.д.). То же относится и к движению в загородном режиме – периодически при движении за городом можно столкнуться с высокой интенсивностью движения (ремонт автодороги, авария, снежные метели, обвалы горных пород и т.д.).

Поправочные коэффициенты выбираются исходя из условий и режимов эксплуатации автомобилей. Однако в методических рекомендациях НИИАТ не указано какую именно величину надбавки выбирать при определении данных коэффициентов, есть только условная градация данных коэффициентов. Таким образом, величины применяемых надбавок берутся по верхним границам или исходя из собственного опыта лица ответственного за определение нормируемого расхода топлива. Одной из надбавок, всегда участвующей при нормировании расхода топлива, является надбавка, зависящая от режимов эксплуатации автомобиля. Пример данных надбавок приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Повышающие/понижающие надбавки, зависящие от режимов эксплуатации автомобиля

№ п/п	Обоснование повышения/ снижения нормы расхода топлива	Допустимая величина повышения/ снижения	Примечание
1	Работа автотранспорта в городах с населением:  свыше 3 млн. чел от 1 до 3 млн. чел от 250 тыс. до 1 млн. чел от 100 до 250 тыс. чел до 100 тыс. чел	Надбавка  до 25% до 20% до 15% до 10 % до 5%.	Последнее – в «городах, поселках городского типа и других крупных населенных пунктах (при наличии регулируемых перекрестков, светофоров или других знаков дорожного движения)»
2	При работе на дорогах общего пользования I, II и III категорий за пределами пригородной зоны на равнинной слабохолмистой местности	Снижение до 15%.	высота над уровнем моря до 300 м

Однако необходимо учитывать реальные режимы и условия движения автомобиля это удобно делать коэффициентом условий движения  $K_{уд}$ . Таким образом, надбавки зависящие от режимов эксплуатации автомобиля: движение в загородном режиме и в городах с населением будут учитываться одним общим коэффициентом условий движения  $K_{уд}$ . Формула нормируемого расхода топлива (1) приобретает следующий вид:

$$\left\{ \begin{aligned} Q &= 0,01 \cdot H_p \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot (D + K_{уд})) \\ 0,85 &\leq K_{уд} \leq 1,25 \end{aligned} \right. \quad (3)$$

При этом коэффициент  $K_{уд}$  лежит в пределах от 0,85 – понижающая надбавка при движении за пределами пригородной зоны, до 1,25 - работа автотранспорта в городах с населением свыше 3 млн. человек.

Пробег  $S$  при расчете нормируемого значения расхода топлива берется по записям в путевой документации, которую заполняют водители согласно данных одометра. Однако одометр, как и любой измерительный прибор обладает погрешностью показаний. Согласно опыта эксплуатации механический одометр имеет собственную погрешность до 5 %. В зависимости от условий эксплуатации автомобиля, износа узлов и агрегатов, использования нештатных запчастей. Суммарная погрешность прибора может достигать 12-15 %. Электромеханические одометры точнее механических, но все же погрешность 5-7 %. Электронные одометры совершенней электромеханических, однако точность их показаний зависит от состояния ходовой части автомобиля. Суммарная погрешность данных приборов не превышает 5% в случае, если про-

водится дополнительная тарифовка на тестовом участке пути.

Кроме того, некоторые руководители автотранспортных предприятий издают распоряжения, согласно которых показания пройденного пути учитываются по данным системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС, однако ее показания также обладают достаточно высокой погрешностью [3]. Система спутникового контроля на базе ГЛОНАСС полностью лишена погрешностей, обусловленных конструктивными особенностями автомобиля, и никак от них не зависит от системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС работает следующим образом: блок считывает данные о своем местонахождении, а затем при помощи мобильной связи по каналам Internet отсылает эти данные на сервер, где они обрабатываются, и выстраивается картина передвижения транспортного средства. Однако свои координаты блок запрашивает не постоянно, а с определенной периодичностью, настраиваемой пользователями системы. Данное обстоятельство приводит к потерям в анализе пройденного пути. Кроме того на точность показаний системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС влияет сложность городского плана [4,5], а именно:

- 1) количество поворотов на всем пути следования автомобиля;
- 2) высотные здания, затрудняющие или искажающие получаемые сигналы со спутника;
- 3) протяженность туннелей, подземных гаражей и т.п. при проезде которых блок ССК в принципе не может принимать и отсылать сигналы.

Также учет показаний пробега осуществляется по данным тахографа, но и он облада-

ет погрешностью, так согласно ЕСТР [6] настроенный тахограф в эксплуатации может иметь погрешность показаний пробега не выше  $\pm 4\%$ .

Однако и данное значение погрешности показаний пробега является достаточно высокой величиной. Поэтому необходимо нивелировать погрешность показаний технических средств контроля тахографа и системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС для получения реальной величины пробега автомобиля. Для этого в работе вводится величина  $S_{уч}$ , которая будет корректировать показания пробега получаемые от технических средств контроля на основе данных о показаниях погрешности данных систем.

Тогда с учетом коэффициента  $K_{уд}$  и  $S_{уч}$  формула для определения значения нормируемого расхода топлива будет записываться как функция величины базовой нормы расхода топлива, пробега автомобиля и поправочных коэффициентов.

$$Q_n = f(H_s; S_{уч}; D; K_{уд}), \quad (4)$$

Таким образом, влияя на значение нормируемого расхода топлива можно путем уточнения надбавок  $K_{уд}$  и установления более точной величины пробега  $S_{уч}$ , так как базовые нормы расхода топлива  $H_s$  изменять нельзя.

Учитываемый пробег по тахографу есть функция от величин погрешностей настройки

тахографа, приборной, износа шин и случайной.

$$S_{уч\text{тах}} = f(\Delta_{настр}; \Delta_{прибор}; \Delta_{ипш}; \Delta_{случ}), \quad (5)$$

где  $\Delta_{настр}$  - погрешность настройки, %;  
 $\Delta_{прибор}$  - приборная погрешность, %;  
 $\Delta_{ипш}$  - длина окружности колеса при настройке, мм;  
 $\Delta_{случ}$  - длина окружности колеса фактическое, мм.

Учитываемый пробег по системе слежения и контроля на базе ГЛОНАСС есть функция от средней технической скорости, периода репликации и доли движения в городе.

$$S_{уч\text{сск}} = f(V_T; T_p; D_r), \quad (6)$$

где  $V_T$  - средняя техническая скорость, км/ч;

$T_p$  - период репликации, с;

$D_r$  - доля движения в городском режиме;

Коэффициент условий движения есть функция от средней технической скорости, оптимальной скорости и доли движения в городе.

$$K_{уд} = f(V_T; V_o; D_r). \quad (7)$$

Блок-схема математической модели расчета нормируемого расхода топлива с использованием данных технических средств контроля представлена на рисунке 1.

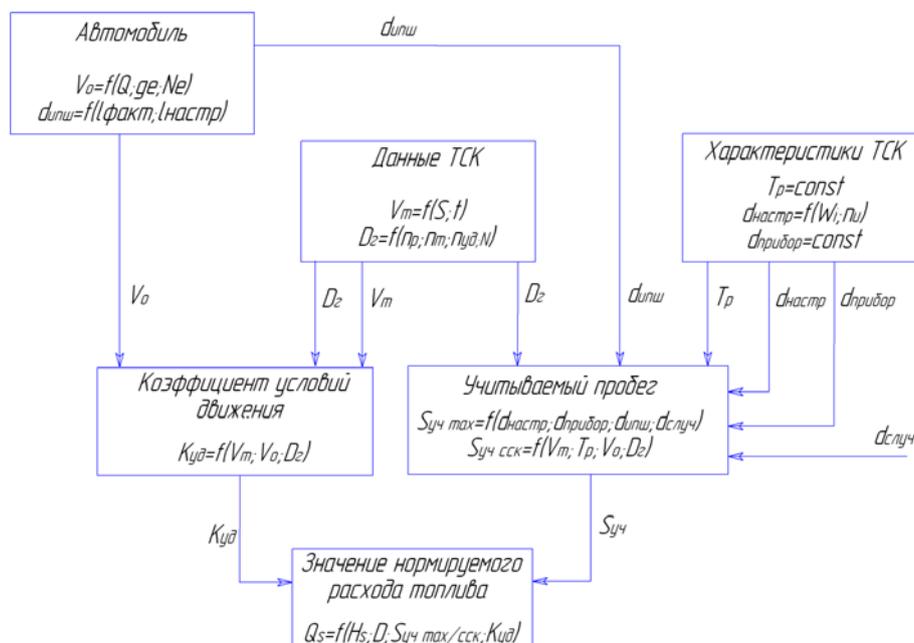


Рис. 1. Блок-схема математической модели расчета нормируемого расхода топлива с использованием данных технических средств контроля

Возникает необходимость анализа закономерностей формирования учитываемого пробега  $S_{уч}$  и коэффициента условий движения  $K_{уд}$  на основе данных получаемых от технических средств контроля.

Величина учитываемого пробега определяется по формуле:

$$S_{уч} = S_n \cdot (1 + 0,01 \cdot (\Delta + C)), \quad (8)$$

где  $S_n$  - пробег по данным ТСК, км;

$\Delta$  - приборная погрешность, %;

$C$  - случайная погрешность, %

Погрешность показаний пути системой спутникового контроля на базе ГЛОНАСС зависит от сложности плана движения автомобиля, периода репликации и средней технической скорости движения. Тогда  $\Delta_{тех}$  принимает следующий вид:

$$\Delta_{тех} = T_p \cdot V_T \cdot (0,02 \cdot D_r + 0,0015 \cdot (1 - D_r)), \quad (9)$$

$$D_r = n_r / N, \quad (10)$$

где  $n_r$  - количество интервалов городского режима движения, ед;

$N$  - общее количество интервалов движения, ед.

Границы и допущения:

1) погрешность связанная с пробуксовкой колес не учитывается;

2) случайная погрешность связанная с работой системы позиционирования и ПО учете постоянной  $C$ .

Погрешность показаний пробега тахографа обуславливается методикой поверки прибора и процедуры его настройки, а также износом в процессе эксплуатации протектора шин автомобиля. Максимальные границы погрешности оговорены в Международном договоре ЕСТР и составляют в эксплуатации после настройки прибора не более  $\pm 4\%$ . Тогда  $\Delta S_{тех}$  принимает следующий вид:

$$\Delta S_{тех} = \Delta_{приб} + \Delta_{настр} + \Delta_{шн} + \Delta_{шук}, \quad (11)$$

Приборная погрешность показаний пробега автомобиля  $\Delta_{приб}$  указана в паспорте на прибор. Погрешность настройки  $\Delta_{настр}$  определяется в процессе настройки путем нахождения средней погрешности по результатам нескольких замеров.

$$\Delta_{настр} = \frac{(W_{max} - W_{min}) \cdot 100}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (12)$$

где  $W_{max}$  - максимальное количество импульсов;

$W_{min}$  - минимальное количество импульсов;

$n_z$  - количество замеров;

$W_i$  - замер с  $i$ -ым порядковым номером.

Погрешность износа протектора шин  $\Delta_{шн}$  зависит от изменения величины протектора шин автомобиля. С износом шин длина окружности колеса уменьшается, в результате чего тахограф пишет больший пробег по сравнению с реальным пробегом автомобиля. Определить погрешность показаний пробега тахографом из-за изменения длины окружности колеса путем измерения окружности колеса поверенной сантиметровой лентой, длина окружности колеса при настройке указывается в настроечной табличке, которая наклеена в автомобиле. Показание погрешности тахографа  $\Delta_{шн}$  будет выражаться следующей формулой:

$$\Delta_{шн} = 1 - \frac{l_{факт}}{l_{настр}}, \quad (13)$$

где  $l_{факт}$  - длина окружности колеса фактическая, мм;

$l_{настр}$  - длина окружности колеса при настройке, мм.

Границы и допущения:

1) случайная погрешность, связанная с работой привода, электрической проводки и узлов трансмиссии автомобиля не учитываются;

2) приборная погрешность разных типов тахографов принимается одинаковой;

3) влияние температуры окружающего воздуха на погрешность не учитывается.

Коэффициент  $K_{уд}$  расписывается по формуле:

$$K_{уд} = X_d \cdot X_c, \quad (14)$$

где  $X_d$  - составляющая долей движения автомобиля в городском/загородном режимах;

$X_c$  - составляющая зависящая от средней технической скорости движения автомобиля.

Составляющая  $X_d$  записывается как:

$$X_d = 1,15 \cdot \frac{V_d}{V} + 0,85 \cdot (1 - \frac{V_d}{V}). \quad (15)$$

Величина составляющей  $X_d$  будет варьироваться в пределах от 0,85 до 1,15. Оставшаяся величина  $K_{уд}$  зависит от составляющей зависящей от технической скорости движения автомобиля  $X_c$ . Его величина будет лежать в пределах от 1 до 1,087. Так при  $X_d=0,85$  и  $X_c=1$ , коэффициент условий движения будет иметь свое минимальное значение  $K_{уд}=0,85$ . При  $X_d=1,15$  и  $X_c=1,087$ , коэффициент условий движения будет иметь свое максимальное значение  $K_{уд}=1,25$ . Фор-

мула определения составляющей  $X_c$  будет иметь следующий вид:

$$X_c = 1 + 0,001 \cdot (V_{\text{тех}}/V_0 - 1)^2 \quad (16)$$

Тогда формула для определения коэффициента условий движения приобретает следующий вид:

$$K_{\text{уд}} = \left( 1,15 \cdot \frac{S_u}{N} + 0,85 \cdot \left( 1 - \frac{S_u}{N} \right) \right) \cdot (1 + 0,1 \cdot S_u \cdot (V_{\text{тех}}/V_0 - 1)^2). \quad (17)$$

Таким образом, значение нормируемого расхода топлива, представляет собой следующую функцию.

$$Q = f(H_u; D; n_r; N; \Delta_{\text{трис}}; \Delta_{\text{кастр}}; I_{\text{факт}}; I_{\text{кастр}}; S_u; K_u; K_{\text{уд}}). \quad (18)$$

Величины  $S_u, V_0, I_{\text{факт}}, I_{\text{кастр}}$  являются характеристиками автомобиля и зависят его марки и процесса его эксплуатации. Определение величин  $n_r, N$  и  $K_{\text{уд}}$  происходит путем анализа данных получаемых при помощи технических средств контроля. Характеристики  $T_p$  и  $\Delta_{\text{трис}}$  являются характеристиками технических средств контроля.

#### Библиографический список

1. Нормы расходы топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте: Руководящий документ Р 3112194-0366-08. М., 2008. – 64 с.
2. Методика определения базовых норм расхода топлива на автомобильном транспорте: Руководящий документ Р 03112134-0367-97. – М., 2008. – 64 с.
3. Материалы всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Книга 2.-Омск:СИБАДИ.-2009.
4. The university of Calgary. Tightly coupled MEMS INS/GPS Integration with INS Aided receiver Tracking Loops – Электрон. дан. – 2008. - Режим доступа:

<http://www.geomatics.uncalgary.ca/research/publications/GradTheses.html>- Яз. англ.

5. The university of Calgary.INS – Assisted High Sensitivity GPS Receivers for Degraded Signal Navigation. – Электрон.дан. – 2007.- Режим доступа: <http://www.geomatics.uncalgary.ca/research/publications/GradTheses.html> - Яз. англ.

6. Международный Договор «Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки» (ЕСТР), Женева от 1 июля 1970 г.

#### MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATING VALUES OF NORMALIZED FUEL BASED ON DATA OBTAINED FROM THE TECHNICAL MEANS OF CONTROL

A. V. Trofimov, A. V. Protsenko

The regularities of formation of the error mileage readings obtained from the engineering controls are installed on the car. The regularities of formation factor driving conditions based on data received from the engineering controls are installed on the car. A mathematical model for calculating the rated fuel consumption, using data derived from technical means of verification.

*Трофимов Анатолий Викторович – канд. техн. наук, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – исследование влияния дополнительного оборудования на процесс эксплуатации автомобилей. Имеет 34 опубликованных работ.*

*Проценко Артем Владимирович – аспирант, преподаватель Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – исследование влияния технических средств контроля на процесс эксплуатации автомобилей. Имеет 11 опубликованных работ.*

**РАЗДЕЛ II**

**СТРОИТЕЛЬСТВО.**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

УДК 519.6

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ ТРЕХСЛОЙНОГО ДВУТАВРА В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОСТАНОВКЕ**

Г. Л. Горынин, О. Г. Горынина

**Аннотация.** На основе GN-теории изгиба композитных балок для произвольного симметричного сечения [1] рассмотрена трехслойная балка двутаврового сечения. Произведено сравнение прогибов балки, вычисляемых по GN-теории, к прогибам, вычисляемым по теории Эйлера-Бернулли.

**Ключевые слова:** GN-теория изгиба балок, композит, двутавр, метод жестко-статических функций, прогиб.

**Введение**

Исследование напряженного состояния многосоставных композитных конструкций является актуальной задачей, т.к. сфера их применения все время расширяется за счет отказа от использования чисто однородных конструкций. Трудности такого исследования связаны с тем, что в композитных конструкциях заранее невозможно пренебречь теми или иными компонентами тензора напряжений, и тем самым упростить задачу исследования. В работах [2]-[4] разработан метод исследования композитных конструкций в пространственной постановке. На его основе в работе разработана GN-теория изгиба слоистых балок, имеющих симметричное поперечное сечение. Данная работа ставит своей целью применение указанной теории к исследованию пространственного напряженно-деформированного состояния трехслойной балки двутаврового сечения.

**Основная часть.**

Рассмотрим двутавровую балку, для которой полки выполнены из одного материала, а стенка из другого, причем  $b, h$  - ширина и высота полки,  $d, H$  - ширина и высота стенки двутавра;  $E_n, E_c$  - модули Юнга для полки и для стенки соответственно, коэффициент Пуассона  $\nu$  для полки и стенки совпадают (рис. 1). Балка находится под воздействием сосредоточенной или равномерно распределенной нагрузки при произвольном оперении.

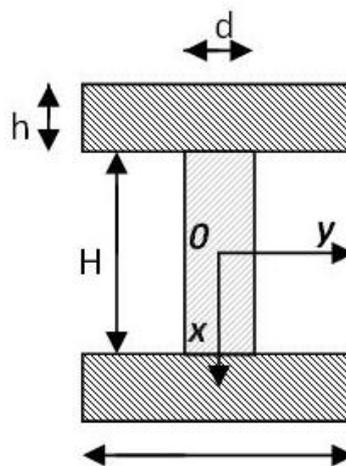


Рис. 1. Поперечное сечение балки

Введем безразмерные переменные и неизвестные величины, которые будут обозначаться также как размерные, и связаны с ними соотношениями:

$$x \leftrightarrow x/h, y \leftrightarrow y/h, z \leftrightarrow z/L, u_\alpha \leftrightarrow u_\alpha/\tilde{u},$$

$$E_i \leftrightarrow E_i/\tilde{E},$$

$$(\sigma_{\alpha\beta})_i \leftrightarrow (\sigma_{\alpha\beta})_i/\tilde{E}, p_\alpha \leftrightarrow p_\alpha/h\tilde{E},$$

$$Q_x \leftrightarrow Q_x/h^2\tilde{E}, M_y \leftrightarrow M_y/h^3\tilde{E}, \quad (1)$$

где  $h, L, \tilde{E}$  - характерные значения поперечного размера балки, продольного размера и модуля Юнга материала одного из слоев балки.

В соответствии с общей теорией [1] решение задачи об изгибе такой балки в поста-

новке пространственной задачи теории упругости в безразмерных переменных имеет вид:

$$\begin{aligned} (\sigma_{\alpha z})_i &= (\tau_{\alpha z})_i \frac{d^3 u_0}{dz^3} \varepsilon^3 + \frac{(\tau_{\alpha z})_i^*}{D_1} \frac{dp_x^*}{dz} \varepsilon, \quad \alpha, \beta \in \{x, y\}, \\ (\sigma_{\alpha\beta})_i &= (\tau_{\alpha\beta})_i \frac{d^2 u_0}{dz^2} \varepsilon^2 + \frac{(\tau_{\alpha\beta})_i^*}{D_1} p_x^*, \\ (\sigma_{zz})_i &= (\tau_{zz})_i \frac{d^2 u_0}{dz^2} \varepsilon^2 + \frac{(\tau_{zz})_i^*}{D_1} p_x^*, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $(\sigma_{\alpha\beta})_i$  - компоненты тензора напряжений для слоя с номером  $i$ ;  $u_0(z)$  - функция прогиба;  $(\tau_{\alpha\beta})_i, (\tau_{\alpha\beta})_i^*, (U_z)_i, (U_x)_i^*, (U_y)_i^*$  - жесткостные функции, зависящие только от переменных сечения;  $\varepsilon$  - малый параметр, равный отношению высоты балки к ее длине.

Жесткостные функции являются решениями следующих краевых задач в плоскости сечения стержня:

Краевая задача в сечении для нахождения функции  $(U_z)_i$ :

уравнение:

$$\frac{\partial(\tau_{zx})_i}{\partial x} + \frac{\partial(\tau_{zy})_i}{\partial y} + (\tau_{zz})_i = 0. \quad (3)$$

условия на боковой поверхности стержня:

$$(\tau_{zx})_i n_x + (\tau_{zy})_i n_y = 0. \quad (4)$$

условия сопряжения жесткостных функций на границах между слоями стержня:

$$\begin{aligned} (\tau_{zx})_i n_x + (\tau_{zy})_i n_y &= (\tau_{zx})_j n_x + (\tau_{zy})_j n_y, \\ (U_z)_i &= (U_z)_j, \quad i, j = [1, s]. \end{aligned} \quad (5)$$

условия связи жесткостных функций тензора напряжений и вектора перемещений функций:

$$\begin{aligned} (\tau_{zx})_i &= (\mu_{zx})_i \left( \frac{\partial(U_z)_i}{\partial x} + (U_x)_i \right), \\ (\tau_{zy})_i &= (\mu_{zy})_i \left( \frac{\partial(U_z)_i}{\partial y} + (U_y)_i \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Краевая задача в сечении для нахождения функций  $(U_x)_i^*, (U_y)_i^*$ :

система уравнений:

$$\frac{\partial(\tau_{\alpha x})_i^*}{\partial x} + \frac{\partial(\tau_{\alpha y})_i^*}{\partial y} + (\tau_{z\alpha})_i = 0, \quad \alpha \in \{x, y\}; \quad (7)$$

условия на боковой поверхности стержня:

$$(\tau_{\alpha x})_i^* n_x + (\tau_{\alpha y})_i^* n_y = D_1 f_\alpha^q(\Gamma), \quad \alpha \in \{x, y\}, \quad (8)$$

условия сопряжения характеристических функций на границах между слоями стержня:

$$\begin{aligned} (\tau_{\alpha x})_i^* n_x + (\tau_{\alpha y})_i^* n_y &= (\tau_{\alpha x})_j^* n_x + (\tau_{\alpha y})_j^* n_y, \\ (U_\alpha)_i^* &= (U_\alpha)_j^*, \quad i, j = [1, s], \quad \alpha \in \{x, y\}, \end{aligned} \quad (9)$$

условия связи жесткостных функций тензора напряжений и вектора перемещений функций:

$$\begin{aligned} (\tau_{\alpha\alpha})_i^* &= (E_{\alpha x})_i \frac{\partial(U_x)_i^*}{\partial x} + (E_{\alpha y})_i \frac{\partial(U_y)_i^*}{\partial y} + (E_{z\alpha})_i (U_z)_i, \\ &\quad \alpha \in \{x, y\}, \\ (\tau_{xy})_i^* &= (\mu_{xy})_i \left( \frac{\partial(U_x)_i^*}{\partial y} + \frac{\partial(U_y)_i^*}{\partial x} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Для функции  $(\tau_{zz})_i^*$  справедливо следующее выражение

$$(\tau_{zz})_i^* = (v_{xz})_i (\tau_{xx})_i^* + (v_{yz})_i (\tau_{yy})_i^* + (E_z)_i (U_z)_i, \quad (11)$$

где  $(v_{xz})_i, (v_{yz})_i, (E_z)_i$  - анизотропные коэффициенты Пуассона и модуль Юнга материала  $i$ -го слоя. На основе решений краевых задач в сечении вычисляются следующие константы

$$\begin{aligned} K_\varphi &= -\frac{1}{J} \sum_{i=1}^s \int_{F_i} x (U_z)_i dF, \quad D_1 = -\sum_{i=1}^s \int_{F_i} x (\tau_{zz})_i dF, \\ D_2 &= -\sum_{i=1}^s \int_{F_i} x (\tau_{zz})_i^* dF. \end{aligned} \quad (12)$$

Функция прогиба подчиняется уравнению изгиба:

$$D_1 \frac{d^4 u_0}{dz^4} \varepsilon^4 = p_x^*, \quad p_x^* = p_x - \zeta \frac{d^2 p_x^*}{dz^2} \varepsilon^2, \quad \zeta = \frac{D_2}{D_1}. \quad (13)$$

Для уравнения изгиба краевые условия ставятся на величины прогибов  $u_0$ , угла поворота сечения  $\varphi$ , поперечного усилия  $Q_x$ , изгибающего момента  $M_y$ , для которых справедливы равенства

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{du_0}{dz} \varepsilon + K_\varphi \frac{d^3 u_0}{dz^3} \varepsilon^3, \\ Q_x &= -D_1 \frac{d^3 u_0}{dz^3} \varepsilon^3 - \zeta \frac{dp_x^*}{dz} \varepsilon, \\ M_y &= -D_1 \frac{d^2 u_0}{dz^2} \varepsilon^2 - \zeta p_x^*. \end{aligned} \quad (14)$$

Для решения краевых задач в сечении введем операцию усреднения произвольной функции по ширине сечения

$$\langle f \rangle = \int_{-0.5h_s}^{0.5h_s} f(\alpha, s) ds, \quad (15)$$

где  $s$ ,  $h_s$  - координата в направлении ширины сечения и ширина сечения соответственно. Будем рассматривать только тонкостенные двутавры, тогда искомые напряжения будут слабо меняться в пределах тонкой стенки, и можно считать, что их средние величины почти совпадают с самими величинами.

Усредним уравнение (3) по ширине верхней и нижней полки двутавра по отдельности:

$$\frac{d\langle \tau_{zy} \rangle}{dy} = \pm k_{II}, \text{ при } x = \pm 0.5(H+h),$$

$$k_{II} = 0.5E_{II}(H+h). \quad (16)$$

Проинтегрируем данное уравнение и учтем нулевые краевые условия на левой и правой границах полки:

$$\langle \tau_{zy} \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = \begin{cases} \pm k_{II}(y+0.5b), & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0 \\ \pm k_{II}(y-0.5b), & \text{при } 0 \leq y \leq 0.5b \end{cases}. \quad (17)$$

На рис.2. показано место стыковки стенки и нижней полки двутавра, стык происходит по прямой CD. Проинтегрируем уравнение (3) по прямоугольнику ABCD (рис.2.) и учтем формулы (17):

$$\langle \tau_{zx} \rangle \Big|_{x=\pm 0.5H} = -k_{II}bh/d. \quad (18)$$

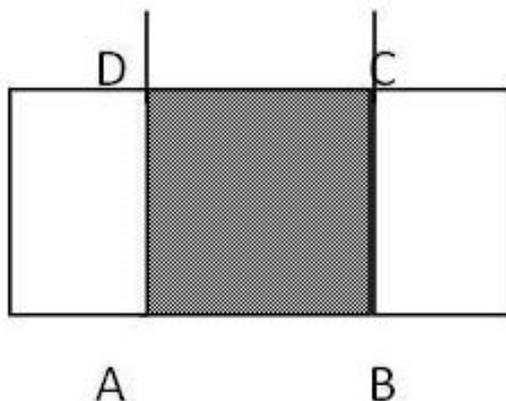


Рис .2. Область ABCD

В пределах стенки двутавра усредним уравнение (3) и проинтегрируем его с учетом равенства (18):

$$\langle \tau_{zx} \rangle = -k_{II}bh/d + 0.5E_c(x^2 - 0.25H^2),$$

$$x \in \{-0.5H, 0.5H\}. \quad (19)$$

В работе [2] установлено, что для жестко-стальных функций  $U_x$  и  $U_y$  для балки произвольного симметричного сечения справедливы равенства:

$$U_x = \frac{v}{2}(-y^2 + x^2 + C_2), \quad U_y = v y x,$$

$$\iint_F U_x dF = 0. \quad (20)$$

Для их усредненных значений справедливы формулы:

$$\langle U_x \rangle = \frac{v}{2} \left( C_2 - \frac{d^2}{12} + x^2 \right), \text{ при } -0.5H \leq x \leq 0.5H, \quad (21)$$

$$C_2 = -\frac{1}{12(2bh + Hd)}(d^3H - dH^3 - 2b^3h + 8bh(0.75H^2 + 1.5Hh + h^2)); \quad (22)$$

$$\langle U_y \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = \pm 0.5v(H+h)y, \quad (23)$$

при  $-0.5b \leq y \leq 0.5b$

Усредним формулы (7), первую по ширине стенки двутавра, а вторую по ширине его полки и с помощью их выразим усредненные значения функции  $\langle U_z \rangle$ , учитывая их непрерывность в местах стыка стенки и полки:

$$\langle U_z \rangle(x) = \int_0^x \left( \frac{1}{G} \langle \tau_{zx} \rangle - \langle U_x \rangle \right) d\zeta + C_3,$$

$$\langle U_z \rangle(y) = \langle U_z \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} + \int_0^y \left( \frac{1}{G} \langle \tau_{zy} \rangle - \langle U_y \rangle \right) d\zeta, \quad (24)$$

Подставим формулы (21) и (23) в первое и второе равенства (24) соответственно

$$\langle U_z \rangle = \begin{cases} (2+\nu) \frac{x^3}{6} - \left( (1+\nu) \left( 0.25H^2 + \frac{E_n h}{E_c d} (H+h)b \right) + \frac{\nu}{2} \left( C_2 - \frac{d^2}{12} \right) \right) x + C_3, & -0.5(H+h) \leq x \leq 0.5(H+h), \\ \langle U_z \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} \pm 0.5(H+h) \left( (1+0.5\nu)y^2 - (1+\nu)b|y| \right), & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0.5b, x = \pm 0.5(H+h), \end{cases} \quad (25)$$

Момент инерции сечения двутавра вычисляется по формуле

$$J = \int_F x^2 dF = \frac{bh}{2} (H+h)^2 + \frac{dH^3}{12}. \quad (26)$$

Усредним уравнение (7) при  $\alpha = x$  при по толщине стенки двутавра, а при  $\alpha = y$  по толщине полка двутавра:

$$\frac{d\langle \tau_{xx}^* \rangle}{dx} + \langle \tau_{zx} \rangle = 0, \quad \frac{d\langle \tau_{yy}^* \rangle}{dx} + \langle \tau_{zy} \rangle = 0. \quad (27)$$

Проинтегрируем эти уравнения:

$$\langle \tau_{xx}^* \rangle = -\frac{1}{d} D_1 - \int_{-0.5H}^{0.5H} \langle \tau_{zx} \rangle dx - \int_{-0.5H}^x \langle \tau_{zx} \rangle dx, \quad (28)$$

$$\langle \tau_{yy}^* \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = - \begin{cases} \int_{-0.5b}^y \langle \tau_{zy} \rangle dy, & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0 \\ \int_{0.5b}^y \langle \tau_{zy} \rangle dy, & \text{при } 0 \leq y \leq 0.5b \end{cases} \quad (29)$$

Подставим формулы (17) в (29), тогда получим выражение в полках балки

$$\langle \tau_{yy}^* \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = -0.5(\pm k_n) \begin{cases} (y+0.5b)^2, & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0 \\ (y-0.5b)^2, & \text{при } 0 \leq y \leq 0.5b \end{cases} \quad (30)$$

Кроме того, внутри стенки двутавра в силу антисимметрии функции  $\tau_{yy}$  ее среднее значение равно нулю

$$\langle \tau_{yy}^* \rangle = 0, \quad -0.5H \leq x \leq 0.5H, \quad (31)$$

а в полках справедливы равенства

$$\langle \tau_{xx}^* \rangle = \begin{cases} -\frac{1}{b} D_1, & \text{при } x = -0.5(H+h) \\ 0, & \text{при } x = 0.5(H+h) \end{cases} \quad (32)$$

Усредним формулу (11) в стенках и полках двутавра:

$$\langle \tau_{zz}^* \rangle = \nu \langle \tau_{xx}^* \rangle + \nu \langle \tau_{yy}^* \rangle + E \langle U_z \rangle_i. \quad (33)$$

Равенства (28), (30)-(32), подставленные в равенство (33), позволяют получить выражение для  $\langle \tau_{zz}^* \rangle$  в стенках и полках двутавра, условие на нахождение константы  $C_3$  имеет вид:

$$\iint_F \langle \tau_{zz}^* \rangle dF = 0. \quad (34)$$

Для четырех случаев опирания и нагружения балки сосредоточенной и распределенной нагрузками (рис. 3.) рассмотрим величину относительного превышения максимальных прогибов балки, вычисляемых по GN-теории, к прогибам, вычисляемых по теории Эйлера-Бернулли:

$$\Delta_i = (u_0 - u_3) / u_3, \quad (35)$$

где  $i$  – номер балки (рис.3). Решая для этих балок уравнение изгиба (13) с краевыми условиями, задаваемыми с помощью формул (14)-(15), и решая уравнение изгиба и соответствующие формулы теории Эйлера-Бернулли, и подставляя найденные решения в равенство (35), получим следующие выражения

$$\Delta_1 = 1.5K_\phi \varepsilon^2, \quad \Delta_2 = 3K_\phi \varepsilon^2, \\ \Delta_3 = 8\zeta \varepsilon^2, \quad \Delta_4 = 9.6\zeta \varepsilon^2. \quad (36)$$

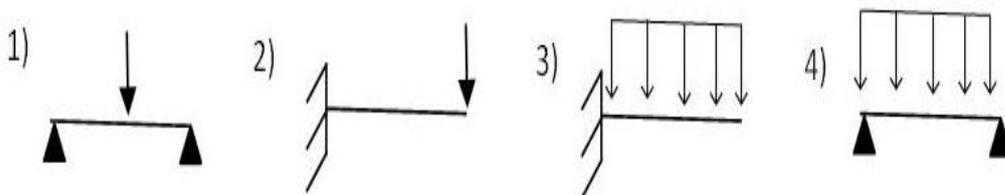


Рис. 3. Шарнирно-опертые и консольные балки под действием сосредоточенной и распределенной нагрузок

В Таблице 1 и Таблице 2 приведены значения констант  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $K_\varphi$ ,  $\zeta$  при  $\nu=0.25$  для трехслойной балки двутаврового сечения, и соответствующие им  $\Delta_i$ , вычисляемые по формулам (36). Из анализа таблиц следует, что учет пространственных эффектов для рассмотренных двутавров имеет существенно

большее значение для трехслойных двутавров, чем для однородных. Так для двутавра №60 уже при длине балки равной шести метрам, разница в прогибах по сравнению с теорией Эйлера-Бернулли составляет более 12 %, для однородного двутавра такая разница составляет примерно 4 %.

Таблица 1 - Величина относительного превышения прогибов балки при  $E_n = E_c = 1$

Номер двутавра	$\alpha$	$\beta$	$K_\varphi$	$\zeta$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$
10	1.156	1.095	0.397	0.377	$0.59\varepsilon^2$	$1.19\varepsilon^2$	$3.01\varepsilon^2$	$3.61\varepsilon^2$
12	1.159	1.1	0.408	0.387	$0.612\varepsilon^2$	$1.224\varepsilon^2$	$3.1\varepsilon^2$	$3.72\varepsilon^2$
14	1.159	1.101	0.414	0.393	$0.621\varepsilon^2$	$1.242\varepsilon^2$	$3.14\varepsilon^2$	$3.77\varepsilon^2$
16	1.159	1.098	0.401	0.379	$0.601\varepsilon^2$	$1.203\varepsilon^2$	$3.03\varepsilon^2$	$3.64\varepsilon^2$
24	1.198	1.151	0.52	0.5	$0.78\varepsilon^2$	$1.56\varepsilon^2$	$4\varepsilon^2$	$4.8\varepsilon^2$
30	1.187	1.139	0.506	0.486	$0.759\varepsilon^2$	$1.518\varepsilon^2$	$3.89\varepsilon^2$	$4.67\varepsilon^2$
40	1.164	1.113	0.48	0.459	$0.72\varepsilon^2$	$1.44\varepsilon^2$	$3.67\varepsilon^2$	$4.41\varepsilon^2$
50	1.138	1.084	0.449	0.428	$0.67\varepsilon^2$	$1.34\varepsilon^2$	$3.42\varepsilon^2$	$4.19\varepsilon^2$
60	1.126	1.07	0.433	0.411	$0.65\varepsilon^2$	$1.3\varepsilon^2$	$3.29\varepsilon^2$	$3.95\varepsilon^2$

Таблица 2 - Величина относительного превышения прогибов балки при  $E_n = 10, E_c = 1$

Номер двутавра	$\alpha$	$\beta$	$K_\varphi$	$\zeta$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$
10	3.341	1.62	1.751	0.849	$2.63\varepsilon^2$	$5.25\varepsilon^2$	$6.8\varepsilon^2$	$8.15\varepsilon^2$
12	3.431	1.674	1.822	0.889	$2.73\varepsilon^2$	$5.46\varepsilon^2$	$7.11\varepsilon^2$	$8.53\varepsilon^2$
14	3.489	1.717	1.873	0.921	$2.81\varepsilon^2$	$5.62\varepsilon^2$	$7.37\varepsilon^2$	$8.84\varepsilon^2$
16	3.343	1.638	1.79	0.877	$2.69\varepsilon^2$	$5.37\varepsilon^2$	$7.02\varepsilon^2$	$8.42\varepsilon^2$
24	4.904	2.858	2.724	1.587	$4.09\varepsilon^2$	$8.17\varepsilon^2$	$12.696\varepsilon^2$	$15.24\varepsilon^2$
30	4.737	2.714	2.649	1.518	$3.97\varepsilon^2$	$7.95\varepsilon^2$	$12.15\varepsilon^2$	$14.57\varepsilon^2$
40	4.567	2.616	2.546	1.458	$3.82\varepsilon^2$	$7.64\varepsilon^2$	$11.664\varepsilon^2$	$13.996\varepsilon^2$
50	4.282	2.416	2.373	1.139	$3.56\varepsilon^2$	$7.12\varepsilon^2$	$9.12\varepsilon^2$	$10.93\varepsilon^2$
60	4.13	2.312	2.279	1.276	$3.42\varepsilon^2$	$6.84\varepsilon^2$	$10.21\varepsilon^2$	$12.25\varepsilon^2$

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, код проекта 12-01-90405-УКР\_а.

**Библиографический список**

1. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. GN-теория расчета композитной балки при изгибе. Общая теория// Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 6. – С. 3–12.
2. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. Пространственные задачи изгиба и кручения слоистых конструкций. Метод асимптотического расщепления. – Новосибирск: Наука, 2004. – 408 с.
3. Горынин Г. Л. Пространственные задачи слоистых анизотропных конструкций: монография. – Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. – 262 с.
4. Gorynin G. L., Nemirovskii Yu. V. Deformation

of laminated anisotropic bars in the three-dimensional statement 1. Transverse-longitudinal bending and edge compatibility condition // Mechanics of Composite Materials, Vol. 45, № 3, 2009. – pp. 257–280.

**THE STUDY OF THE STRESS-STRAIN STATE IN A THREE-LAYER I-BEAM IN A THREE-DIMENSIONAL FORMULATION**

G. L. Gorynin, O. G. Gorynina

In this paper we study a three-layer beam of I-section based on GN-theory of bending of beams for arbitrary symmetric section. We made comparison of deflection of the beam, calculated by GN-theory and the deflection is calculated by the Euler-Bernoulli theory.

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. e: mail: ggorynin@list.ru.

Горынина Ольга Глебовна - магистрант кафедры «Механика твердого деформируемого тела». Институт теоретической и прикладной механики СО РАН. Основное направление научных исследований – механика композитных конструкций. Общее количество публикаций – 1. e: mail: - olya-gorynina@yandex.ru.

УКД 699.86

### ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В СОХРАНЕНИИ И ВОССОЗДАНИИ ОБЛИКА КАЗАЧЬЕЙ СЛОБОДЫ В СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ОМСКА

А. М. Каримов, Е. В. Цыганкова

**Аннотация.** Рассматривается проблема сохранения и восстановления Казачьей слободы – территории исторического центра Омска как уникальной градостроительной среды. Места, которое является архитектурным раритетом деревянного зодчества города. В статье выполнен исторический обзор развития территории Казачьей слободы, а также выделены архитектурные и градостроительные особенности данного места. Для решения этой проблемы предлагается принципиально новый инновационный подход, который заключается в создании информационных моделей зданий с помощью компьютерного моделирования, реализующего принципы создания современной градостроительной среды, и новых зданий в исторической части города на «генном архитектурном уровне», а также реконструкции старых.

**Ключевые слова:** Омск, Казачья слобода, деревянное зодчество, информационное моделирование зданий.

#### Введение

В последнее время мировое сообщество придает большое значение охране традиционной культуры. Сибирь, а в частности г. Омск имеет большую ценность для реализации данного направления.

В связи с приближением знаменательной даты – 300-летия с момента постройки оборонительных редутов Первой Омской крепости - эта проблема становится еще более актуальной. Необходимы мероприятия по сохранению и возрождению наиболее значимых архитектурных памятников и ансамблей города, одним из которых является «Казачья Слобода». Сегодня это место - условно названная территория исторического центра г. Омска. Она занимает часть Казачьего и Новослободского форштадтов в границах современных улиц, Куйбышева, Лермонтова, Масленникова, проспект К. Маркса, представляет собой ценное наследие деревянного зодчества Омска, является местом, где родились и жили многие известные люди, и подлежит сохранению как памятник истории, причем не в виде отдельных зданий, а всей градостроительной среды. В 1993г. в г. Омске была проведена конферен-

ция «Казачья Слобода» - прошлое и будущее», где было рекомендовано «учитывая градостроительную, архитектурную и историческую значимость участка города Казачья слобода, объявить его историко-архитектурным памятником».

#### Обзор современного состояния территории Казачьей Слободы

Застройка Казачьей Слободы представлена малоэтажными домами с усадебными участками. Качественный состав среды – объекты исторической, архитектурно-художественной значимости, рядовая (фоновая) застройка. Большая часть памятников архитектуры и истории сосредоточена на ул. Красных Зорь. Современное состояние территории - около 50 % зданий характеризуются высоким процентом износа и являются ветхой застройкой. По улице Красных Зорь в границах улиц Куйбышева и М. Жукова многие дома не подлежат реставрации, отсутствует система необходимого благоустройства улицы. Новая застройка хаотична и не соответствует стилистическому решению исторической застройки.

Необходим новый подход к реконструкции и восстановлению архитектурного наследия города, позволяющий осуществлять мониторинг; спасение или решать проблемы с охраной как памятников так и целых архитектурных комплексов.

### Историко-архитектурный анализ

Сибирское казачество из первопроходцев под руководством Ермака, открывателей новых земель с течением времени превратилось в военных, охранявших южные рубежи России. Омск, бывший за свою почти трехвековую историю и заштатным городом, и столицей "белой России", долгие годы был центром Сибирского казачьего войска.

История города Омска начинается с основания Первой Омской крепости на слиянии рек Иртыша и Оми в 1716г. экспедиционным отрядом под командованием подполковника Ивана Дмитриевича Бухгольца. Отряд был направлен Петром I в Сибирь для строительства новых крепостей и поиска торговых путей в Китай и Индию. Первая Омская крепость сыграла важную роль в дальнейшем продвижении русских на юг Сибири и освоении ими Среднего и Верхнего Прииртышья. В 1768-1771 гг. была возведена Новая Омская крепость на правом берегу реки Оми. Инициатором строительства стал командующий сибирскими линиями генерал-поручик И. И. Шпрингер. Сейчас на месте первой крепости находится площадь им. Ленина и музыкальный театр. Постепенно вокруг крепостей возникали небольшие поселения, называемые слободами. Постепенно они разрастались, число их увеличивалось, и с некоторых пор слободы стали именовать форштадтами. По праву их можно считать первой административной единицей Омска. В дореволюционной системе

планирования и застройки города Омска, как и во многих других городах России, сложилась и существовала форштадтная система. Форштадт - это поселение, находящееся вне города или крепости и примыкающее к ним или "предместье, подгорное, слободка". В начале XIX в. город состоял из крепости и 7 форштадтов, 5 из которых располагались на левом берегу реки Оми (Кадышевский, Бутырский, Выползки, Мокрый, Подгорный), а 2 на правом (Ильинский, Казачий) [1].

Казачий форштадт - один из старейших районов дореволюционного Омска, который возник еще в начале XVIII в. южнее первой крепости на берегу Иртыша, как показано на рисунке 1. На генеральном плане города 1795 года впервые появляется новый район, который получит название Казачьей слободы. Здесь находилась Омская станица - административный центр казачьего управления. Уже к началу XIX в. Казачий форштадт превратился в один из самых благоустроенных районов города. Он за долгие годы своего строительства и развития первоначально накопил большое число домов деревянной постройки, имевших индивидуальный архитектурный облик. Только немногие из них, к сожалению, дошли до нашего времени. Позднее, начиная с первой половины XIX в., в форштадте возводится целый ряд каменных строений, большинство из которых и в настоящее время является подлинным украшением городской архитектуры и определяет своеобразие облика Омска. Среди них - здания Сибирского кадетского корпуса, Никольского собора [2]. Улицы форштадта имели названия, отражающие историю его возникновения и род деятельности большинства его жителей: Казачья, Атаманская, Конюшенная, Артиллерийская.

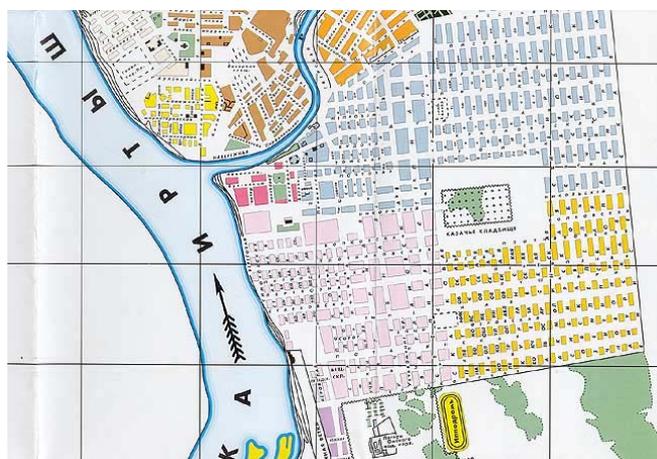


Рис. 1. Из генплана г. Омска середины XIX.  
(Казачий форштадт обозначен розовым цветом)

По застройке это был один из лучших районов города. После двух пожаров (1819, 1823) потребовалось новое обоснование сложившейся градостроительной ситуации, которое появилось в генеральном плане города архитектора В. И. Гесте в 1829 г. Предшествующие пожары способствовали укрупнению кварталов левобережной части р. Оми. Была заложена планировочная основа для будущих архитектурных ансамблей. По замыслу зодчего создается своеобразная градостроительная ось, берущая начало от портала Кадетского корпуса, затем она фиксируется Никольским собором, превращаясь в Никольский проспект, завершается еще одной высотной доминантой – церковью на Казачьем кладбище (сейчас ул. Красных Зорь). Пространственно и функционально этот градостроительный

стержень архитектурного ансамбля дополняется площадью перед собором, городским садом с генерал-губернаторским дворцом и Казачьим рынком. В дореволюционное время Казачье кладбище было мемориальным. Здесь хоронили самых выдающихся сибиряков – писателей, учёных, общественных деятелей, наиболее достойных горожан, составляющих славу и гордость нашей культуры.

В 1869 г. архитектором Эзетом создается План уездного Омска, выделяются особенности планировки Казачьего и соседнего с ним Новослободского форштадтов, где в границах растущих жилых районов город развивается по схеме, заданной Гесте: с применением нового типа укрупненного городского квартала, рис. 2.



Рис. 2. Формирование планировочной оси вдоль ул. Никольский проспект (по плану г. Омска от 1898 г.):

1 – Никольская казачья церковь, 2 – Кладбищенская церковь во имя «Всех Святых» (сносена в 1977 г.), 3 – Кладбище православное, 4 – Кадетский корпус

В 1910-е годы Омск начинает приобретать устойчивые черты современного города европейского типа, преодолевая отставание от столиц в освоении новых архитектурных стилей. Модерн и неоклассицизм пришли в омскую архитектуру почти одновременно и, наряду с каменным строительством, заявили о себе в деревянной жилой застройке. С первой половины XIX в. в форштадте возводится целый ряд каменных строений, большинство из которых и в настоящее время является подлинным украшением городской архитектуры и определяет своеобразие облика Омска [3].

В Казачьей слободе строятся дома с первым каменным и вторым деревянным этажами что соответствует общероссийской традиции. Но в основном, жилые районы формируются из одноэтажных деревянных построек

усадебного типа. Последние имеют типологические устойчивые объемно-планировочные решения, свойственные предыдущему десятилетию: дом пятистенки или крестовик. Начинается активное строительство двухэтажных деревянных доходных домов на четырех-восемь и более квартир, имеющих большие плоскости бревенчатых стен или стены обшитые тесом. Развитие силуэтных решений зданий с их разнообразной формой крыши в виде угловых башен, фронтонов, щипцов, дополнительных высотных акцентов в виде бельведеров нарушает монотонность жилых районов застройки. Живописность пластика фасадов деревянных зданий придают балконы вторых этажей [3]. Характерная особенность жилой застройки Казачьей слободы – формирование в квартале улицы «малых ансамблей», вклю-

чающих несколько зданий с декором, решенным в едином стилевом ключе.

Одна из старейших улиц города, почти не претерпевшая изменений на протяжении многих лет – улица Красных зорь, бывший Никольский проспект. Никольский проспект получил свое название от Никольской казачьей церкви (построенной по чертежам В. П. Стасова в 1833 – 1840гг.). Проспект разделял Казачий и Новослободские форштадты. Это единственная улица в Омске, которая началась от храма и к храму вела [4].

В своем очерке «несколько слов об Омске» П. Золотов передал впечатление о городе первой половины XIX столетия: «...Лучшая здесь улица лежит по Тобольскому тракту: форштадт Казачий расположен также по плану, и площадь его застроена довольно красивыми домами».

На территории «Казачьей Слободы» встречаются дома с первыми каменным и деревянным вторым этажами. Типичные примеры – ул. Красных зорь, 32; ул. Декабристов, 96. Показаны на рисунках 3 и 4.



Рис. 3. ул. Красных Зорь , 32



Рис. 4. Декабристов, 96

Кирпичные здания общественного назначения выполнены архитекторами в духе своего времени – ул. Почтовая, 38 – здание бывшей женской гимназии, арх. А.Д. Крячков, ул. Лермонтова, 56 – здание бывшей судебной палаты и др. [5].

Стилистическая картина улиц «Казачьей Слободы», в целом, характерна для деревянной застройки сибирского города второй половины XIX – начала XX вв.

Приемы возведения рубленых зданий представляют сплав официальных направлений в отечественной архитектуре с народными потоками русского зодчества и местными самобытными традициями [3].

Одной из характерных особенностей изучаемой архитектурной среды является наличие так называемых «малых ансамблей», включающих несколько зданий с едиными стилевыми признаками. Аналогичны по декору дома по ул. Чкалова, 56, 58. Мотивы классицизма звучат в треугольных фронтонах «на плечиках» и в подобных им по форме наличниках соседствующих зданий по улицам: Степная, 121, 128 как видно на рисунках 5 и 6; угол Красных Зорь и Учебной. Стилистика модерна ясно прочитывается в «малых ансамблях» - ул. Учебная, 78, 80, 82; на перекрестке улиц Почтовой и Учебной и др. Образное решение зданий отражает неоклассические тенденции русской архитектуры начала XX века.



Рис. 5. Ул. Степная, 121



Рис. 6. Ул. Степная, 128

В зависимости от стилистической окраски, здания оформлены богатой или лаконичной орнаментикой с применением различных видов резьбы – глухой или плоско-рельефной, пропильной и объемной. Образцы пропильной резьбы создавались профессиональными архитекторами – художниками и распространялись через многочисленные альбомы, руководства и журналы. Наряду с растительными мотивами народного характера в орнаментах использовались декоративные приемы различных стилевых направлений – классицизма, барокко, ориентализма. Яркие примеры пропильной сквозной или ажурной резьбы – наличники и подзоры домов по ул. Красных Зорь, № 16, представлен на рисунке 7; Степной, № 121, представлен на рисунке 5.



Рис. 7. ул. Красных Зорь, № 16

Мотивы резьбы самые разнообразные – растительный и геометрический орнамент, гирлянды с кистями, вазоны, вытянутые банты, традиционное полусолнышко на балюстрадах. Уникальны по форме и декору для всей «Казачьей Слободы» лобовые доски наличников с зооморфными изображениями (ул. Красных Зорь, № 38 «дом с совами» - не сохранился).

Выборочное анкетирование 1991 – 1992гг., в некоторой степени, проявляет социальный состав жителей исторической части города. Например, владельцы домов по ул. Красных Зорь – купец 3-ей гильдии Панов (№ 29 не сохранился), врач Шершевский (№ 35), инженер Зутис (№ 41), владелец велосипедной мастерской Верниковский (№ 51 не сохранился), строитель Копырин (№ 73), столяр Вальс (№ 32), гробовщик Миронов (№ 48), полковник Лапин (№ 52). На бывшем Никольском проспекте из-за невысокой платы снимали квартиры в доходных домах студенты, семинаристы, чиновники, инженеры, отставные офицеры [4]. По ул. Почтовой жил лесничий областного масштаба (№ 41). Владельцы до-

мов по ул. Учебной – приказчик Фефер (№ 54, 56) и кузнец Скручаев (№ 66). На ул. Степной жили портной Шустерман (№ 105), столяр-краснодеревщик Зорин (№ 113), владелец заезжего двора (№ 95), родители актера Театра музыкальной комедии Суханова (№ 128).

На ул. Успенского сохранились дома краеведа Палашенкова (№ 6), пивзаводчика (№ 20), зубного врача (№ 26), священнослужителя (№ 34), конфектника (№ 99) и др.

В анкетах содержатся сведения о функциональной принадлежности некоторых зданий. По ул. Красных Зорь – постоянный двор (№ 8а, б), доходные дома Лапиной-Горбовской (№ 52) и Гольцмана (№ 31), дом кладбищенской церкви (№ 63). По ул. Чкалова – мясная лавка (№ 83), пошивочная мастерская (№ 73). По ул. Учебная – кузня Скручаева (№ 66). По ул. Успенского – торговая лавка (№ 15) и др. В настоящее время функции зданий изменились.

Библиографические и архивные источники расширяют данные о территории «Казачьей Слободы»

По ул. Красных Зорь, № 30 проживала семья русского советского поэта Л. Мартынова, в ближайшем соседстве, на ул. Декабристов, № 90 располагалась усадьба финского пастора Гранэ.

В хронике событий гражданской войны дом № 2 по ул. Успенского отмечен как место нахождения контрразведки Белой армии.

Национальный состав жителей улиц «Казачьей Слободы» был также очень разнообразен: русские, поляки, евреи, татары, немцы, латыши, литовцы, скандинавы [1].

На территории «Казачьей слободы» расположены объекты культурного наследия (памятники истории и культуры) регионального значения:

Ул. Красных зорь 16; 18; 20; 22; 28; 30; 31; 33; 35; 39; 41; 47

Ул. Степная 121

Ул. Успенского 2; 4; 6

Ул. Декабристов 96

Ул. Жукова 71; 73; 75

Ул. Учебная 57; 82

**Инновационный подход в решении проблемы сохранения архитектурного облика Казачьей Слободы**

Современным опытом уже доказана необходимость внедрения перспективных технологий информационного моделирования зданий (BIM) в реставрационное проектирование. Результатом подобной деятельности может являться моделирование с опорой на данные архивов или исследования оставшихся памятников архитектуры. Архитектурные и

строительные элементы памятников архитектуры Казачьей слободы уникальны. При создании моделей зданий будет формироваться новая библиотека элементов, которая уже будет характеризовать определенный архитектурный стиль деревянного зодчества дореволюционного периода, более того данную библиотеку можно будет использовать при реставрации других памятников архитектуры того же периода и стиля. Поэтому применяя принципы соотношения форм и пропорций архитектурных деталей, окон и фасадов тех памятников, что остались или о которых еще можно найти информацию в архивах, а также используя библиотеку уже разработанных элементов, можно создавать в моделях безвозвратно утраченные здания, тем самым восстановив их примерный облик. Созданные элементы можно применять при проектировании и новых объектов вблизи исторических, тем самым не нарушая единой целостности градостроительной среды Казачьей слободы. Это технологически может облегчить проектировщикам возможность стилистически учитывать при создании новых современных зданий уже существующие рядом с ними памятники архитектурного наследия.

### Заключение

Таким образом, технология BIM является очень удобным инструментом для решения важной архитектурной задачи – формирование застройки на «генном архитектурном уровне», сохранения средового единства внешнего облика находящихся рядом зданий различных эпох.

### Библиографический список

1. Окладников А. П. История Сибири / Окладников А. П. – Л.: 1968 – Т.2. - 325с.
2. Кочадамов В. И. Омск. Как рос и строился город / Кочадамов В.И. - Омск: 1960 – 26с.
3. Оглы Б. И. Декор деревянной застройки городов Сибири XIX – начала XX в. //Архитектурное наследие. – 1988. - № 35 - С. 152 - 156.
4. Селюк В. И. Улица, которая ведет к храму.// Вечерний Омск. - 1991. - 3с.
5. Чирков В.Ф., Чиркин Г.Е. Омск: Городские мотивы / Чирков В.Ф., Чиркин Г.Е. – Омск: 1991.

6. Девятьярова И. Г., Селюк В. И. Старый Омск. Почтовая открытка рубежа XIX – XX веков / Девятьярова И. Г., Селюк В.И – Омск: 1991.

7. Талапов В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / Талапов В. В. – М.: ДМК Пресс, 2011. – С. 110 - 118с.

### AN INNOVATIVE APPROACH IN THE CONSERVATION AND RECONSTRUCTION OF THE KAZACHIA SLOBODA IN THE MODERN STRUCTURE OF OMSK

A. M. Karimov, E. V. Tsygankova

Considered the issue of the conservation and reconstruction of the Kazachia Sloboda – the territory of historical center of Omsk as a unique urban environment. The place is an architectural rarity of wooden architecture of the city. This article gives a historical overview of development of the Kazachia Sloboda, and also it allocates architectural and urbanist features of this location., There is a new innovative approach to decide this problem. This approach consists of create of building information models with using computer modeling, also it implements the principles of creation of a modern urban environment and new buildings in the historical part of the city on «genetic architectural level», and also reconstruction of old buldings.

*Каримов Альберт Миниханович - кандидат архитектуры, академик РААСН, член МАА профессор кафедры «Архитектурно-конструктивное проектирование» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – архитектура и градостроительство, ресурсо- и энергосбережение, нанотехнологии в строительстве, охрана историко-культурного наследия. Имеет более 25 публикаций. e-mail: karimovalbert-omsk@rambler.ru.*

*Цыганкова Екатерина Владимировна – преподаватель кафедры «Архитектурно-конструктивное проектирование» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – архитектура и градостроительство, инновационные технологии в строительстве, охрана историко-культурного наследия. e-mail: katerina29@hotmail.ru*

УДК 624.014

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТЕННЫХ ОПОР, ВОЗВОДИМЫХ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ПЛОЩАДИ**

Ю. В. Краснощёков

**Аннотация.** С целью оценки эффективности строительства антенных опор высотой до 50 м на ограниченной площади выполнен анализ мачтовых, башенных и комбинированных сооружений. Конструктивные решения антенных опор привязаны к климатическим и гидрогеологическим условиям г. Омска. В результате сравнения вариантов определены область эффективного применения антенных опор с пригруженными фундаментами и оптимальная их высота.

**Ключевые слова:** сооружение, антенная опора, металлические конструкции, пригруженные фундаменты.

**Постановка задачи**

Широкое распространение сети сотовой радиотелефонной связи требует огромного количества антенн, закреплённых на значительной высоте. В настоящее время антенны размещают на различных высоких сооружениях, а где таких сооружений нет, возводят новые, как правило, стационарные опоры. При стремительном развитии технологии сотовой связи целесообразность строительства стационарных опор, рассчитанных на длительные сроки службы, сомнительна. Всё чаще возникает вопрос о проектировании сборно-разборных (инвентарных или перебазированных) антенных сооружений, которые могут быть отнесены к разряду временных. По сравнению с капитальными сооружениями применение временных опор значительно упрощает формальности, связанные с отведением земельных участков, строительством и эксплуатацией оборудования, в разы сокращает затраты на строительство и улучшает

позиции застройщика во взаимоотношениях с подрядчиком.

Поставлена задача разработки эффективных конструкций сборно-разборных антенных опор высотой 35 – 50 м для использования в сети сотовой радиотелефонной связи и размещаемых с определённым количеством антенн на участках площадью не более 100 м<sup>2</sup> во 2 ветровом, 7 сейсмическом районах и в геологических условиях, характерных для г. Омска.

**Конструкции антенных опор**

К конструктивным разновидностям антенных опор относят мачты, башни и комбинированные решения (рис. 1). Мачты, применяемые в настоящее время, разделяют на два типа: стационарные и перебазированные (перевозные и мобильные) [1]. Подобное разделение характеризуется, главным образом, временем нахождения сооружения на одном месте. Выбор типа мачты по времени эксплуатации в одном месте связан с конструктивным решением опоры и её фундамента.

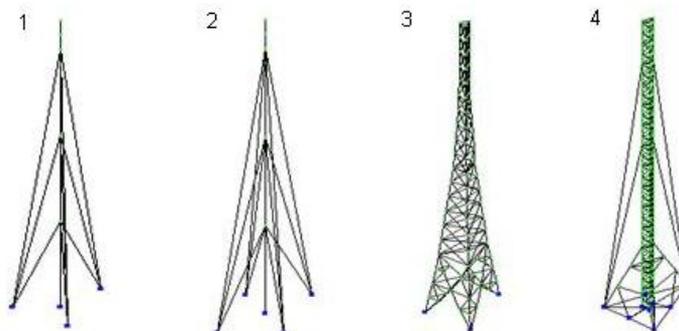


Рис. 1. Конструктивные решения антенных опор: 1 – мачта с оттяжками через 120° в плане; 2 – мачта с оттяжками через 90° в плане; 3 – башня; 4 – комбинированная конструкция

Мачта состоит из трёх основных частей: вертикального ствола с незначительной изгибной жёсткостью, трёх и более рядов оттяжек, являющихся упругими опорами для ствола и фундаментов двух видов: центрального, на который опирается ствол, и анкерных, к которым крепят оттяжки.

Схемы мачт принимаются в зависимости от технологических и технико-экономических требований. Для лёгких невысоких мачт (до 100 м) доля ветровой нагрузки на оборудование достигает большой величины - 0,5 и более. При этом оптимальными могут быть любые варианты формы в плане, сечений элементов ствола, прочности стали и т.д. Это затрудняет решение задачи оптимизации и выбора эффективных конструкций.

Следует обратить внимание на оптимальные геометрические параметры мачт, согласно которым угол оттяжек по отношению к стволу должен быть не менее  $20^\circ$ . Выполнение этого требования на ограниченной площади застройки для мачт высотой более 30 м практически невозможно.

Одним из наиболее существенных отличий перебазируемых мачт от стационарных при развёртывании их на неподготовленных площадках является конструктивное решение закрепления ствола мачты и оттяжек. При наличии подготовленных площадок конструкция фундаментов не имеет принципиальных отличий от фундаментов стационарных мачт. При развёртывании мачт на неподготовленных площадках широкое применение в качестве закрепления оттяжек к грунту находят завертываемые анкерные устройства (винтовые сваи). Известны перевозные и мобильные опоры высотой до 100 м, однако при их устройстве обычно обеспечивается свободное (на большой площади) размещение оттяжек.

Из башенных опор наиболее распространены решётчатые конструкции, основными элементами которых являются пояса, раскосы и распорки. В башенных опорах, более массивных, чем мачты, доля ветровой нагрузки на оборудование относительно невелика. Поэтому для них наиболее рациональны треугольная форма в плане, трубчатые элементы и пирамидальная конфигурация. Максимальные размеры сторон основания башни высотой до 50 м не должны превышать 5 м. Это требование характерно для стационарных конструкций с капитальными фундаментами. При незаглубленных или мало заглубленных фундаментах, которые возможны для сборно-разборных конструкций, целесообразно более развитое основание башен.

В качестве примера комбинированного решения приведена опора 4 на рис. 1. Такая конструкция в наибольшей степени привлекает внимание разработчиков сборно-разборных антенных опор.

### **Анализ грунтовых условий и конструкций фундаментов**

Антенные опоры любых типов передают нагрузку на грунтовое основание через фундаменты. Грунт крайне неоднородный природный материал, прочностные и деформационные свойства которого чрезвычайно разнообразны. Для их оценки выполняются специальные инженерно-геологические изыскания, которые должны проводиться в соответствии с требованиями нормативных документов с целью определения глубины заложения и размеров фундаментов. Проектирование оснований без соответствующего инженерно-геологического обоснования или при его недостаточности не допускается, однако в ряде случаев достаточно руководствоваться общими данными, полученными путём районирования территорий по инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям фундаментостроения [2]. Согласно этим данным, в качестве естественного основания фундаментов антенных опор в г. Омске наиболее вероятны глинистые грунты с минимальными значениями основных физических характеристик: угла внутреннего трения  $\varphi = 12^\circ$ , удельного сцепления  $c = 0,004$  МПа и модуля деформации  $E = 3,5$  МПа.

Проектирование оснований и фундаментов включает обоснованный расчетом выбор: типа основания (естественное или искусственное); типа, конструкции, материала и размеров фундаментов; мероприятий, применяемых при необходимости уменьшения влияния деформаций оснований на эксплуатационную пригодность сооружения.

Определяющим является расчёт по деформациям. Расчет деформаций основания временных зданий и сооружений допускается не выполнять, если среднее давление (напряжения  $\sigma$ ) под фундаментами не превышает расчётного сопротивления сжатию грунтов основания  $R_0$ , т.е. расчёт сводится к проверке условия  $\sigma \leq R_0$ . Расчетное сопротивление можно определить по физическим характеристикам грунтов из табличных значений СНиП. Для временных зданий и сооружений значениями  $R_0$  допускается пользоваться для окончательного назначения размеров фундаментов.

Проектом оснований и фундаментов должна быть предусмотрена срезка плодородного

слоя почвы и опирание фундаментов на грунт с установленными характеристиками, а также мероприятия, не допускающие увлажнения грунтов основания, промораживания их в период строительства и обеспечивающие улучшение оснований путём уплотнения или частичной заменой грунтов с неудовлетворительными свойствами. Улучшение свойств грунтов целесообразно в основаниях, сложенных просадочными или пучинистыми грунтами.

Малозаглубленные фундаменты допускается применять для временных сооружений при нормативной глубине промерзания не более 1,7 м. Так как в Омске нормативная глубина промерзания более 1,7 м, следует принимать специальные мероприятия по снижению влияния морозного пучения. Эффективно решение с опиранием фундаментов на мелкие пески, которые используют для замены пучинистых грунтов.

Исходя из изложенного, фундаменты временных антенных опор рекомендуется выполнять заглубленными на 0,5 м, что обеспечит устойчивость сооружения на сдвиг, а для снижения негативного влияния пучения следует

заменить пучинистый грунт мелким песком на 0,5 м ниже подошвы фундамента.

Размеры фундаментов в плане (площадь  $A$ ) при сжатии силой  $N$  принимают из условия  $A \geq N/R_0$ . Исходя из анализа свойств грунтов на территории г. Омска, расчётное сопротивление грунта сжатию со значительным запасом можно принять  $R_0 = 0,15$  МПа. Минимальную высоту бетонного (железобетонного) фундамента следует принимать не менее 0,6 м из условия заделки анкерных болтов  $d$  в бетоне.

Для сборно-разборных антенных опор возможны 2 варианта выдёргиваемых (анкерных) фундаментов: с пригрузом и винтовыми сваями.

Размеры анкерных фундаментов с пригрузом принимаются из условия превышения веса  $G$  груза (фундамента) с понижающим коэффициентом надёжности по нагрузке  $\gamma_f = 0,9$  выдёргивающей силы  $N_d$ .

Несущая способность винтовых свай, опередённая по наиболее неблагоприятным свойствам грунта, достигает  $N_{ce} = 160$  кН.

Принципиальные решения пригруженных фундаментов антенных опор представлены на рис. 2.

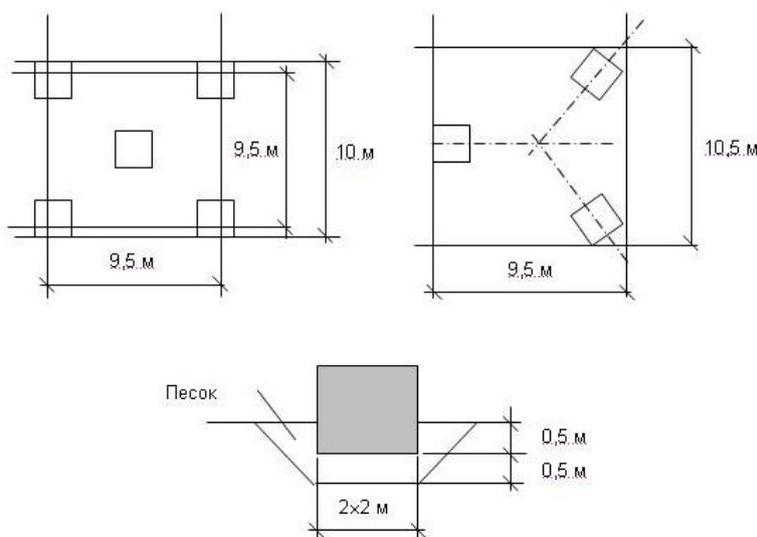


Рис. 2. План и сечение пригруженных фундаментов мачт с оттяжками через  $90^\circ$  в плане и трёхгранных башен

#### Особенности расчёта антенных опор

Расчёты выполнены в программном комплексе ЛИРА на основное сочетание постоянной нагрузки с ветровой и особое сочетание с учётом сейсмического воздействия.

Ствол мачтовых опор принят из стальных труб  $\varnothing 325 \times 5$  мм, определённых из условия

устойчивости. При радиусе инерции сечения  $i = 0,354 \cdot 0,32 = 0,113$  м гибкость  $\lambda = 15/0,113 = 133$  меньше предельной гибкости  $\lambda_{cr} = 150$  сжатого элемента с расчётной длиной 15 м (расстояние между узлами крепления оттяжек). Площадь сечения ствола  $A = 50,24$  м<sup>2</sup> и момент сопротивления сечения  $W = 403$  см<sup>3</sup>.

В качестве оттяжек приняты спиральные или закрытые стальные канаты с максимальным модулем упругости  $E = 1,67 \cdot 10^5$  МПа после предварительной вытяжки усилием не менее 60 % разрывного усилия. С целью оптимизации по условию жёсткости мачты (предельное значение горизонтального перемещения верхнего узла мачты  $x_u = H/100$ , например, при высоте мачты  $H = 50$  м предельное перемещение  $x_u = 50/100 = 0,5$  м) варьировался диаметр канатов.

На 2,5 м ниже верхнего узла опоры закреплены антенны общей площадью  $5,15 \text{ м}^2$  и массой  $0,3835$  т, на 7,5 м ниже верхнего узла – антенна площадью  $1,77 \text{ м}^2$  и массой  $0,0598$  т.

Расчёт ветровых нагрузок выполнен по методике СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия». Нагрузки складываются из средних и пульсационных составляющих. Нормативные значения средней составляющей  $W_m$  приведены к сосредоточенным узловым нагрузкам и определены в зависимости от площади  $z$ -го участка  $A_z$  по формуле  $W_m = w_0 k_z c_t A_z$ . Расчётные значения вычислены с коэффициентом надёжности по нагрузке  $\gamma_f = 1,4$ . Для второго ветрового района  $w_0 = 0,3$  кПа; коэффициент  $k_z$  принят для типа местности А.

Для трубчатых элементов диаметром  $d$  и ветровой площадью  $A_i = dl$  сначала вычисляли коэффициенты  $c_{x\infty}$  в зависимости от числа Рейнольдса  $Re = 0,88d(w_0 k_z \gamma_f)^{1/2} \cdot 10^5$  при соответствующих значениях коэффициента  $k_z$  на средней высоте секции  $\bar{z}$ , а также в зависимости от отношения  $0,001/d$ . Затем определяли коэффициенты  $c_{xi} = k c_{x\infty}$  в зависимости от соотношения размеров элементов  $\lambda = l/d$  и коэффициента  $k$ .

В результате расчёта установлено, что обеспечить жёсткость мачтовых опор с пологими оттяжками через  $120^\circ$  в плане при высоте более 40 м практически невозможно. Поэтому для дальнейшего анализа рассматривались только мачты с пологими оттяжками через  $90^\circ$  в плане.

Для сравнения вариантов разработана трёхгранная решётчатая башенная опора из стальных трубчатых элементов (рис. 1). Башни разной высоты собираются из унифицированных секций высотой по 5 м: 8 нижних секций в виде усечённых пирамид и 2 верхних в виде призм. Размеры треугольных оснований граней пирамидальных секций уменьшались снизу вверх по линейной зависимости: до высоты 10 м от 8,5 м до 5,5 м; до высоты 25 м от 5,5 м до 2,5 м и до высоты 40 м от 2,5 м до 1 м.

Высоту башен изменяли путём снятия верхних секций. В процессе расчёта изменяли

по условию прочности и устойчивости только сечения поясов. Каждую секцию собирали из стальных прокатных элементов трубчатого профиля.

По всей высоте башни предусматривали стальную лестницу с площадками и ограждениями из элементов круглого сечения.

На башне закрепляли такие же антенны, что и на мачте. Предусмотрен также пояс фидеров шириной  $b_\phi = 0,1$  м.

Аэродинамический коэффициент для решётчатой конструкции башни определяли в зависимости от коэффициента  $\varphi = \Sigma A_i / A_k < 0,8$ . Здесь  $\Sigma A_i$  – суммарная площадь поверхности элементов расчётного участка с увеличением на 15% и  $A_k$  – площадь его контура.

Аэродинамический коэффициент плоской конструкции определяли по формуле  $c_x = \Sigma c_{xi} A_i / A_k$ . Коэффициенты  $c_{xi}$  для профильных элементов лестницы, антенн и лент с фидерами принимали равными 1,4, для элементов лестницы круглого сечения – 1,2. Пространственность конструктивной системы ствола учитывали формулой  $c_t = c_x(1 + \eta)k_1$ . Коэффициент  $\eta$  определяли в зависимости от отношения  $b/h = 0,866$  и коэффициента  $\varphi$ . При давлении ветра на ребро башни принимали коэффициент  $k_1 = 0,9$ .

Для оценки работоспособности опор с крутыми оттяжками через  $120^\circ$  в плане выполнен расчёт на заданные нагрузки опоры комбинированного типа высотой 42 м, проект которой разработан ООО «РАДИОТЕХНИК» (рис. 1.).

Опора представляет собой комбинированную трёхгранную конструкцию из решётчатого ствола призматической формы с базой 1,2 м, закреплённого вместе с оттяжками на общем основании (базе) с длиной стороны 9,54 м. Пояса ствола приняты из трубы  $\varnothing 76 \times 4$  мм, распорки из уголка  $50 \times 5$  и раскосы из трубы  $\varnothing 40 \times 4$ . Расстояние между узлами поясов 0,74 м.

Ствол на высоте 24 м и 36 м раскреплён 2 ярусами канатных оттяжек и на высоте 9 м подкосами и распорками из труб  $\varnothing 89 \times 4$  и  $\varnothing 76 \times 4$  мм.

Ствол состоит из 14 монтажных секций высотой по 3,04 м, оттяжки  $\varnothing 25,5$  мм приняты из каната с гибким сердечником, база выполнена из прокатного швеллера №18.

В результате расчёта получено, что максимальное линейное перемещение от нормативных нагрузок верхнего узла опоры на отметке 42 м  $x = 0,79$  м соответствует относительному прогибу  $1/53 > 1/100$ , т.е. жёсткость опоры при заданной нагрузке не обеспечена.

**Сравнение вариантов**

Область эффективного применения антенных опор с пригруженными фундаментами

определяли из сравнения вариантов мачт с оттяжками через 90° в плане и башен высотой 35 м, 40 м, 45 м и 50 м. (табл. 1.)

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели вариантов

Материалы	Мачты при высоте, м				Башни при высоте, м			
	50	45	40	35	50	45	40	35
Сталь, т	4,29	3,28	2,39	1,66	4,46	4,02	3,68	3,44
Железобетон, м <sup>3</sup>	25,5	25	21,8	10,4	24,85	20,65	16,6	13
Песок, м <sup>3</sup>	33	33	33	30	21	21	21	21

Для сравнения вариантов приняты объёмы стальных несущих конструкций антенных опор, конструкций железобетонных фундаментов и мелкозернистого песка, которым заменяется пучинистый грунт, характерный для заданного региона. Масса стали определена расчётом антенных опор; масса железобетона фундаментов соответствует весу сборных блоков с размерами в плане 2×2 м и высотой, необходимой для пригрузки 3 фундаментов башен и 4 фундаментов мачтовых оттяжек

(размеры блока под ствол мачты 1,5×1,5×0,6 м); масса песка определена из расчёта заполнения приямков по схеме 2.

Для каждого варианта выполнен локальный сметный расчёт по программе «Гранд-СМЕТА». В табл. 2. приведены показатели стоимости на материалы, изготовление и монтаж антенных опор.

В табл. 3. приведены показатели стоимости материалов, изготовления и монтажа на 1 п.м. башенных опор.

Таблица 2 - Стоимость антенных опор, тыс. руб.

Стоимость	Мачты при высоте H, м				Башни при высоте H, м			
	50	45	40	35	50	45	40	35
Материалов и конструкций	449,83	395,36	290,31	195,89	364,49	321,25	283,9	253,9
Изготовления антенных опор	308,02	256,00	166,63	129,03	229,69	207,03	189,52	177,16
Монтажа	562,56	462,60	338,07	234,99	514,12	459,88	415,79	382,68
Всего с НДС	1194,6	1012,39	741,49	508,44	1036,76	921,73	825,63	751,17

Таблица 3. - Стоимость 1 п.м. башенных опор, тыс. руб.

Стоимость	Башни при высоте H, м			
	50	45	40	35
Материалов и конструкций	7,29	7,14	7,06	7,25
Изготовления антенных опор	4,59	4,6	4,74	5,06
Монтажа	10,28	10,22	10,39	10,93
Всего с НДС	20,74	20,48	20,64	21,46

**Заключение**

1. Определяющим на рассматриваемые сооружения является основное сочетание нагрузок (постоянных и ветровых с учётом динамического воздействия ветровых пульсаций).

2. Применение мачтовых (комбинированных) антенных опор с оттяжками через 120° в плане на ограниченной площади (до 100 м<sup>2</sup>)

3. недопустимо.

4. Возможно применение мачтовых антенных опор с оттяжками через 90° в плане, но при высоте более 40 м башенные опоры эффективнее.

5. Наиболее рациональны башенные трёхгранные решётчатые опоры из трубчатых элементов с максимально развитым основанием (рис. 1.).

6. По стоимости 1 п.м. оптимальны башни высотой около 45 м.

7. Возможно применение пригруженных фундаментов в виде сборных железобетонных блоков с закладными деталями (рис. 2.), при этом резкого изменения стоимости материалов и конструкций в пределах высот 35 – 50 м не обнаружено.

8. Вместо пригруженных фундаментов может быть эффективным применение винтовых свай в качестве анкерных фундаментов

башен (1 – 2 сваи в фундаменте без бетонных ростверков).

### Библиографический список

1. Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под общ. Редакцией В. В.Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н. П.Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1999. – 528 с.
2. Шестаков В. Н., Тюменцева О. В. Инженерно-геологические и гидрогеологические особенности г. Омска по условиям фундаментостроения // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2006. - Вып. 4. – С. 143 – 148.

### APPLICATION OF MODEL OF COMPONENT BAR FOR THE CALCULATION OF FLAG FROM THE GLUED BOARDS

Y. V. Krasnoshekov

The calculation chart of flag from glued boards is presented as a component bar with absolutely hard transversal and resilient – pliable connections of change, which gasket elements are. The method of calculation of beam flag from a tree from wood, made from 3 – 7 layers of boards, is offered, taking into account symmetry in relation to a longitudinal ax. It is set calculations, that it is possible pliability of connections not to take into account in most cases.

*Краснощёков Юрий Васильевич - доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций СибАДИ. Основные направления научных исследований - взаимодействие элементов железобетонных конструкций. надёжность конструктивных систем. Количество публикаций – 120. e-mail: uv1942@mail.ru.*

УДК 691. 328. 43

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРОНАБРЫЗГБЕТОНА В МОСТО - И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

В. Е. Русанов

**Аннотация.** В статье описывается опыт ремонта мостов, строительства и ремонта транспортных тоннелей с использованием технологии набрызгбетонирования и применения фибробетона на основе макросинтетической фибры в качестве конструкционного материала.

**Ключевые слова:** фибробетон, фибронабрызгбетон, фибра, ФБ, ФНБ, мост, тоннель, эксплуатация, ремонт.

Основателем технологии набрызгбетонирования принято считать американского изобретателя Карла Итана Эйкели (Carl Ethan Akeley), который разработал устройство для нанесения штукатурки (цементного раствора), поступающей под давлением сжатого воздуха в виде сухой смеси по материальному шлангу до сопла (nozzle), где сухая смесь смешивается с водой, подаваемой по другому шлангу. Впервые эта технология была применена в 1907 году при ремонте фасада Музея в Чикаго (Field Museum of Chicago), где работал Эйкели [1].

С тех пор технология набрызгбетонирования в строительстве развивалась и продолжает развиваться уже более 100 лет. Расширились также и области ее применения. Набрызгбетон

показал свою эффективность при строительстве, реконструкции и ремонте: гражданских и промышленных зданий и сооружений, берегоукрепительных и других морских сооружений, гидротехнических сооружений, горных выработок промышленного назначения, транспортных тоннелей, мостов и др. [2-5].

Ремонт мостов с использованием набрызгбетона является относительно молодой областью применения технологии. Тем не менее, благодаря своей эффективности, она пользуется большим спросом.

Основные преимущества набрызгбетонирования при ремонте мостов: возможность быстрого ремонта; технология предусматривает минимум оборудования и обслуживаю-

щего персонала; не требуются опалубочные работы. При применении в составе смеси набрызгбетона стальной или макросинтетической фибры получаемый материал - фибронабрызгбетон способен выполнять несущую функцию и обладает повышенной долговечностью.

Данная технология применялась при ремонте мостов в США, Канаде, Европе, Японии и других странах, например: арочного моста в г. Дипо Бэй (Deroe Bay), Орегон, США; мост Министерства транспорта в Квебеке, Канада; мост Броклей Гроув (Brockley Grove) в Лондоне, Великобритания [2, 6].

Как пример, интересен ремонт моста Броклей Гроув в Лондоне, для которого применялся фибронабрызгбетон на основе макросинтетической фибры VarChip [6].

В результате аварии трубопровода, закрепленного на пролетном строении, возникла течь воды, которая разрушила защитный слой железобетонных плит пролетного строения, обнажив арматуру. Под мостом проходит действующая железнодорожная линия. Мост потребовал срочного ремонта без закрытия движения поездов.

Работы по ремонту были выполнены всего за два дня (Рис.1, 2.).



Рис. 1. Установка для «сухого» набрызгбетонирования (фото слева); процесс нанесения фибронабрызгбетона на поврежденную часть пролетного строения (фото справа)



Рис. 2. Восстановленные и дефектные участки пролетного строения

В первую очередь, нижняя поверхность железобетонных плит пролетного строения была очищена от дефектного бетона и были проведены работы по подготовке поверхности для нанесения фибронабрызгбетона.

Для обеспечения наибольшей скорости ремонта было принято решение об использовании технологии «сухого» набрызга с применением ускорителей твердения.

Основными требованиями проектировщиков к материалу были следующие: быстрое схватывание и твердение, высокая прочность в раннем возрасте, надежная адгезия, возможность нанесения при любых погодных условиях, минимально возможная усадка, устойчивость к хлоридной коррозии, низкий процент отскока при производстве работ.

Компания-поставщик бетона (Natural Cement Distribution, LTD) разработала состав фибронабрызгбетона для «сухого» набрызга, отвечающий требованиям проектировщиков.

В смеси использовалась макро-синтетическая фибра BarChip Shogun длиной 48 мм, которая обеспечила повышенную прочность нанесенных слоев, снижение эффекта усадки, позволила уменьшить отскок при производстве работ.

Применив технологию набрызгбетонирования, удалось в короткие сроки выполнить ремонт плитных пролетных строений моста с учетом всех требований проектной организации, что несомненно свидетельствует об эффективности такого способа ремонта.

Несмотря на эффективность набрызга, следует отметить, что такой способ в основном используется для ремонта дефектных поверхностей несущих и конструктивных элементов, восстановления защитных слоев.

Наибольшее распространение фибронабрызгбетон получил при креплении выработок горнорудной промышленности и при строительстве тоннелей.

В тоннелестроительной отрасли фибронабрызгбетон используется почти 40 лет. Впервые набрызгбетон армированный фиброй применили при строительстве гидротехнического тоннеля (штольни) водохранилища Райри в штате Айдахо, США, в 1973 г [7]. В настоящее время, фибронабрызгбетон применяется при строительстве и ремонте тоннелей для создания временных крепей, стабилизации лба забоя, возведения постоянной обделки тоннеля, восстановления и усиления существующей обделки.

В качестве примеров можно привести следующие проекты: ремонт знаменитого тоннеля под Темзой в Лондоне, построенного Марком Брюнелем в 1843 году; строительство Трансальпийского тоннеля (AlpTransit Gotthard Project) в Швейцарии; строительство Лаэрдальского автодорожного тоннеля в Норвегии и другие [8].

Например, при строительстве автодорожного тоннеля Халсной (Halsnoy) в западной части Норвегии, постоянная обделка была выполнена из фибронабрызгбетона [9]. В 2005 году был заключен контракт на строительство тоннеля. Подводный тоннель имеет общую протяженность 6300 м. Максимальная глубина расположения 135 м ниже уровня моря. Проходка осуществлялась буровзрывным способом с раскрытием сечения порядка 90 м<sup>2</sup>.

Для набрызга применялся фибробетон на основе макро-синтетической фибры BarChip,

что было обусловлено требованием по коррозионной стойкости материала обделки, сооруженной под фьордом в условиях контакта с морской водой.

Многолетний опыт применения технологии набрызгбетонирования с использованием дисперсного армирования бетона фиброй показал ее эффективность при строительстве и ремонт объектов транспортного строительства – мостов и тоннелей.

Большой практический опыт накоплен зарубежными специалистами. В нашей стране применение фибробетона, к сожалению, сдерживается отсутствием соответствующих нормативных документов. В этом направлении в настоящее время проводятся работы по разработке нормативных документов. В частности, под эгидой Национального объединения строителей России «НОСТРОЙ», филиал ОАО «ЦНИИС» НИЦ «Тоннели и метрополитены» в соавторстве с ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и другими организациями и научными институтами, разрабатывает «Стандарт организации НОСТРОЙ» («СТО НОСТРОЙ»), регламентирующий применение фибробетонов в тоннельных конструкциях. Выпуск документа намечен на конец 2013 года. Документ несомненно будет способствовать «популяризации» фибронабрызгбетона и фибробетона в транспортном строительстве на территории Российской Федерации.

### Библиографический список

1. Teichert P. Carl Akeley - A Tribute to the Founder of Shotcrete // Shotcrete, 2002, p.10-12.
2. Morgan D. R. Advances in Shotcrete Technology for Infrastructure Rehabilitation // Shotcrete, 2006, p.18-27.
3. Русанов В. Е. Опыт проектирования сборных обделок из сталефибробетона // Транспортное тоннелестроение. Современный опыт и перспективные разработки. Сборник научных трудов, выпуск № 248 под ред. В.Е. Меркина – М.: ОАО ЦНИИС, 2008, 232 с. С.42-83.
4. Русанов В. Е. Современный опыт и условия эффективного использования СФБ в тоннельных обделках // Материалы 63-й научно-технической конференции ГОУ "СибАДИ". – Омск: СибАДИ, 2009. Кн. 1 – 428 с. С.304-308.
5. Русанов В. Е. Проектирование тоннельных конструкций из фибробетона (современные подходы). // Труды международной научно-технической конференции «Основные направления развития инновационных технологий при строительстве тоннелей и освоении подземного пространства крупных мегаполисов». – М.: «ТИМП», 2010. – С.89-92.
6. Elasto Plastic Concrete Project Data Sheet. Brockley Grove Bridge, Lewisham, London.

7. ACI 506.1R-08. Guide to Fiber-Reinforced Shotcrete. ACI Committee 506.

8. Vandewalle M. Tunnelling is an Art.

9. Ридаут Э. Использование макро-синтетической фибры VarChir при строительстве тоннелей. // Труды международной научно-технической конференции «Основные направления развития инновационных технологий при строительстве тоннелей и освоении подземного пространства крупных мегаполисов». – М.: «ТИМР», 2010. – С.120-107.

**EFFECIENCY OF FIBRE REINFORCED SHOTCRETE IN BRIDGES AND TUNNELS APPLICATION**

Vladimir Rusanov

*Article shows experience of bridge rehabilitation and tunnels construction and reparation using macro-synthetic fibre reinforced shotcrete technology.*

*Русанов Владимир Евгеньевич - кандидат технических наук, доцент, и.о. зав. кафедрой «Мосты» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основные направления научной деятельности – исследование работы сборных тоннельных обделок из фибробетонов, совершенствование конструктивных форм тоннельных обделок из фибробетонов, совершенствование методики расчета подземных сооружений с применением фибробетонов. Общее количество опубликованных работ: – 14. e-mail: vlrusanov@mail.ru.*

УДК 625.7

**ДИНАМИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЛОЕВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД КОНСТРУКЦИЙ, ИЗГИБАЕМЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫМ ВОЛНОВЫМ ПОЛЕМ**

А. В. Смирнов, Е. В. Андреева

**Аннотация.** Рассмотрены напряжения сжатия и растяжения, возникающие на поверхности упругого полупространства или в плите покрытия автомагистралей при волнообразном их деформировании подвижными нагрузками.

**Ключевые слова:** упругое полупространство, плиты покрытия, напряжения.

**Введение**

На примере упругого полупространства, представляющего собой однородную упругую среду показано, что при кратковременном воздействии на него вертикальной нагрузки под ней и вокруг нее формируется волновое поле. Оно выражается на поверхности в вертикальных колебаниях. Непосредственно под площадкой передачи нагрузки – это вынужденные, а за ее пределами – свободные (собственные) затухающие гармонично колебания. Для описания волновых процессов классическим считается применение функций Бесселя.

Впервые эти функции были применены Синг С. К. и Куо Т. Т. для описания поведения поверхности упругого полупространства, нагруженного сверху подвижной вертикальной и горизонтальной нагрузкой [2].

В слоистых средах, составленных из системы слоев с различными физическими свойствами, на их поверхности при воздействии

удара или подвижной кратковременной нагрузки возникают *дисгармоничные* колебания. Эти колебания приводят к возникновению в слоях на гребнях и впадинах волн напряжений растяжения и сжатия при изгибе, непериодичных в случае наложения волн. Эти напряжения при многократном возникновении порождают усталость материала слоя, снижая его выносливость. Поэтому напряжениям от растяжения при изгибе в слое непосредственно под нагрузкой должны добавляться новые напряжения, убывающие с течением времени в соответствии с закономерностями их затухания.

**Основная часть**

Расчетная схема представлена на рис. 1., а формулы (1), (2) показывают алгоритм расчета радиусов пространственной кривизны гребней и впадин волн, напряжения в них, а также напряжений, эквивалентных волновому процессу.

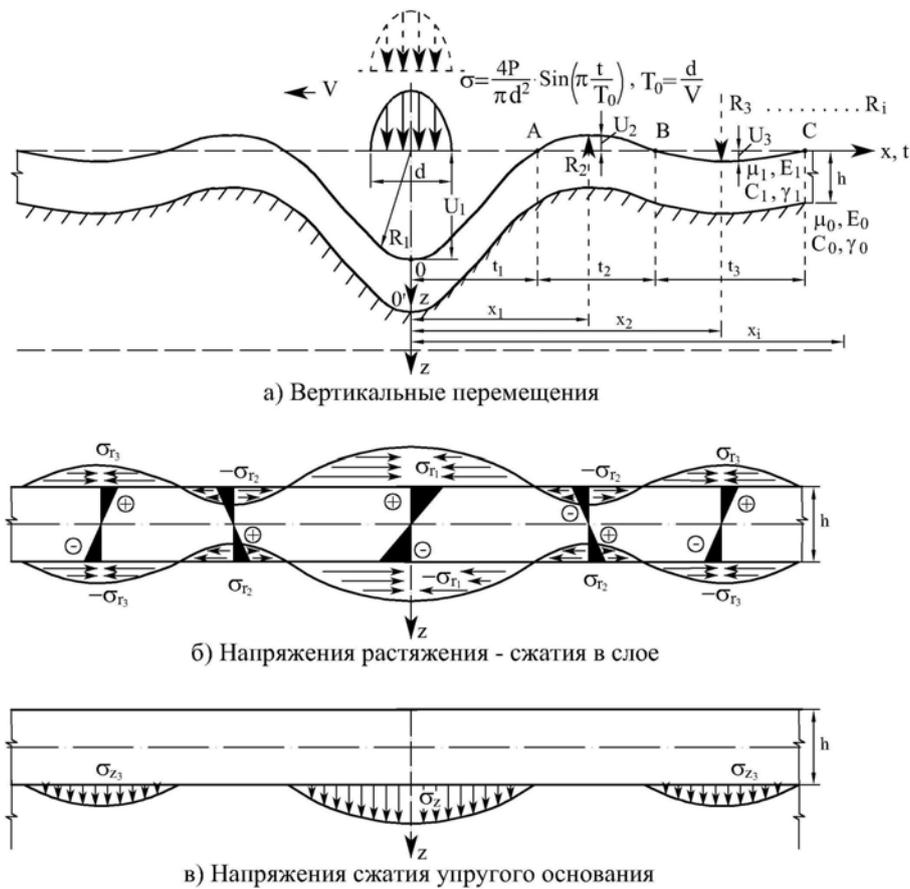


Рис. 1. Схемы к расчету перемещений (а), напряжений растяжения, сжатия (б, в) в двухслойной упругой среде при синусоидальном воздействии на поверхность нагрузки, распределенной по круговой площадке

Сумма напряжений сжатия на верхней грани (фибре) слоя и напряжений растяжения на нижней грани слоя из-за многократного изгиба волнового характера, но однократного нагружения составит:

$$\sigma_{xy,z=0}^{экс} = \sigma_{xy} \left( 1 + \frac{R_3}{R_1} + \frac{R_5}{R_1} + \frac{R_7}{R_1} + \dots + \frac{R_{v-2}}{R_1} \right). \quad (1)$$

Сумма напряжений растяжения на верхней грани слоя:

$$\sigma_{xy,z=0}^{экс} = \sigma_{xy} \left( \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_4}{R_1} + \frac{R_6}{R_1} + \dots + \frac{R_{v-1}}{R_1} \right). \quad (2)$$

Затухание вертикальных колебаний по направлениям  $x$  и  $y$ :

$$U_x = U_1 \cdot \exp\left(-K_x \frac{x_i^2}{d^2}\right). \quad (3)$$

$$U_y = U_1 \cdot \exp\left(-K_y \frac{y_i^2}{d^2}\right). \quad (4)$$

$$K_x = \frac{-\left(\ln \frac{U_i}{U_1}\right) d^2}{x_i^2}. \quad (5)$$

$$K_y = \frac{-\left(\ln \frac{U_i}{U_1}\right) d^2}{y_i^2}. \quad (6)$$

$$\text{При } \gamma_0 = \frac{\left(\ln \frac{U_i}{U_1}\right)}{z} \quad \ln \frac{U_i}{U_1} = \gamma_0 \cdot z$$

Тогда:

$$K_x = \frac{-\gamma_0 \cdot d^2 \cdot x_i}{x_i^2} = -\frac{\gamma_0 \cdot d^2}{x_i} \quad (7)$$

$$K_y = \frac{-\gamma_0 \cdot d^2 \cdot y_i}{y_i^2} = -\frac{\gamma_0 \cdot d^2}{y_i} \quad (8)$$

И тогда:

$$U_x = U_1 \cdot \exp(-\gamma_0 \cdot x_i) \quad (9)$$

$$U_y = U_1 \cdot \exp(-\gamma_0 \cdot y_i) \quad (10)$$

Напряжения при волнообразном изгибе слоя на упругом основании определяются из дифференциальной геометрии.

Наименьший радиус кривизны в гребнях волны:

$$R_{x_i} \approx \frac{1}{2U_1 \frac{K_x}{d^2} \cdot \exp\left(\frac{-K_x \cdot x_i^2}{d^2}\right) \cdot \left(2K_x \frac{x_i^2}{d^2} - 1\right)} \quad (11)$$

$$R_{y_i} \approx \frac{1}{2U_1 \frac{K_y}{d^2} \cdot \exp\left(\frac{-K_y \cdot y_i^2}{d^2}\right) \cdot \left(2K_y \frac{y_i^2}{d^2} - 1\right)} \quad (12)$$

Напряжение растяжения в нижней части и сжатия в верхней фибре изгибаемого при  $R_{x_i} = R_{y_i} = R_{xy_i}$  в центре нагружения (точка Орис. 1).

$$\sigma_{xy_i} = \frac{E \cdot h}{2R_{xy_i}} \cdot \sqrt{2} \quad \text{при } i=1, \quad (13)$$

где  $i$  – число гребней и впадин волнового поля или частота колебаний.

Некоторое увеличение напряжений от растяжения при изгибе на гребнях и впадинах волн, возникающих от однократного нагружения в форме суммирования членов ряда (рис. 1.) и формулы (1) и (2) можно установить путем анализа амплитуд колебаний поверхности упругого полупространства и сравнения их со стандартными волновыми функциями Бесселя [3]. Наиболее пригодной оказывается функция  $I_0(z)$ , которая при  $z=0$  (т.е. под центром нагружения) равна 1. На рис. 7.2 такое сравнение произведено для скорости горизон-

тального движения синусоидальной нагрузки в 60 и 100 км/ч. Из него следует, что:

– относительные амплитуды вертикальных колебаний упругого полупространства соответствуют по форме функции Бесселя, но больше их на  $8 \div 16$  %;

– дополнительные напряжения (растяжения и сжатия) после разгрузки равны основным при нагрузке ( $K_n = 1,97 \div 2,09$ ).

Это значит, что число воздействий транспортными средствами от проезда одной оси (или колеса) увеличивается в 4 раза за счет затухающих колебаний волнового поля до нагружения и после него, а модель волнообразования достаточно близка к функции Бесселя.

#### Библиографический список

1. Синг С.К. и Куо Т. Т. Колебания упругого полупространства под действием равномерно движущейся нагрузки, распределенной в пределах круга // Прикладная механика: Тр. Американского общества инженеров-дорожников. - М., 1970. №1.
2. Смирнов А. В. Динамические волновые поля при воздействии подвижных нагрузок на поверхности автомагистралей // Вестник СибАДИ, № 4 (22), Омск, 2011, С. 98 с.
3. Математика для электро и радиоинженеров. Андре Анго. М., «Наука», 1964 г. 772 с.

#### DYNAMIC TENSION OF LAYERS ROAD CLOTHES OF THE DESIGNS BENT OSCILLATORY WAVE FIELD

A. V. Smirnov, E. V. Andreeva

Tension of compression and the stretchings arising on a surface of elastic semi-space or in a plate of a covering of highways at their wavy deformation by mobile loadings is considered.

*Смирнов Александр Владимирович - д-р техн. наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - динамика сплошных и слоистых сред. Имеет более 200 опубликованных работ.*

*Андреева Елена Владимировна – канд. техн. наук, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - устойчивость дорожных конструкций на слабых грунтовых основаниях. Имеет 23 опубликованные работы.*

УДК 666.92

## ИЗВЕСТКОВО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ КОМПОЗИТЫ

И. Л. Чулкова

**Аннотация.** Изучены свойства известково-реставрационных композитов с использованием добавок суперпластификаторов разных видов и карбонатным наполнителем. Приведены показатели усадочных деформаций известковых систем. Установлена взаимосвязь между пористой структурой и свойствами известковых композитов.

**Ключевые слова:** известь, строительно-реставрационные композиты, суперпластификаторы, принцип сродства структур, технологии реставрационных работ.

### Введение

Сохранение многих памятников в настоящее время представляется возможным лишь после реставрационных работ [1]. Опыт проведения таких работ постоянно развивается и совершенствуется. На Международном конгрессе реставраторов в Венеции в 1964 г. была принята программа, которой было разрешено применять все достижения науки и техники для эффективного сохранения памятников. Решение подобной задачи возможно только на научной основе, при постоянном и тесном сотрудничестве реставраторов, архитекторов и химиков-технологов.

Одно из главных требований, предъявляемых к реставрации, – максимальное сохранение подлинности объекта. Замена поврежденных элементов является крайней мерой, преимущество следует отдавать специальным методам укрепления. Для каждого памятника выбирается наиболее приемлемый метод реставрации, основанный на знании строительной технологии прошлого и умения, при необходимости, воспроизвести ее с той или иной степенью приближения.

Деятельность российских реставраторов опирается на большие культурные традиции, заложенные архитектурно-археологической школой дореволюционной России, выдающимися представителями которой были В. В. Сулов, Н. П. Покрышкин и ряд других ученых. Большой вклад в совершенствование реставрационных работ внесли академик И. Э. Грабарь, И. Д. Сухов, Б. Н. Засыпкин, П. Д. Барановский, И. Н. Максимов.

Существует несколько основных приемов реставрации: консервация, докомпоновка разрушенных участков, замена утраченных фрагментов, общие профилактические ремонтно-реставрационные работы, имитация отдельных элементов или участков, домозочные работы. Как правило, все эти приемы в той или иной степени применяются одновременно.

В области реставрации настенной живописи одним из наиболее распространенных видов разрушения является отслоение древней штукатурки с живописным слоем от кирпичной кладки. Поскольку древняя штукатурка выполнена на известковой основе, реставрация такого вида разрушений осуществляется путем инъектирования известково-водного раствора в образовавшиеся пустоты с последующим прижатием отставшей от основы штукатурки [2,3].

Специфика реставрационного процесса распространяется также и на применяемые при реставрации материалы, которые можно до известной степени условно разделить на четыре группы [4,5]. Прежде всего, это строительные материалы, из которых в свое время было возведено реставрируемое сооружение (естественный камень, кирпич, известь, гипс, декоративные отделочные материалы) [4,6].

Вторую группу составляют современные материалы, изготавливаемые специально для реставрационных целей. Они в той или иной степени имитируют материал, способствуя достижению желаемого зрительного эффекта. Наиболее распространенный вид этих материалов – искусственный камень, получаемый на основе крошки естественного камня и различных видов связующего.

Третья группа – это специальные, как правило, новые материалы, используемые для консервации подлинных материалов памятника. Их назначение – укрепление структуры, биологическое обезвреживание, создание защитных покрытий. Среди них особое место занимают гидрофобные покрытия.

Наконец, все шире применяются и обычные современные строительные материалы. При реставрации зданий сравнительно недавней постройки они вообще могут преобладать.

При всем разнообразии реставрационных материалов к ним, в том числе к вяжущим материалам, предъявляются некоторые общие

требования. Новые материалы, имеющие непосредственный контакт с подлинными материалами памятника, должны соответствовать им по ряду параметров. Они должны быть близкими к авторскому материалу по фактуре, микро- и макроструктуре, не изменять цвета материала памятника, иметь сопоставимые параметры по прочности и долговечности, должны обладать стойкостью к воздействиям атмосферы, биостойкостью, быть стабильными при длительной эксплуатации. Важным моментом является совместимость нового и старого материалов, препятствующая возникновению на стыке механических напряжений при накапливании влаги и водорастворимых солей в контактной зоне. Это ослабляет разрушительные процессы и отторжение новых включений, что обычно сопровождается деструкцией подлинного материала памятника.

То есть при реставрационных работах должен работать основной принцип – принцип сродства структур, который заключается в минимизировании физико-химических и структурных различий между регулируемой матрицей и неизменяемой структурой реставрируемого элемента старого сооружения с тем, чтобы поровая структура полученного композита стала в идеале единой и однородной. Это позволит воде мигрировать по капиллярам всего композита, способствуя равномерному уплотнению и упрочнению его новообразованиями [7].

Регулирование структуры матрицы достигается с помощью принципов повышения эффективности строительных материалов для получения однородной структуры композита с равномерно распределенными порами [8].

**Основная часть**

Настоящая работа посвящена научному обоснованию принципов разработки строительно-реставрационных композиций близких по структуре к авторскому материалу на основе извести, изысканию возможности повышения технологических и эксплуатационных

свойств разработанных материалов для реставрации и укрепления древней известковой штукатурки с живописным слоем на кирпичной кладке.

Укрепления древней известковой штукатурки выполняется путем инъекции известковых композиционных составов с низкой вязкостью в полости и пустоты, образовавшиеся между кирпичной кладкой стены и отставшей от нее штукатуркой с живописным слоем, с целью их заполнения и укрепления последней. Это направление является одним из ответственных видов работ по внутренней реставрации памятников, так как от качества их выполнения зависит сохранность уникальных памятников древней живописи.

В соответствии со спецификой технологии реставрационных работ, а также с условиями службы и эксплуатационными свойствами используемых материалов, к ним предъявляются специальные требования: инъекционные составы на основе извести должны обладать низкой вязкостью и одновременно низкими усадочными деформациями. В противном случае они будут плохо прокачиваться при заполнении ими полостей и отставать от поверхности кирпичной кладки в процессе твердения. Кроме того, они должны иметь высокую адгезионную прочность к кирпичной кладке, а собственную прочность и параметры капиллярно-пористой структуры, по возможности, наиболее близкими к таковым для древней штукатурки. Это обуславливает высокую прочность сцепления инъекционного слоя со стенками заполняемой ею полости, монолитность реставрируемого элемента, а также однородность его структуры и свойств. Из этого, в свою очередь, следует высокая долговечность, способность материала памятника "дышать" и т.д.

В соответствии с поставленной в работе задачей для получения инъекционных составов использовали известковое тесто на основе извести Брянского завода (табл.1.).

Таблица 1 – Химический состав Брянской извести, мас. %

ппп	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	CaO	CaO св	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Сумма
25,66	1,86	0,52	0,71	–	69,96	–	0,18	0,93	–	0,05	99,87

В качестве основных средств воздействия в нужном направлении на важнейшие свойства перечисленных реставрационных материалов были выбраны добавки суперпластификаторов (СП) (табл.2.) - все основные раз

новидности как в жидком, так и в сухом виде: МФ-АР (ТУ-6-05-1926-82) и 10-03 (ТУ 44-3-505-81) - на основе меламина, С-3 (ТУ 6-14-625-80\*\*) - на основе нафталина и Н-1 (ТУ 6-18-19-3-86) и Н-3 (ТУ 38.50268-87) - на основе 3-х и 4-х

ядерных ароматических углеводородов, и (МН) - осажденный  $\text{CaCO}_3$  (табл.3) [9,10]. тонкодисперсный минеральный наполнитель

Таблица 2 – Вещественный состав и свойства использованных СП

Наименование показателя	Единицы измерения	Величина				
		МФ-АР	10-03	С-3	Н-1	Н-3
Активное вещество	%	–	–	70,9	55,4	–
Сухое вещество	%	18	22	39,3	25,5	29,8
Содержание золы	%	34,3	–	39,4	42,3	–
pH2,5%-ного водного раствора		8,11	8,16	7,79	8,26	8,78
Плотность при 20°C	кг/м <sup>3</sup>	1095	1117	1208	1129	1161

Таблица 3 – Гранулометрический состав и удельная поверхность МН -  $\text{CaCO}_3$  реактивный

Содержание фракций, %, ( $10^{-5}\text{м}$ )						$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /кг
>3	2,7..3	2,2...2,7	1,9...2,2	1,1...1,9	<1,1	
–	15	22	12	41	10	175

Испытания образцов проводили стандартными и нестандартными методами исследований.

Выбор СП был обусловлен высоким пластифицирующим эффектом, что может служить основой резкого снижения вязкости инъекционных известковых систем.

Эффект водоредуцирования добавок СП позволяет рассчитывать на снижение усадочных деформаций известковых композиций, повышение, при необходимости, их структурной плотности, прочности, изменения капиллярно-пористой структуры, а, следовательно, и явлений влагопереноса и т.д.

Дезагрегирующий эффект добавок СП, наряду с пластификацией и повышением смачиваемости предполагает возможность повысить однородность распределения твердой фазы в известково-водных суспензиях и на этой общей основе усилить адгезионные свойства реставрационных систем. Могут иметь значения и другие аспекты действия добавок суперпластификаторов.

Использование в качестве наполнителя в инъекционных составах на основе известкового карбоната кальция рассматривается, как средство снижения инъекционной вязкости таких составов с ограниченным водосодержанием, а также сокращения объемных усадочных деформаций в процессе их твердения. Первое связано с узкой гранулометрией и низкой удельной поверхностью

$\text{CaCO}_3$  (следствие его получения методом осаждения), второе - с его явно кристаллической природой, более плотной упаковкой частиц твердой фазы в известково-карбонатных системах и более низким водосодержанием последних. Выдвинуты предположения и о более высокой адгезионной прочности таких составов с реставрируемым объектом за счет повышения концентрации частиц твердой фазы в единице объема суспензии и создания большего числа контактов между ними и материалом подложки.

Первоначально в работе было определено количественное значение рабочей вязкости используемых на практике известковых инъекционных составов, которая оказалась равной 800-850мПа·с. Для приобретения такой вязкости известковое тесто разбавляется водой до В/Т=3,6. Усадочные деформации таких составов достигают 60-65 об.%. Вязкость систем резко снижается при введении СП. В присутствии оптимального количества СП (0,35 % от массы вяжущего), заданная вязкость (800-850мПа·с) достигается при В/Т=1,05- 1,15, то есть в 3 раза меньшем значении, чем у бездобавочного состава (рис. 1.).

Усадочные деформации (рис. 2.) известкового теста в присутствии СП снижаются до 11-16 об.% в зависимости от вида используемого СП.

В процессе твердения (табл. 4.) рост прочности при введении СП также связан с

уменьшением водосодержания составов. Для качественного сцепления материалов, одной из причин является, как показано в работе, повышение смачиваемости реставрируемой поверхности инъекционными составами. Было установлено, что краевой угол смачивания изменяется от 26° до 7-16° в присутствии СП.

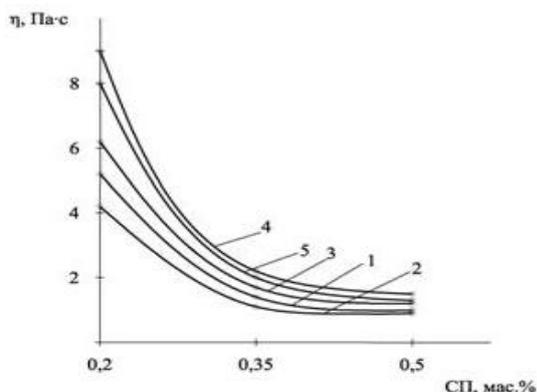


Рис. 1. Зависимость вязкости известкового раствора при В/Т=1 от количества вводимого СП: 1. СП Н-1; 2- СП Н-3; 3 – СП С-3; 4 – СП МФ-АР; 5 – СП 10-03

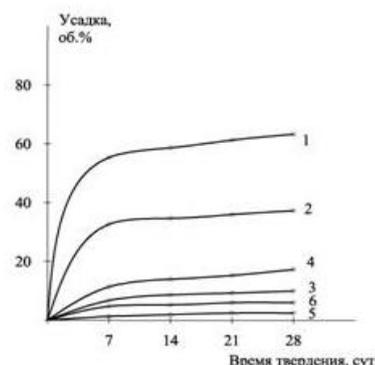


Рис. 2. Усадочные деформации известковых систем (Ca(OH)<sub>2</sub>:CaCO<sub>3</sub>:СП): 1 – 1:0:0 при В/Т=3,6; 2 – 1:2,5:0 при В/Т=1,21; 3 – 1:0:0,35(С-3) при В/Т=1,15; 4 - 1:0:0,35(МФ-АР) при В/Т=1,15; 5 – 1:2,5:0,1(С-3) при В/Т=0,36; 6 – 1:2,5:0,1(МФ-АР) при В/Т=0,36

Таблица 4 – Физико-химические свойства известковых систем

Состав Ca(OH) <sub>2</sub> : CaCO <sub>3</sub> : H <sub>2</sub> O	Вид СП	Количество СП, мас. %	В/Т	η, мПа·с	ξ-потенциал, мВ	Адсорбция СП, г/100г	Прочность, МПа, 28 сут		Радге з., МПа, после 50 циклов мрз	Коэфф. белизны
							при сжатии	сцепление с кирпичем		
1 : 0 : 3,6	-	-	3,6	830-850	+24	-	1,3	0,9	0,3	0,95
1 : 0 : 1,15	Н-1	0,35	1,15	420-450	-60	1,166	1,9	1,3	0,5	0,84
1 : 0 : 1,15	С-3	0,35	1,15	600-620	-60	0,705	2,4	1,5	0,6	0,95
1 : 0 : 1,15	МФ-АР	0,35	1,15	800-830	-50	0,217	1,7	1,2	0,4	0,97
1 : 2,5 : 4,20	-	-	1,21	820-830	+10	-	2,1	1,6	0,4	0,95
1 : 2,5 : 1,26	Н-1	0,1	0,36	500-520	-40	0,712	2,7	2,3	0,7	0,87
1 : 2,5 : 1,26	С-3	0,1	0,36	630-650	-50	0,537	2,3	2,2	0,7	0,95
1 : 2,5 : 1,26	МФ-АР	0,1	0,36	800-820	-40	0,167	2,3	2,0	0,6	0,97

Добавки СП, за счет водоредуцирующего эффекта, заметно снижают суммарную пористость известкового камня, а следовательно, уплотняют его структуру. Существенно изменяется при этом и распределение пор по размерам. В присутствии СП снижается содержа-

ние крупных пор радиусом более 100 нм (табл.5.).

По визуальной оценке эффекта пептизации суспензии Ca(OH)<sub>2</sub>, затворенной водой, единичные частички гидроксида кальция встречаются редко, в основном они сгруппи-

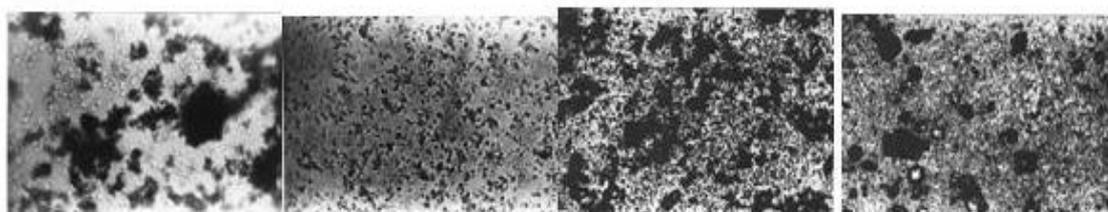
рованы в рыхлые, бесформенные, неплотно упакованные агрегаты, удерживающие в своей структуре значительные количества воды. В присутствии же СП происходит распад агрегатов, достигается высокая однородность распределения тончайших частиц твердой фазы в одной суспензии (рис. 3.).

Принято считать, что разжижающее действие СП связано с адсорбцией их полярных молекул на поверхности гидратирующихся частиц. Для выяснения механизма действия и эффективности различных видов СП на известковое вяжущее проводилась оценка степени адсорбции СП на твердой фазе извест-

кового теста. Установлена значительная адсорбция СП на поверхности зерен  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , при чем в зависимости, которая от химической природы СП величина адсорбции изменялась от 0,167 до 1,166 г /100г вяжущего. Следствием адсорбции СП на поверхности твердой фазы является изменение электрокинетического потенциала. Наряду с подтверждением известного механизма действия СП эти данные позволяют обосновать различие в эффективных дозировках разных видов СП, связанные с размером и структурой их молекул и, соответственно, их сорбционной способностью (табл. 4).

Таблица 5 - Пористость известковых систем (В/Т соответствует  $\eta=800-850$  мПа·с)

Состав $\text{Ca}(\text{OH})_2 : \text{CaCO}_3 : \text{H}_2\text{O}$	Вид СП(кол ичес- тво, мас.%)	Сум- мар- ная порис- тость, $\text{м}^3/\text{кг}\cdot 10^3$	Распределение пор по размерам (нм), $\text{м}^3/\text{кг}\cdot 10^3$				
			$r_1 > 10^4$	$10^3 < r_2 < 10^4$	$10^2 < r_3 < 10^3$	$10 < r_4 < 10^2$	$r_5 < 10$
1 : 0 : 3,6	-	0,669	0,027	0,044	0,537	0,013	0,048
1 : 0 : 1,15	Н-1 (0,35)	0,440	0,042	0,054	0,298	0,029	0,017
1 : 0 : 1,15	С-3 (0,35)	0,492	0,014	0,025	0,362	0,068	0,024
1 : 2,5 : 4,20	-	0,552	0,016	0,018	0,405	0,068	0,045
1 : 2,5 : 1,26	Н-1 (0,1)	0,202	0,025	0,029	0,097	0,040	0,011
1 : 2,5 : 1,26	С-3 (0,1)	0,212	0,013	0,020	0,109	0,050	0,020
1 : 2,5 : 1,26	10-03 (0,1)	0,364	0,047	0,029	0,226	0,046	0,018
Известково-песчаный с казеином (1 : 2,5 : 0,15, $\eta=1600-1700$ мПа·с)	-	0,610	0,016	0,054	0,454	0,057	0,031
Штукатурка (церковь И.Богословского, 18век)	-	0,278	0,023	0,040	0,085	0,109	0,021



а

б

в

г

Рис. 3. Распределение частиц твердой фазы в известково-водных (а, б) и известково-карбонатно-водных суспензиях (в, г), В/Т=10,0. ув. 500: а, в) без СП; б, г) СП Н-1

Наполнители также являются важнейшим компонентом инъекционных составов, определяющих их свойства. В качестве таковых

обычно используют молотый кварцевый песок. В данной работе применялся осажденный карбонат кальция. Этот наполнитель позволя-

ет сохранить рабочую вязкость при снижении В/Т до 1,2, то есть в 3 раза (рис. 4), а усадочные деформации – до 37 об. % (рис. 2), он ускоряет процесс карбонизации системы, тем сильнее стимулирует ее дальнейшее упрочнение (табл. 4). Исходя из полученных данных можно предположить получение еще более положительных результатов при совместном применении СП и наполнителей. В этом случае установлен высокий пластифицирующий и водоредуцирующий эффект небольших по величине добавок СП (порядка 0,1-0,15 до 0,35 мас.%) для известково-карбонатных сис-

тем. Вязкость 800-850 мПа·с достигается при В/Т=0,36 (рис. 4), то есть именно совместное применение СП и CaCO<sub>3</sub> позволяет в 10 раз снизить водосодержание известковых инъекционных систем, в 10-15 раз уменьшить их объемную усадку в процессе твердения, обеспечить повышенную прочность при сжатии и адгезионную прочность, высокий коэффициент морозостойкости [11]. По величине суммарной пористости и по структуре пор такие материалы наиболее близки к древней штукатурке (табл. 5.).

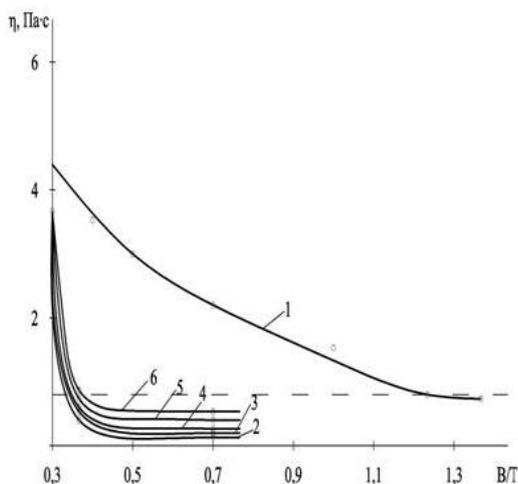


Рис. 4. Зависимость вязкости от водосодержания известково-карбонатных систем (1:2,5) с добавками СП (0,1 мас.%): 1 – без СП; 2 – СП Н-1; 3 – СП Н-3; 4 – СП С-3; 5 – СП МФ-АР; 6 – СП 10-03

### Заключение

На основе исследования известковых композитов с карбонатным наполнителем и разными видами добавок суперпластификаторов были теоретически обоснованы и экспериментально разработаны эффективные способы снижения вязкости и усадочных деформаций известково-водных систем, являющихся основой для инъекционных составов, применяемых при реставрационных работах.

Установлен высокий пластифицирующий и водоредуцирующий эффект небольших по величине добавок СП (порядка 0,1-0,15 мас.%) для известково-водных систем, проявляющийся при совместном введении с тонкодисперсным карбонатным наполнителем (осажденным CaCO<sub>3</sub>).

Установлена возможность и выявлены закономерности управления структурой и свойствами реставрационных материалов на основе известки с помощью добавок СП и тонко-

дисперсных наполнителей. Обоснована принципиальная роль дисперсности и гранулометрии последних. Доказана возможность резкого повышения однородности структуры таких материалов, в том числе в зоне сочленения с материалом реставрируемого объекта, за счет дезагрегирующего эффекта добавок СП, изменения реологии и водосодержания систем, адсорбционного модифицирования гидратов, изменения свойств поверхности твердой и жидкой фазы и т.д.

Найдено, что сочетание добавок СП с наполнителем из осажденного карбоната кальция позволяет в 10 раз снизить водосодержание известковых инъекционных систем, в 10-15 раз уменьшить их объемную усадку в процессе твердения, а также повысить адгезионную прочность при сохранении необходимой для инъекции вязкости.

Теоретически показано, что возможность направленного формирования структуры рес-

тавращенных материалов за счет подбора их состава лежит в основе качественного выполнения реставрационных работ и долговечности восстановленных объектов.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработаны высокопластичные и низкоусадочные известковые инъекционные составы, обладающие высокой адгезией к авторскому материалу реставрируемых древних памятников. На их основе рекомендована эффективная технология реставрационных работ по укреплению отставшей штукатурки с живописным слоем от кирпичной кладки, обеспечивающая повышение качества работ, сокращение времени и снижение трудозатрат на их производство.

Практическая эффективность разработанных реставрационных составов подтверждена актами опытно-реставрационных испытаний на объектах XVIII и XIX веков в СССР, России и НРБ. На основе экспериментальных данных и натурно-реставрационных испытаний разработаны рекомендации по составам и способам применения реставрационных материалов для инъектирования. Экономический эффект от внедрения разработок по применению известковых инъекционных систем составил 80-530 руб./м<sup>2</sup>.

### Библиографический список

1. Современный облик памятников прошлого (Историко-художественные проблемы реставрации памятников архитектуры) – Под ред. А. С. Щенкова. – М.: Стройиздат, 1983. – 187 с.
2. Ржаницын Б. А. Общее состояние научных работ по устранению влажности в монументальных зданиях. – В кн.: Научный совет по охране памятников культуры. – М., 1970, вып. V. – С. 1-8.
3. Воробьев М. И. Росписи Собора Владимирской Богоматери Сретенского монастыря и их реставрация. В сб.: Реставрация и исследования памятников культуры. – М., Стройиздат, 1976. – вып. 1. – С. 206-212.
4. Реставрация и исследования памятников культуры – М.: Стройиздат, 1975. – вып. I. – 260 с.
5. Михайловский Е. В. Реставрация памятников архитектуры: Развитие теоретических концепций. – М.: Стройиздат, 1971. – 190 с.
6. Бетон с эффективными суперпластификаторами / Под ред. Ф. М. Иванова. – М.: НИИЖБ, 1979. – 205 с.
7. Лесовик В. С., Чулкова И. Л. Управление структурообразованием строительных композитов: монография. – Омск: СибАДИ, 2011. – 420 с.
8. Лесовик В. С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса / В. С. Лесовик. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 526 с.

9. Чулкова И. Л. Твердение и свойства водных суспензий цементных минералов под влиянием суперпластификаторов/ И. Л. Чулкова, В. С. Лесовик, Г. И. Бердов. // Всероссийская конференция «Современные проблемы производства и использования композиционных строительных материалов» НГАСУ (СИБСТРИН), посвященная 100-летию юбилею профессора Г.И. Книгиной и 80-летию юбилею профессора В. М. Хрулева: сб. науч. статей.- Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. - С. 46-49

10. Чулкова И. Л. Формирование структуры и свойств цементного камня в присутствии неорганических электролитов/ И. Л. Чулкова, В. С. Лесовик, Г. И. Бердов. // Всероссийская конференция «Современные проблемы производства и использования композиционных строительных материалов» НГАСУ (СИБСТРИН), посвященная 100-летию юбилею профессора Г. И. Книгиной и 80-летию юбилею профессора В. М. Хрулева: сб. науч. статей.- Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. - С. 165-167.

11. Холмянский И. А. К вопросу определения долговечности асфальтобетонных автомобильных дорог/ И. А. Холмянский // Вестник СибАДИ, №1(19). – 2011. – С.20-25.

### LIMESTONE - RESTORATION COMPOSITES

I. L. Chulkova

The properties of lime-restoration of the composites with the use of superplasticizer additives of various types and carbonate filler were investigated. The indicators of shrinkage deformation lime systems were described. The correlation between pore structure and properties of lime composites was determined.

*Чулкова Ирина Львовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» ФГБОУ ВПО СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление структурообразованием строительных композитов. Общее количество публикаций 150. Электронная почта [chulkova\\_il@sibadi.org](mailto:chulkova_il@sibadi.org)*

### РАЗДЕЛ III

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 628.517.4

### СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИБРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А. О. Лисин

**Аннотация.** В статье рассмотрена система автоматизации моделирования виброзащитных устройств строительных машин на базе одноковшового экскаватора. Представлена блок-схема работы системы. Рассмотрены используемые методы моделирования виброзащитных устройств.

**Ключевые слова:** виброзащита, моделирование.

Проблема воздействия вибрации и шума на строительных машинах (СМ) в настоящее время приобретает все большую актуальность. Повышенная вибрация снижает ресурс силовых агрегатов СМ, вызывает дополнительное потребление энергии в переходных режимах работы агрегатов, приводит к возникновению и развитию профессиональных заболеваний обслуживающего персонала. Повышенный уровень шума ухудшает экологические показатели транспортных средств, увеличивая дискомфорт, что приводит к снижению производительности труда. Поэтому в нормативные документы вводятся все более жесткие требования по защите от вибрации и

шума [1]. В связи с этим возникает необходимость на этапе проектирования СМ обеспечивать необходимые параметры систем виброзащиты и рассчитывать предполагаемую вибрационную нагрузку на рабочем месте человека-оператора.

Для решения задач виброзащиты была составлена обобщенная расчетная схема динамической системы СМ «экскаватор – человек-оператор», представленная на рисунке 1. Обобщенная расчетная схема динамической системы «экскаватор – человек-оператор» представляет собой систему с шестью сосредоточенными массами ( $m_1, \dots, m_6$ ).

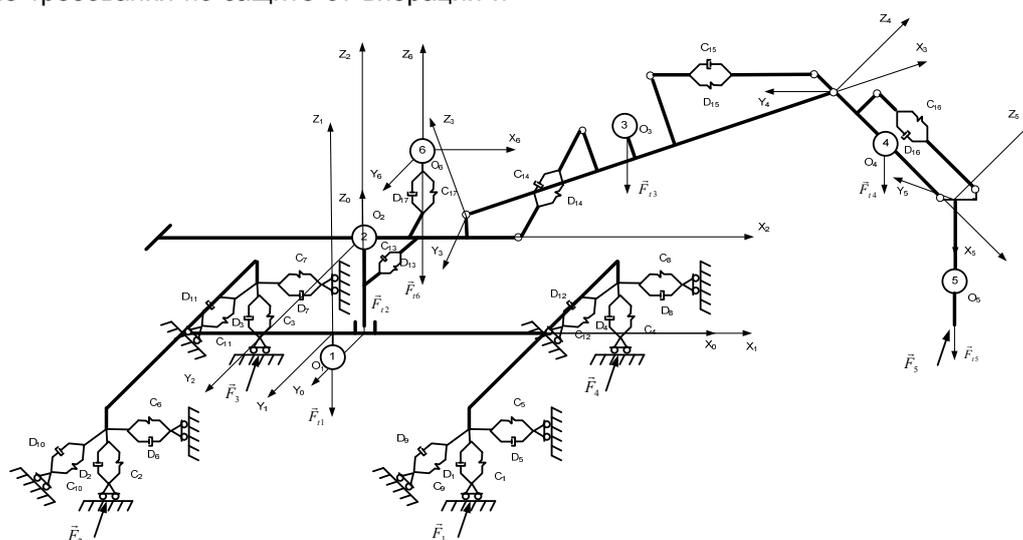


Рис.1. Расчетная схема динамической системы «экскаватор – человек-оператор»

Пространственная колебательная динамическая система рассматривается в правой инерциальной системе координат  $O_0X_0 Z_0 Y_0$ , начало которой – точка  $O_0$  в состоянии покоя совпадает с точкой  $O_1$ , координаты которой

заданы в локальной системе координат  $O_1 X_1 Z_1 Y_1$ , связанной с шасси экскаватора.

Положение звеньев рабочего оборудования определяется положениями соответствующих правых локальных систем координат (таблица 1).

Таблица 1 – Локальные системы координат

$m_i$	Система координат	Элементы рабочего оборудования
	$O_0X_0 Z_0Y_0$	Неподвижная система координат, связанная с поверхностью грунта.
$m_1$	$O_1X_1 Z_1Y_1$	Базовое шасси. Центр масс находится в точке $O_1$
$m_2$	$O_2X_2 Z_2Y_2$	Поворотная платформа, включающая в себя часть массы гидроцилиндра стрелы. Центр масс находится в точке $O_2$
$m_3$	$O_3X_3 Z_3Y_3$	Стрела, включающая в себя часть массы гидроцилиндра стрелы и массу гидроцилиндра рукояти. Центр масс находится в точке $O_3$
$m_4$	$O_4X_4 Z_4Y_4$	Рукоять, включающая в себя массу гидроцилиндра подвески рабочего органа. Центр масс находится в точке $O_4$
$m_5$	$O_5X_5 Z_5Y_5$	Рабочий орган. Центр масс находится в точке $O_5$
$m_6$	$O_6X_6 Z_6Y_6$	Человек-оператор, включающий в себя массу кресла. Центр масс находится в точке $O_6$

При этом соблюдаются следующие правила:

- начала систем координат расположены в осях шарниров;
- ось  $O_iX_i$  направлена так, чтобы проходила через шарнир  $i+1$  звена;
- ось  $O_iZ_i$  перпендикулярна осям  $O_iX_i$  и  $O_iY_i$  одновременно и дополняет их до правой триады;
- ось  $O_iY_i$  совпадает с осью шарнира.

Любая математическая модель является идеализированным объектом. Степень идеализации зависит от правильности выбора основных допущений, позволяющих не учитывать малозначимые параметры при рассмотрении физических процессов[5].

Жесткость металлоконструкции рабочего оборудования в 15...20 раз выше жесткостей гидролиний[4]. Поэтому все элементы рабочего оборудования представлены как абсолютно жесткие стержни. При рассмотрении объемного гидропривода силы сухого трения в гидроцилиндрах не учитываются ввиду их малой величины (не более 10 % от сил, действующих на шток гидроцилиндра)[3].

Математическое описание экскаватора как динамической системы базируется на следующих допущениях:

- связи, наложенные на колебательную систему экскаватора, являются голономными и стационарными;

- экскаватор представляет собой шарнирно-сочлененный многозвенник с наложенными на него упруговязкими динамическими связями;

- люфты в шарнирах отсутствуют;

- силы сухого трения в гидроцилиндрах отсутствуют;

- элементы ходового оборудования имеют постоянный контакт с грунтом;

- элементы рабочего оборудования представлены как абсолютно жесткие стержни с сосредоточенными массами.

Силы реакции грунта на элементы ходового оборудования представлены на расчетной схеме силами  $F_i$ ,  $i=1, \dots, 4$ .

Сила реакции грунта на рабочий орган экскаватора представлена на расчетной схеме силой  $F_5$ .

На основании этой расчетной схемы была составлена модель в MATLAB пакете расширения SimMechanics, блок-схема которой показана на рисунке 2.

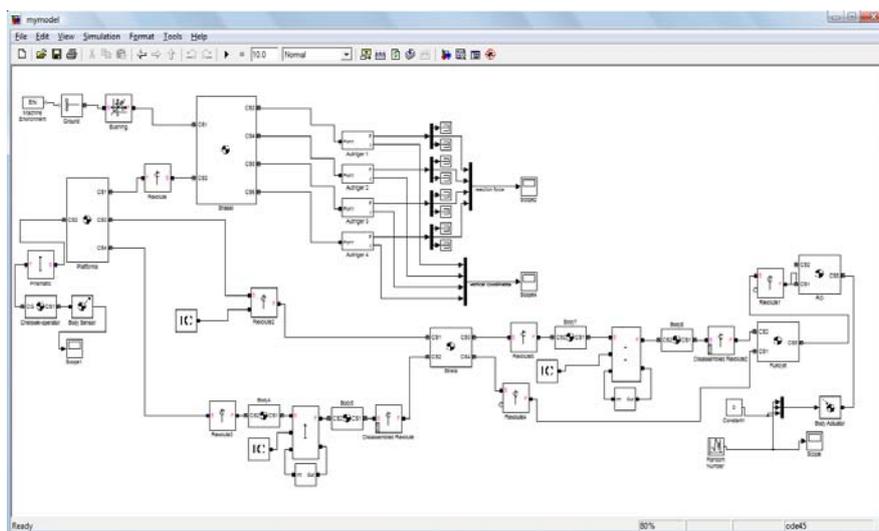


Рис. 2. Структурная схема динамической системы «экскаватор – человек-оператор» в MATLAB

Базовое шасси, поворотная платформа, стрела, рукоять, рабочий орган и человек-оператор, включающий в себя массу кресла, реализованы в Simulink блоками «Body». Значения центробежных моментов инерции, осевых моментов инерции, массы звеньев, а так-

же координаты характерных точек (геометрические параметры) задаются с помощью специальных окон ввода параметров[2]. В качестве примера приведен вид окна установки параметров блока «Body» на рисунке 3, моделирующего стрелу экскаватора.

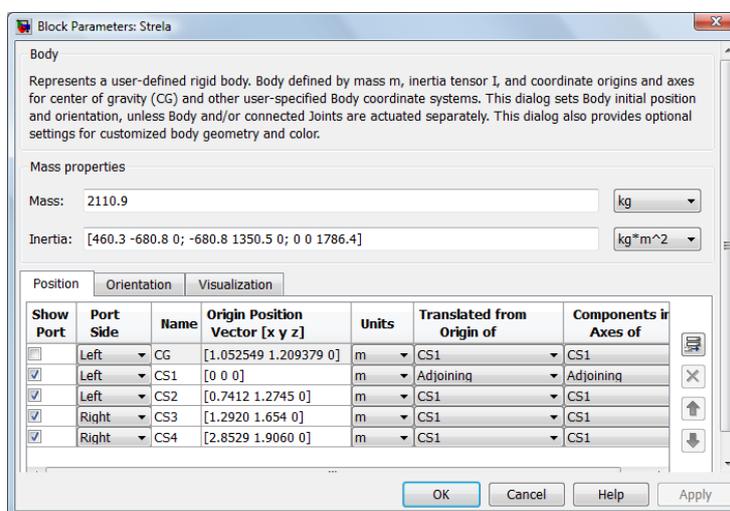


Рис. 3. Вид окна установки параметров блока «Body»

Тела между собой связаны шарнирами (представленными блоками «Revolute», «Prismatic», «Bushing»), ограничивающими взаимное перемещение этих тел.

Задача позиционирования базового шасси в пространстве решается при помощи подсистем задающих силы от опорных элементов. Четыре подсистемы Autrigger 1 . . . Autrigger 4 (по числу опор CM), каждая из которых содержит блок «BodySensor» (рисунок 4), эти блоки измеряют в инерциальной системе координат (WORLD), координаты и скорости ха-

рактерных точек опор (точки CS1 . . . CS4) и выдают их в виде векторных сигналов. Поступая в подсистемы определения сил Autrigger 1 . . . Autrigger 4, действующих на базовое шасси со стороны опор, вектор координат и скоростей точек разделяется на скалярные сигналы. Используя равновесные значения по каждой из осей декартовой системы координат и приведенные коэффициенты упругости вдоль осей, определяются компоненты вектора силы упругости, действующей на опору.

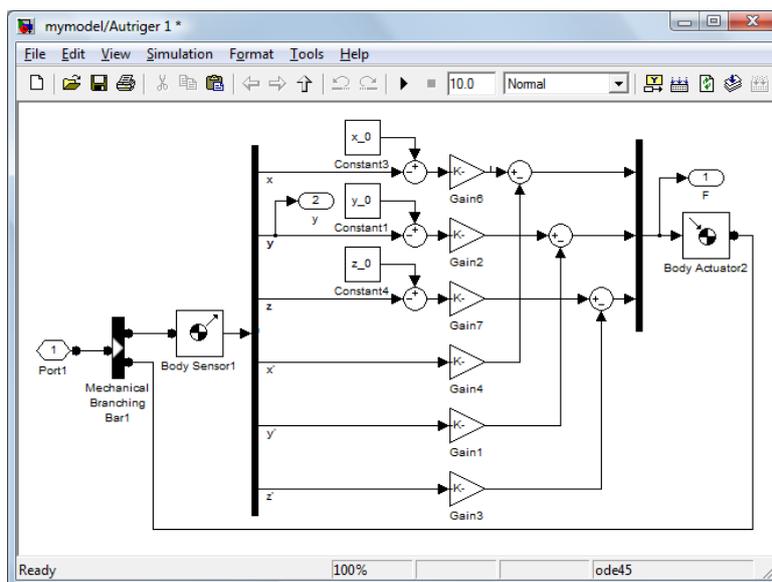


Рис. 4. Структурная схема подсистемы определения силы реакции на опору

Существует возможность выбора места установки виброзащитного устройства. В зависимости от выбора структурная схема меняется автоматически. Далее пользователю будет предложено ввести значения возму-

щающих воздействий. Возможно задать как случайные так и фиксированные значения. В общем виде блок-схема программы представлена на рисунке 5.

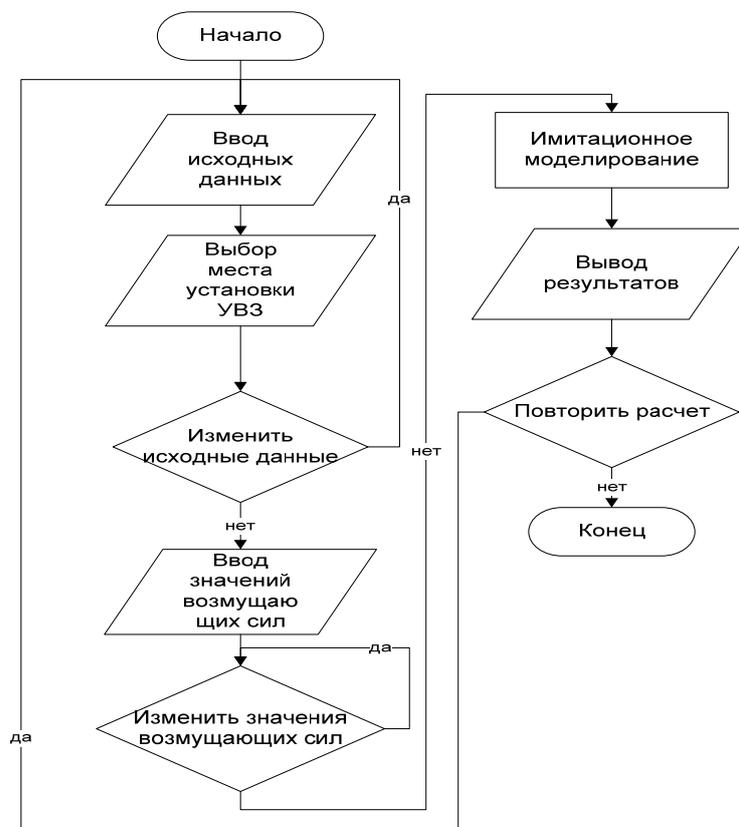


Рис. 5. Блок-схема программы

По результатам моделирования строятся соответствующие графики. Имея данные такого эксперимента, проведенного на реальной машине, можно проверить адекватность настройки модели и при необходимости провести корректировку заданных параметров. На графике (рис.6) в качестве примера приведены значения скорости и ускорения на месте человека-оператора при заданном возмущении значением в 500 Н, заданного при помощи источника случайного сигнала с нормальным распределением «RandomNumber».

Предложенная САМ позволяет проводить оценку уровня вибрации на этапе проектирования машины, не требуя создания дополнительных моделей.

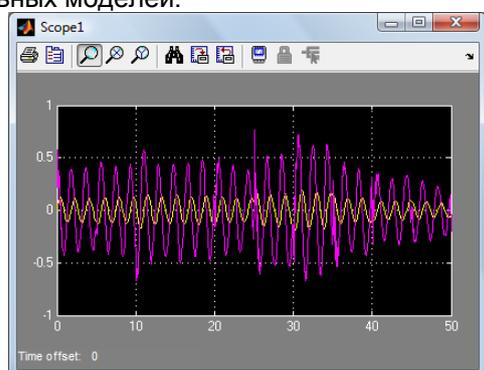


Рис. 6. График результатов моделирования

#### Библиографический список

1. Гордеев Б. А. Системы виброзащиты с использованием инерционности и диссипации

реологических сред / Б. А. Гордеев, В. И. Ерофеев, А. В. Синёв, О.О. Мугин. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 176 с.

2. Щербakov В. С., Корытов М. С., Руппель А. А. и др. Моделирование и визуализация движений механических систем в Matlab. Омск:СибАДИ, 2007. 84 с.

3. Баранов В. Н., Захаров Ю. Е. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы. - М.; Машиностроение, 1977. - 326 с.

4. Смоляницкий Э. А., Перлов А. С. К динамическому анализу рабочего оборудования гидравлического экскаватора. Труды ВНИИ-стройдормаш. - М., 1969, с. 20-27.

5. Галдин В. Н. Алгоритм и некоторые результаты расчета основных параметров рабочего органа для разрушения грунта // Вестник СибАДИ. 2011. № 2 (20). С. 55–59.

#### AUTOMATION SYSTEM MODELING OF VIBROPROTECTION DEVICES CONSTRUCTION MACHINERY

A. O. Lisin

The article considers the system of the automation of the simulation of vibration devices of construction machinery on the basis of the single bucket excavator. Provides a block diagram of the operation of the system. Considered are the methods used for the simulation of vibration devices.

Лисин Александр Олегович - Аспирант кафедры «АППиЭ» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». E-mail – Lex-lisin@gmail.com

УДК 004.056.55

#### АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ И ХРАНЕНИИ ДАННЫХ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРОЦЕДУРЕ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТА

В. В. Михеев, Д. А. Сагайдак, А. А. Свенч, Р. Р. Файзуллин

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению различных способов построения эффективных алгоритмов разделения данных в центрах обработки при передаче и обработке информации таким образом, чтобы обеспечить максимальную скорость и безопасность передачи, обработки и устойчивость к атакам. Подход проиллюстрирован примером применения алгоритма к обработке видеoinформации.

**Ключевые слова:** передача данных, разделение секрета, шифрование, центр обработки данных.

#### Введение

Битовые последовательности, несущие информацию можно рассматривать не только как совокупность элементов различных пространств и не только конечных

полей или групп, но и как мантиссы рациональных чисел. Преобразуя эти числа можно представить информацию в данных, соотносенных с правыми частями вырожденных операторов, примененных к инфор-

мативной части. Применяя результаты вычислительной алгебры, хорошо зарекомендовавшей себя в задачах математической физики, можно добиться того, что специально внесенные ошибки в правые части операторных уравнений, рассматриваемые как секрет, например, младшие биты или знаки правых частей, принципиально не позволяли бы восстановить информацию по измененным данным. Таким образом, можно добиться естественного разделения данных на части, размеры которых различаются экспоненциально. В данной работе представлены два алгоритма использующие подходы, основанные на теории и практике решения краевых и начальных задач уравнений математической физики. Актуальность такого рода исследований и построения соответствующих очевидна для развития систем безопасной передачи, обработки и хранения информации.

**Алгоритм, использующий подход с точки зрения дифференциальных уравнений математической физики.** Рассмотрим битовую последовательность  $a_1 \dots a_N$   $N = nl$ , кодирующую, например, графическую информацию и поставим ей в соответствие последовательность рациональных чисел:  $z_1 = 0, a_1 \dots a_l$   $z_2 = 0, a_{l+1} \dots a_{2l}$   $\dots z_n$ . Преобразуем это последовательность по правилу:

$$x_i = z_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_j \text{ и после операции } A\bar{x},$$

где  $A$  симметричная вырожденная матрица с ядром в виде вектора констант, получим вектор  $\bar{f}$ . В простейшем случае, в качестве матрицы можно взять конечноразностный оператор, аппроксимирующий краевую задачу с периодическими краевыми условиями:

$$-\frac{d^2 y}{dx^2} = f, y(0) = y(1). \text{ Обратное преобразование можно записать в виде:}$$

$$\bar{x} = \sum_{j=2}^n \frac{(\bar{f}, v_j)}{\lambda_j} v_j, \text{ где } \lambda_j, v_j \text{ это ненулевые}$$

собственные числа и собственные вектора матрицы  $A$ . Заметим, что  $n$  можно выбрать достаточно большим, т.к. расчет всех собственных чисел и векторов требуется всего лишь один раз, и они могут быть найдены, например, методом Якоби-Эберляйн. Секретом можно выбрать: знаки значимого числа

компонент вектора  $\bar{f}$  (передавая по открытому каналу только абсолютные значения компонент), значимое число младших бит компонент, или просто среднее значение  $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_j$ .

Обратим внимание: 1) прямые и обратные операции преобразования данных можно распараллелить, причем самым эффективным способом: по вариантам, 2) можно не ограничиваться одним преобразованием  $A\bar{x}$ , а рассматривать «раунды», например,  $ABC \dots A\bar{x}$ , где каждая матрица отвечает своему вырожденному оператору. Отметим, что и ядра этих операторов могут быть не такими простыми как в рассмотренном выше случае.

**Алгоритм, использующий разложение в тригонометрические ряды.** Пусть известно, что для длины исходного блока данных  $N$  верно следующее предположение:  $\exists l > 0: N \leq 2^{l+1} \cdot l$ . Иными словами, можно найти машинное слово длины  $l$  бит, такое, что любую пару таких слов в исходном блоке данных можно индексировать константой, уместяющейся в такое слово. Например, для любого блока данных, размер которого не превосходит 32Гб, могут быть использованы слова длиной 32 бита. Далее под машинным словом будем понимать слово длины  $l$  бит. Далее рассмотрим преобразование исходного блока данных: для каждой пары машинных слов  $(w_{2i}, w_{2i+1})$  проинтерпретируем их как целые числа без знаков  $(x_i, y_i)$  - согласно кодировке целых чисел, принятой в используемой архитектуре ЭВМ. Эти числа можно в свою очередь интерпретировать как точку в пространстве  $R^2$ . Получившийся в результате

набор точек длины  $L = \frac{N}{2l}$  затем необходимо

переупорядочить так, чтобы выполнялось условие:  $\forall m, n: m < n \rightarrow \frac{y_m}{x_m} > \frac{y_n}{x_n}$  Здесь и да-

лее предполагается, что все  $x_i$  отличны от нуля. Для того, чтобы это условие гарантированно соблюдалось, ко всем значениям  $x_i$  прибавляется 1. Отметим, что преобразование сортировки точек необратимо без сохранения прямой или обратной перестановки. К полученному набору упорядоченных точек  $(x_m, y_m)$  далее применяется алгоритм, строящий ломаную линию G:

1. Положить начальную точку G:  $g_0 := (0, 0)$ . Назначить ее опорной точкой  $(x_g, y_g)$ .

2. Взять следующую точку из набора  $(x_m, y_m)$ .

3. Добавить к  $G$  точку  $g_m := (x_g + x_m, y_g + y_m)$ . Назначить ее опорной:  $(x_g, y_g) := g_m$ .

4. Если в исходном наборе еще остались необработанные точки, вернуться к шагу 2.

Полученная ломаная линия  $G$  выпукла и монотонна. Если выделить линию тренда  $T$ , проходящую через точки  $g_0$  и  $g_L$ , то ломаная  $G' = G - T$  может быть приближена некоторой периодической функцией  $f(x)$ . Такая функция, как правило, может быть хорошо аппроксимирована рядом Фурье по синусам с количеством коэффициентов, намного меньшим, чем  $L$ . [5] Описанное преобразование является обратимым, и может быть использовано в качестве метода асимметричного разделения секрета: в этом случае «большая» часть секрета представляет собой совокупность перестановки, полученной на шаге сортировки, и значений  $x_i$ , которые необходимы для определения координат точек для восстановления. Размер этой части в совокупности будет совпадать со значением  $N$ . «Меньшая» часть секрета представляет собой данные о линии тренда (длина и угловой коэффициент) и набор коэффициентов Фурье, который может быть ограничен сверху, как логарифм от исходного объема данных. Можно показать, что задача восстановления ломаной, даже при известном значении касательной в крайней правой точке неопределенна. Обратим внимание также на то, что рассмотренное преобразование может быть использовано для сжатия информации.

**Алгоритмы, связанные с непосредственным разделением секрета.** На современном этапе развития информационных технологий одними из самых актуальных задач являются задачи безопасного хранения и передачи информации. Раскрытие конфиденциальных данных или их безвозвратная потеря могут привести к фатальным последствиям. Поэтому, большинство организаций (пользователей) стремятся защитить свою конфиденциальную информацию, зачастую используя криптографические алгоритмы, которые порой могут оказаться недостаточно стойкими или недостаточно быстрыми для реализации поставленной задачи. Так же, использование криптографических алгоритмов может требовать специальных навыков пользователей и наличия вычислительных ресурсов. Тем самым встает вопрос о необходимости использования таких алгоритмов, обеспечивающих защиту конфиденциальной информации, которые способны осуществлять быстрое и

стойкое преобразование так называемого секрета, а также не требовать от пользователя какой-либо специальной подготовки.

Зачастую для реализации поставленных целей прибегают к использованию конечных аппаратных комплексов, которые осуществляют криптографическое преобразование проходящего через них потока, типичными примерами таких устройств могут являться устройства, осуществляющие преобразование видеосигнала, где без знания специального ключа нельзя дешифровать преобразуемый ими видеосигнал. Но при использовании таких устройств пользователи могут столкнуться с рядом проблем, таких как маленькая длина ключа или его слабая стойкость, шифрование всего видеопотока одним ключом, проблемы синхронизации при использовании медленных алгоритмов шифрования и т.п. Кроме того, высокая коррелированность видеоданных и способность человека к распознаванию зашумленных изображений позволяет легко, «на лету», восстанавливать данные. Таким образом, все также является актуальным использование алгоритмов, не требующих значительных вычислительных ресурсов, и осуществляющих преобразование с использованием периодически меняющегося ключа, в таких случаях можно прибегнуть к схеме разделения секрета. Принципиальным решением проблемы может быть применение доказуемо стойких схем с разделением секрета, где существенно большая часть секрета передается по открытому каналу, а меньшая или шифруется, или иначе, передается по защищенному каналу передачи данных. Под меньшей следует понимать ту часть секрета длина битовой записи, которой оценивается логарифмом от длины записи большей части. В настоящей работе предлагается схема кодирования и эффективное преобразование данных, которое можно рассматривать как доказуемо стойкую схему разделения секрета на существенно неравные части [4].

#### Постановка задачи

Рассмотрим задачу хранения большого числа массивов данных, длины записи которых, существенно различаются. Пусть даны  $n$  битовых векторов  $A_1, \dots, A_n$ , размерности которых равны  $M_1, \dots, M_n$  и дисперсии  $M_i$  распределены равномерно в достаточно большом интервале.

В этом случае возникает проблема экономической записи данных, которая в настоящее время решается различными способами: шардингом [1], т.е. грубым физическим разде-

лением данных по различным носителям данных, введением различных типов данных, наподобие CHAR и VARCHAR, разделением данных маркерами. Но если  $M_i$  варьируются от  $10^3$  до  $10^{10}$ , а  $n$  изменяется, то отведение равных областей памяти для каждого  $A_i$  исключительно неэффективно, а разделение данных специальной строкой бит (маркером) неэффективно по времени поиска этого маркера, и нет никакой гарантии, что выбранная в качестве маркера строка не встречается ни в одном из  $A_j$ .

**Использование для преобразования данных алгоритма, представляющего собой примитивизацию дельта-кода Элиаса**

Рассмотри алгоритм, представляющий собой примитивизацию дельта-кода Элиаса (универсальный код для кодирования целых чисел, разработанный Питером Элиасом) [2], который позволяет избежать указанных трудностей.

Первые  $l$  бит заполним нулями, где  $l$  – это длина записи числа  $n$ , далее идёт сама запись числа  $n$ , например, пусть даны  $n = 3$  битовых векторов, тогда запись числа  $n$  в двоичной системе счисления равна 11, тогда  $l = 00$ . Тогда на первом этапе получается следующая числовая последовательность: 0011. Далее,  $m_i$  бит заполняются нулями, где  $m_i$  – это число бит необходимых для записи длины вектора  $A_i$  в двоичной системе счисления. Например, в предыдущем примере  $n = 3$ , следовательно, имеется три битовых вектора  $A_1, A_2, A_3$ , пусть  $A_1 = 111011$ ,  $A_2 = 10111$ ,  $A_3 = 101$ , тогда размерности этих битовых последовательностей равны  $M_1 = 6$ ,  $M_2 = 5$ ,  $M_3 = 3$  соответственно, а  $m_1 = 000$ ,  $m_2 = 000$ ,  $m_3 = 00$ . Тем самым, на втором этапе получится следующая последовательность: 0001100001010011. Третьим этапом формирования последовательности является последовательная запись самих векторов  $A_1, A_2, A_3$ . Например, для приведённых выше примеров, получится следующая исходная последовательность: 00011000110000101001111101110111101.

Обратим внимание на то, что зная диапазон возможных изменений  $A_i$  можно записывать  $A_i$  в  $m_i + d_i$  позициях, предваряя или

дополняя нулями значащие цифры  $A_i$ . Это позволяет легко перезаписывать и дописывать массивы и их новые значения, не усложняя структуру данных.

Предполагается возможным использование предложенного выше метода как основы схемы разделения секрета для видеопотока данных, и мы попытаемся построить алгоритм, не требующий значительных вычислительных ресурсы.

Пусть имеется поток видеoinформации, передаваемый по каналам связи, осуществляется разбиение данного видеопотока на фреймы. Производится построчное чтение пикселей фрейма, затем, для каждого пикселя строки находятся его значения в формате RGB (red, green, blue) в двоичной системе счисления (размерностью 24 бита, т.е. по 8 бит для каждого цвета) и записываются последовательно друг за другом в одну строку, создавая последовательность, состоящую из нулей и единиц. Каждая такая достаточно длинная последовательность строки прочитанных пикселей разбивается на  $n$  битовых векторов  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , разных размерностей  $M_1, \dots, M_n$ . Затем все полученные строки, состоящие из префикса и зашифрованных или преобразованных  $A_1, A_2, \dots, A_n \Rightarrow C_1, \dots, C_n$  (без изменения длин записи), объединяются в одну битовую строку. Очевидно, что, не зная префиксов, определение границ разделения сводится к переборной задаче.

Простое шифрование является затратной по времени операцией и поэтому предлагается модификация с наиболее эффективным по времени преобразованием.

Пусть имеется поток определенного («телевизионного») формата 720x576 пикселей 25 кадров в секунду в формате RGB (в дальнейшем будет осуществляться преобразование видеопотоков стандартных форматов: 720x576, 640x480, 352x288 (CIF – Common Interchange Format), 176x144 (QCIF – Quartered Common Interchange Format)), т.е. размерность изображения является известной и выбирается из одного из стандартов. Здесь осуществляются аналогичные действия: осуществляется разбиения видеопотока на фреймы, для каждого пикселя фрейма находят его значения в формате RGB (red, green, blue) в двоичной системе счисления и записываются последовательно друг за другом (изображение считывается построчно слева направо), затем полученная битовая последовательность (битовая последова-

тельность состоит из последовательно записанных друг за другом значения пикселей строк в двоичной системе счисления) разбивается на  $n$  случайных битовых векторов разной размерности. Формируется префикс с указанием, на сколько  $n$  частей разбита последовательность и с указанием длин каждого полученных векторов  $A_1, A_2, \dots, A_n$ .

В качестве генератора случайных чисел в программе, реализующей описываемый метод (произвольно генерируются размерности векторов  $A_1, A_2, \dots, A_n$  размером от 500 до 1000 бит), используется генератор псевдослучайных чисел RandomRange(), встроенный в среду программирования Borland (C++, Delphi) и удовлетворяющий набору тестов определённого стандартом FIPS 140-1 (Federal Information Processing Standards) [3].

Над полученными битовыми векторами  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , осуществляются следующие операции  $X_1 = A_1$ ,  $X_2 = A_2 + A_3, \dots$ ,  $X_{n-1} = A_{n-1} + A_n$  (где «+» - побитовое сложение по модулю 2), полученные битовые векторы  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , записываются последовательно друг за другом и дописываются к сформированному выше префиксу.

Так же возможно, что для получения битовых векторов  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , вместо операции «+» - побитовое сложение по модулю 2, описанной выше, можно воспользоваться одним из режимов шифрования (метод применения блочного шифра, позволяющий преобразовать последовательность блоков открытых данных в последовательность блоков зашифрованных данных), таких как CBC (Cipher Block Chaining), CFB (режим гаммирования с обратной связью, Cipher Feedback).

Тем самым, если атакующему станет известна последовательность, состоящая из последовательно записанных векторов, он не сможет восстановить исходную последовательность без знания сформированного префикса. Если осуществлять посылку основной битовой последовательности и префикса, по различным каналам связи, то будет обеспечи-

ваться должный уровень обеспечения конфиденциальности передаваемой информации.

Даже зная полученную последовательность и применяя всякого рода перестановки, атакующему все равно не удастся восстановить исходные изображения без знания размеров битовых векторов, полученных в результате разбиения на произвольное число частей исходной битовой последовательности.

Тем самым понятно, что для каждого фрейма видеопотока формируется свой префикс – «ключевая последовательность», что позволяет говорить о том, что осуществляется преобразование с использованием различной ключевой последовательности [6].

При наличии у пользователя: информации о размере изображения (размер «стандартный» и известен всем), сформированного префикса и битовой последовательности, ему удастся восстановить исходное изображение.

Но даже если атакующему станет известна часть префикса и данные будут разделены на равные части  $A_1, A_2, \dots, A_n$  но не  $A_1$ , ему все равно не удастся восстановить исходное изображения, т.к. задача сводится к решению неопределенной системы уравнений из  $n$  уравнений с  $n + 1$  неизвестными:

$$A_2 + A_3 = X_2$$

$$A_{n-1} + A_n = X_{n-1}$$

Восстановить изображение можно только подбором бит, но в случае, когда длина записи  $X_1$  больше, чем 80 бит, задача становится принципиально не решаемой, т.к. осуществить перебор на имеющейся в данное время вычислительной технике

Описанный метод не требует значительных вычислительных ресурсов и способен осуществлять преобразование данных «на лету».

#### Заключение

Из изложенного выше очевидно, что высокая скорость работы и высокие стандарты безопасности при осуществлении описанных алгоритмов, связанных с разделением защищаемой информации при передаче обработке и хранении, требуют эффективного приложения в рамках конкретных проектов.

Одним из перспективных приложений описанных методов является их использование в системах, связанных с передачей и обработкой больших объемов информации, в том числе и осуществляемой суперкомпьютерны-

ми вычислительными комплексами. Такого рода системы в настоящее время широко используются для управления процессами в крупноразмерных распределенных системах, например крупномасштабных нефте- и газопроводов, тепловых и электрических сетях, а также для управления транспортными потоками крупных населенных пунктов.

Их работа требует как передачи больших объемов данных, так и быстрой и безопасной их обработки, в том числе и связанной с решением систем нелинейных уравнений [7], [8], [9].

Все это делает перспективным применение в таких системах описанных алгоритмов.

### Библиографический список

1. Rahul Roy (July 28, 2008). Shard - A Database Design [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://technoroy.blogspot.com/2008/07/shard-database-design.html>, свободный (дата обращения 29.04.2012).
2. Elias P. Universal codeword sets and representations of the integers // IEEE Transactions on Information Theory, 1975, vol. IT-21, № 2. P. 194-203.
3. Federal Information Processing Standards Publication. FIPS PUB 140-1. Security Requirements for Cryptographic Modules. – U.S. Department of commerce / National institute of standards and technology, 1994. – 53 с.
4. Файзуллин Р. Т., Файзуллин И. Р., Данилова О. Т. Алгоритмы разделения секрета с использованием принципиально малой части в качестве ключа// Вестник Тюменского государственного университета. - Тюмень: ГОУ ВПО ТюмГУ, 2011. -вып. 7. - С.175 -179.
5. Корытова М. В., Файзуллин Р. Т. Криптостеганографический алгоритм на основе применения тригонометрических рядов с неубывающими коэффициентами// Известия Челябинского науч. центра вып. 3 (20), 2003.
6. Файзуллин Р.Т., Сагайдак Д.А. Приложение алгоритма префиксного кодирования массива данных в схеме разделения секрета// Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. -1(25), -часть 2, - 2012, С. 136-140.
7. Файзуллин Р. Т., "О решении нелинейных алгебраических систем гидравлики", Сиб. журн. индустр. матем., 2:2, 1999.
8. Мызников А. М., Файзуллин Р. Т. Уточнение коэффициентов сопротивления в сложных гидравлических сетях по результатам ограниченного числа измерений, Теплофизика и аэромеханика. - Новосибирск: ИТФ СО РАН, 2005. -т.12, №2. - С.483-486
9. Файзуллин Р. Т., Шалай В. В. Вычислительные системы расчета и оптимизации технологических режимов нефтепроводов и тепловых сетей крупных городов, Открытое образование. - № 2. 2011. с.248-251.

## DATA PROCESSING ALGORITHMS BASED ON SECRET SHARING APPLIED TO THE TRANSMISSION AND STORAGE OF THE INFORMATION

V. V. Mikheev, D. A. Sagaidak,  
A. A. Svench, R. R. Faizullin

Article is devoted to consideration of several ways of efficient algorithms building for data splitting (secret sharing) at the data processing centers which may be applied to enhance speed of transfer, processing, security and also stability for the attacks. The example of secret sharing for the video information transfer is used to illustrate one of the algorithms.

*Михеев Виталий Викторович - Кандидат физико-математических наук, 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. vvm125@mail.ru*

*Сагайдак Дмитрий Анатольевич - Аспирант ФГБОУ ВПО «ОмГТУ». Основные направления научной деятельности Криптографические методы защиты информации. Схемы разделения секрета. Программирование и компьютерное моделирование. Общее количество опубликованных работ: 4. e-mail: sagaydak.dmitriy@gmail.com*

*Свенч А. А. - Аспирант ФГБОУ ВПО «ОмГТУ».*

*Файзуллин Рамиль Рашитович - Кандидат физико-математических наук ФГБОУ ВПО «ОмГТУ», каф. «КЗИ». Основные направления научной деятельности Геометрия и анализ. Математическое программирование. Теория оптимизации. Моделирование. Общее количество опубликованных работ: 8. e-mail: strannik11@list.ru*

УДК.625.084

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ «АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ» ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДЫ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ УПЛОТНЕНИИ

С. В. Савельев, Г. Г. Бурый

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы распространения волн от вальца вибрационного катка по толщине грунтового слоя. Цель работы заключается в увеличении эффективности процесса виброуплотнения грунта. Проанализирована область активного взаимодействия грунтового массива с вибрационным рабочим органом. Полученные данные позволяют получить значения “присоединенной массы” грунта на разных частотных режимах, необходимые для обоснования рациональных параметров вибрационных катков.

**Ключевые слова:** Уплотнение, деформируемая среда, грунт, вибрационный каток, экспериментальные исследования.

### Введение

Обоснование возможности интенсификации процесса уплотнения грунтов не возможно без анализа физических процессов происходящих внутри обрабатываемой среды. При этом применение различных уплотняющих средств позволяет достигать различного эффекта для того или иного типа грунта на разных этапах его деформирования, что в свою очередь ставит непосредственный вопрос о возможности использования новых технических и технологических решений.

При вибрационном воздействии на уплотняемую среду возникают упругие волны, которые подразделяются по виду деформаций на продольные, поперечные и поверхностные. По характеру распространения эти волны можно разделить на прямые, отраженные и преломленные [1]. Область их интенсивного распространения в обрабатываемой среде представляет значительный практический интерес. Именно эта область является тем объёмом грунта, который интенсивно воспринимает уплотняющую динамическую нагрузку и определение этого объёма и массы является необходимой задачей при расчёте рациональных режимов работы любой виброуплотняющей машины.

**Описание задачи:** Определение области грунта, охватываемой вибрацией создаваемой уплотняющей машиной, является актуальной задачей и может быть достигнуто путем проведения экспериментальных исследований с использованием современного оборудования.

**Метод решения:** В грунтовом канале ФГБОУ «СибАДИ» был проведен ряд экспериментальных исследований. Проводилась укатка слоя грунта толщиной до 0,5 м вибра-

ционным катком. Регулировалась частота колебаний вибровозбудителя на различных этапах уплотнения. При помощи четырёх канального виброизмерителя «Экофизика», исследовались значения виброускорений и амплитуд колебаний в уплотняемом грунте, тенденции их затухания в зависимости от удалённости от источника виброуплотнения, а так же направление распространения вибрации от поверхности по толщине обрабатываемого слоя грунта.

В первую очередь исследовалась тенденция распространения волн по поверхности обрабатываемого грунта. На поверхность грунта устанавливался трёхосевой датчик (рис. 1.) регистрации вибрационных возмущений и проводились измерения амплитуд и виброускорений на поверхности грунтового слоя а зависимости от расстояния до вибровальца. Рассматривалась ситуация на различных частотах данные фиксировались в виде файлов приведённых в нижеуказанных таблицах в памяти виброизмерителя. Предварительный контроль плотности осуществлялся при помощи ударника ДорНИИ. Испытания проводились на суглинке грунте с числом пластичности 7.

В таблице 1 приведены значения частот вибровозбудителя. Далее в опытах 1,2,3 представлены графики зависимости виброускорения от частоты вибровозбудителя катка.



Рис. 1. Определение тенденции распространения виброволн на поверхности

Таблица 1 - Данные по распространению виброволн на поверхности уплотняемого слоя

№	Частота, об/мин	Количество ударов ударником ДорНИИ	Номер файла
1	2786	6	085322
2	2253	6	085522
3	2949	6	085623
4	2149	6	085727

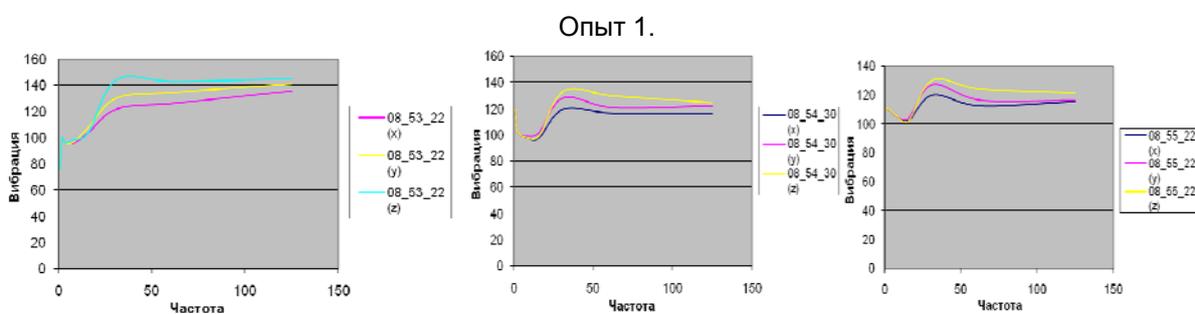


Рис. 2. Графики виброускорений –опыт 1

Вторым этапом определялась «активная зона грунта в вертикальной плоскости. Эксперимент проводился при размещении вибродатчиков в уплотняемом слое на различной глубине 0,3 м, 0,45 м, 0,6 м. Менялись частоты вибровозбудителя, фиксировались изменения амплитуд и виброускорений в зависимости от глубины расположения датчиков. Полученные данные записывались в память прибора для дальнейшей обработки.



Рис. 3. Определение тенденции распространения виброволн в вертикальной плоскости грунтового слоя

Таблица 2 - Изменение параметров вибрации на различной глубине уплотняемого слоя

№	Глубина	Частота об/мин	Плотность грунта	Номер файла
1	60(x), 45(y), 30(z)	2958	рыхлый	092807
2	60(x), 45(y), 30(z)	2968	рыхлый	092858
3	60(x), 45(y), 30(z)	3557	рыхлый	093106
4	60(x), 45(y), 30(z)	4052	рыхлый	093150
5	60(x), 45(y), 30(z)	5007	рыхлый	093237
6	60(x), 45(y), 30(z)	5469	рыхлый	093320
7	60(x), 45(y), 30(z)	4041	рыхлый	093443

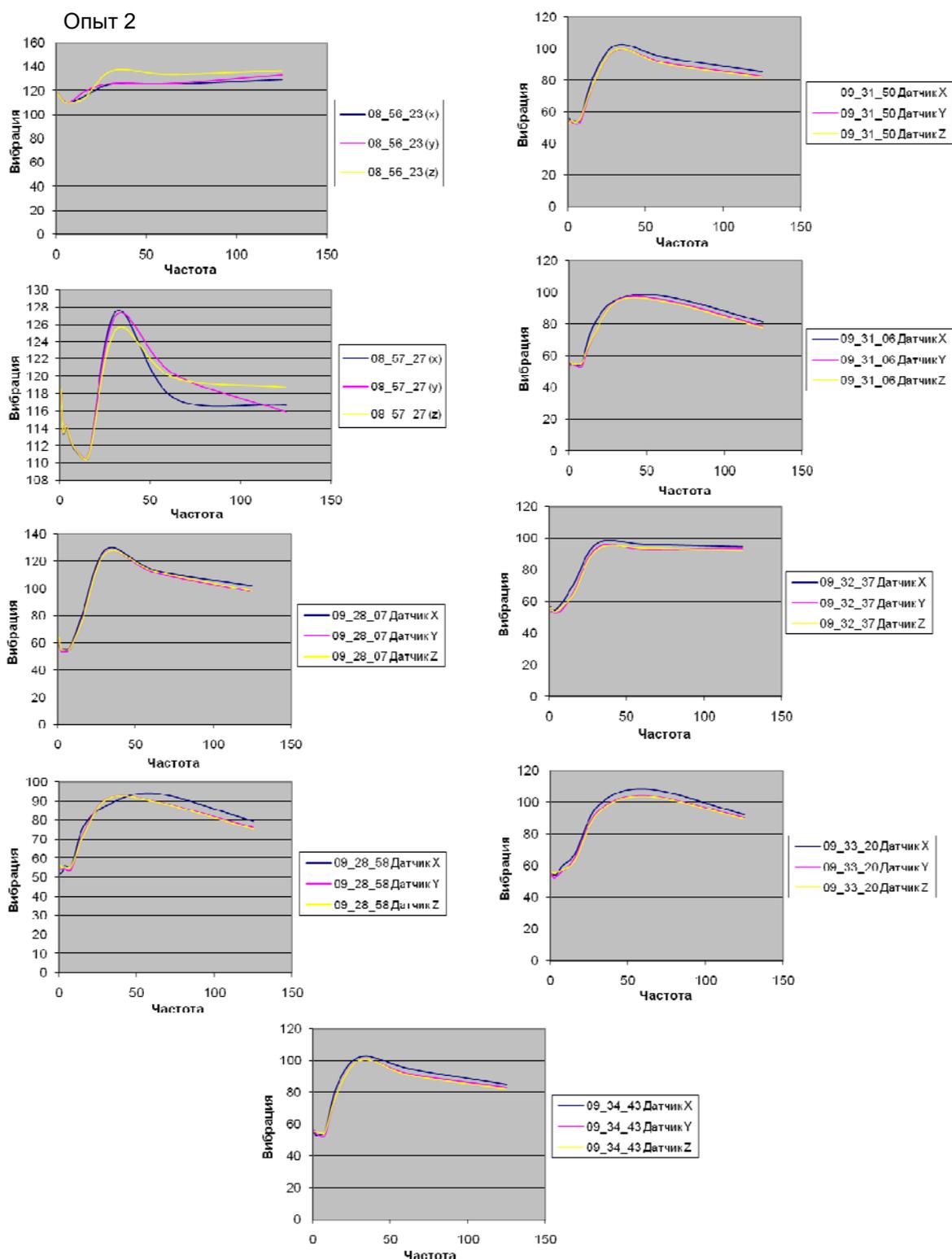


Рис. 4. Графики виброускорений –опыт 2

Дальнейшие исследования проводились с целью определения активного влияния виброуплотнителя на грунт в горизонтальной плоскости по глубине уплотняемого слоя. Датчики

размещались согласно указанной на рисунке 2 схеме на глубине 0,4 м. Рабочий орган уплотнителя удалялся от места заложения датчиков согласно представленной схеме.

Таблица 3 - Изменение параметров вибрации в недоуплотненном грунте на различных частотах

№	Частота (низкая), об/мин	Номер файла
1	2134	102356
2	1986	102904
3	2016	103100
4	2001	103241
№	Частота (средняя), об/мин	Номер файла
1	2771	102442
2	2445	102935
3	2415	103125
4	2475	103331
№	Частота (высокая), об/мин	Номер файла
1	3557	102638
2	3586	103009
3	3609	103153
4	3616	103358

На данном этапе исследовались параметры вибрации грунта на различных частотах воздействия грунтовый слой при недоуплот-

нённом состоянии  $k_y=0,96$ , а так же при плотности  $k_y=0,98$ . (рис.5.)

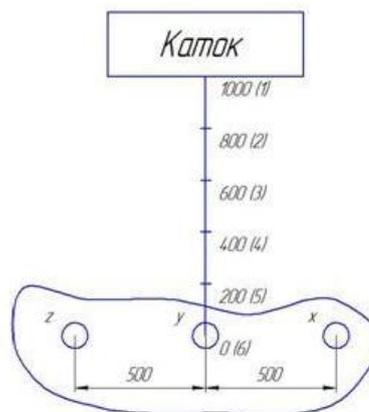
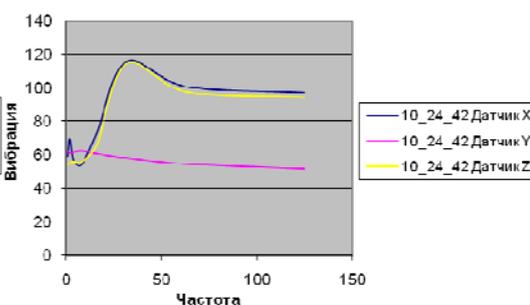
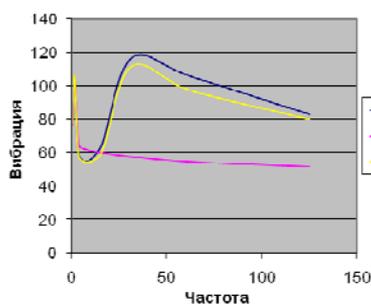
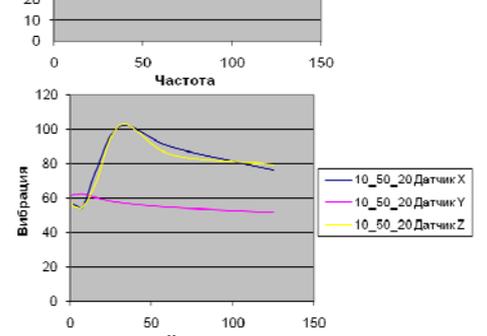
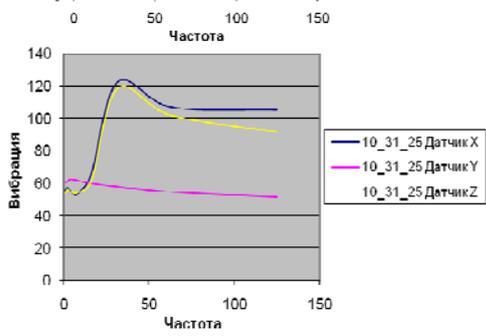
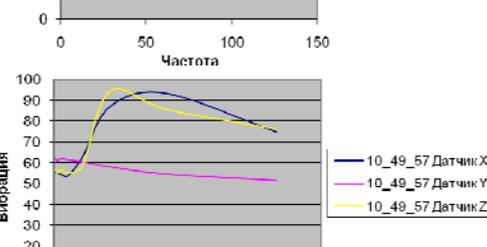
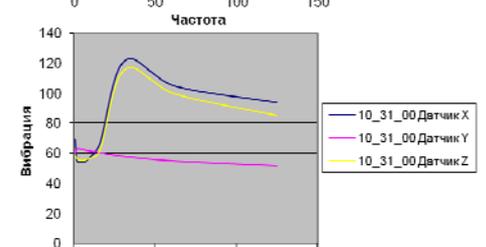
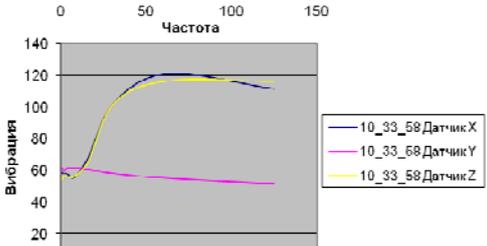
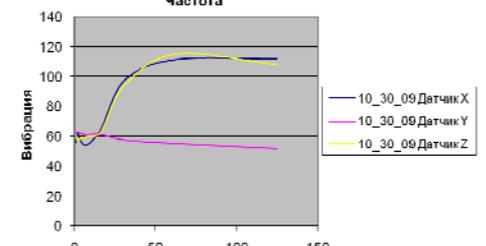
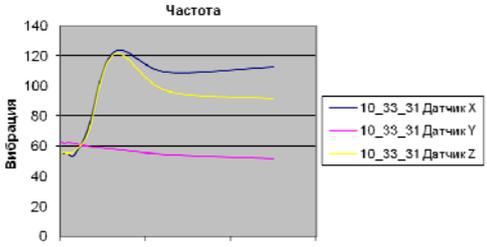
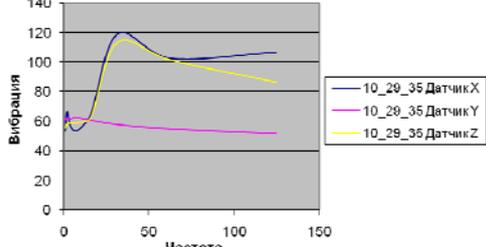
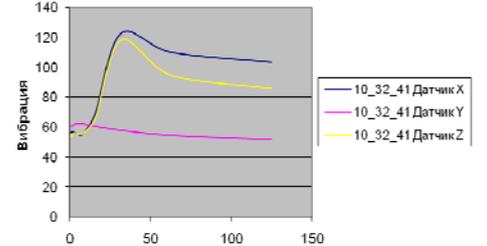
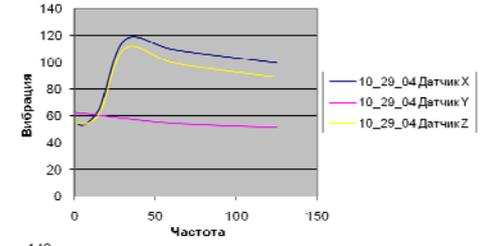
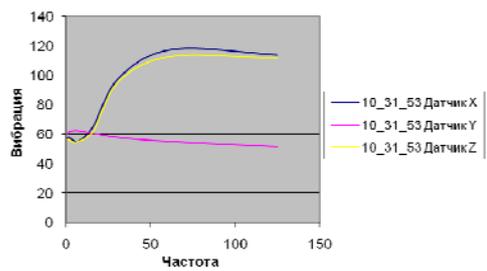
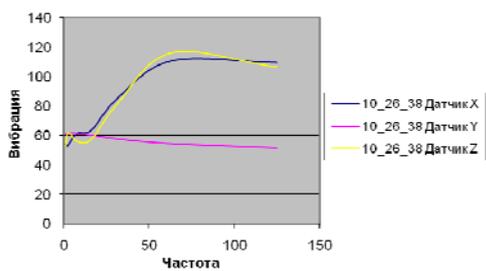


Рис. 5. Схема расположения датчиков и фиксации параметров вибрации при движении катка по грунтовому слою.

Опыт 3





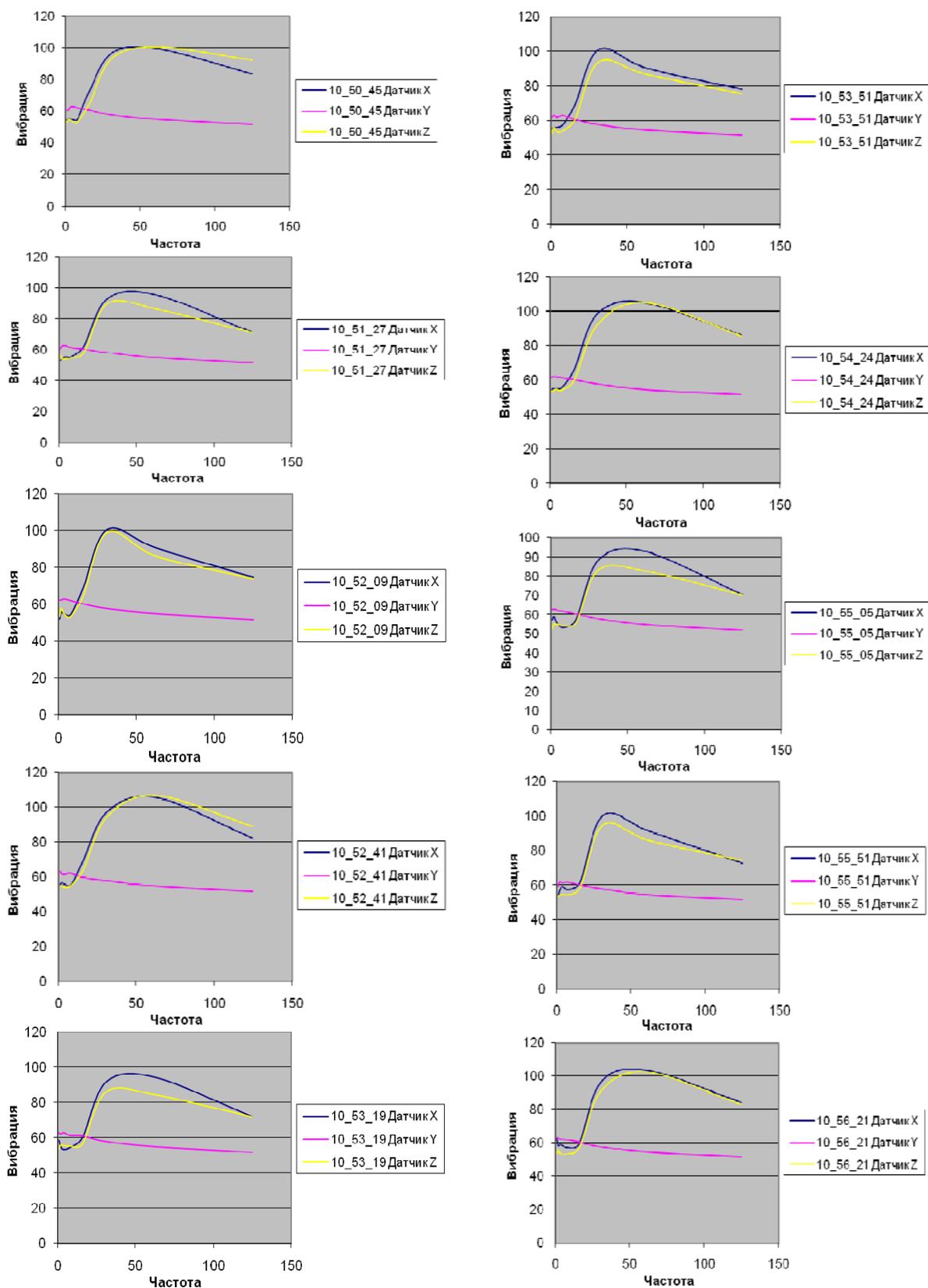


Рис. 6. Графики виброускорений –опыт 3

Таблица 4 - Изменение параметров вибрации в плотном грунте на различных частотах

№	Частота (низкая), об/мин	Номер файла
1	2096	105505
2	2097	105319
3	2060	105127
4	2147	104957
№	Частота (средняя), об/мин	Номер файла
1	2779	105551
2	2601	105351
3	2638	105209
4	2863	105020
№	Частота (высокая), об/мин	Номер файла
1	3557	105621
2	3512	105424
3	3578	105241
4	3579	105045

**Заключение**

Анализируя полученные данные можно определить не только рациональные частотные режимы работы вибровозбудителя, но и сделать вывод о распространении упругих волн от источника вибрации по объёму уплотняемого грунта, т. е. определится «присоединённая» масса грунта, активно взаимодействующая с уплотнителем. Зная рациональные частоты обработки материала и значения «присоединённой» массы появляется возможность обоснования энергоэффективных режимов обработки дорожно-строительных материалов /2, 3/.

**Библиографический список**

1. Блехман И. И. Вибрационное перемещение/ И. И. Блехман, Г. Ю. Джанелидзе. – М.: Наука, 1964. – 410 с.
2. Варганов С. А. Машины для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов/ С. А. Варганов, Г. С. Андреев. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.
3. 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.

**EXPEREMENTAL RESEARCHES OF “ACTIVE AREA” OF THE DEFORMABLE ENVIRONMENT AT VIBRATING CONSOLIDATION**

S. V. Saveliev, G. G. Buriy

In this article problems of distribution of waves from a valets of a vibrating skating rink on thickness of a soil layer are considered. The purpose of work consists in increase in efficiency of process of a vibrouplotneniye of soil. The area of active interaction of the soil massif with vibrating working body is analysed. The obtained data allow to receive values of “the attached weight” soil on the different frequency modes, necessary for justification of rational parameters of vibrating skating rinks.

*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: 44. e-mail: saveliev\_sergval@mail.ru*

*Бурый Григорий Геннадьевич - аспирант 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: 6. e-mail: coshperovsky@mail.ru*

УДК 514.18

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ МНОГОФАКТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ

М. А. Чижик, В. Я. Волков, Е. Я. Сурженко

**Аннотация.** В статье обосновывается необходимость использования методов инженерной геометрии для решения задач оптимизации многофакторных процессов. Рассмотрен алгоритм определения оптимизирующей области параметров в зависимости от значений оптимизирующих факторов на чертеже Радищева. Предложено программное обеспечение для автоматизации построения чертежей геометрических оптимизационных моделей.

**Ключевые слова:** оптимизация, алгоритм, чертеж Радищева, гиперплоскость, гиперповерхность, компьютерная программа.

В условиях инноваций моделирование многофакторных процессов с точки зрения оптимизации используется достаточно интенсивно, причем развитие идет в направлении усложнения, более полного учета факторов. Вместе с тем, разрабатываемые модели характеризуются большим объемом математических операций и отсутствием наглядного представления об объекте исследования.

Обеспечение наглядности можно достичь с помощью методов инженерной геометрии. В первую очередь это связано с тем, что задачи, которые возникают на практике в процессах различного рода, невозможно решать традиционными аналитическими методами математического моделирования, так как число переменных величин, отображающих соответствующие многомерные функциональные зависимости, превышает размерность пространства, в котором протекают эти процессы. Многомерная начертательная геометрия имеет возможность рассматривать многомерные объекты в качестве геометрических моделей многих переменных, что и позволяет ей наглядно представить такие процессы в виде графических моделей, из которых с помощью современной компьютерной техники, возможно, оперативно устанавливать оптимальные режимы, параметры, составы и характеристики исследуемых процессов.

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].

Обоснование адекватности чертежа Радищева в качестве модели многомерного псевдоевклидова пространства с точки зрения аксиоматической теории, представленное в работе [2, 3], позволяет достоверно использовать ее для решения задач оптимизации. Авторами рассматриваются варианты задания элементов на чертеже Радищева; выполняется формализованный анализ решения позиционных задач; разрабатываются конструктивные модели поверхностей и гиперповерхностей различного вида для моделирования многофакторных процессов на чертеже Радищева; формулируются алгоритмы построения области пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня, позволяющие получать результаты решений прикладных задач в виде графоаналитических и графических оптимизационных моделей и при этом наглядно оценивать исследуемый процесс, оперативно устанавливать оптимальные режимы, параметры, а также прогнозировать характеристики исследуемых процессов.

Алгоритм определения оптимизирующей области параметров в зависимости от значений оптимизирующих факторов в общем виде представлен ниже:

1. Задается гиперповерхность оптимизирующих факторов путем подбора кривых определенного класса, имеющих определенное расположение относительно исходных точек для каждого фактора  $(\chi_i, \varphi_i)$ .

2. Выбираются и задаются оптимальные значения факторов  $\chi_i = \chi_{\text{оптум}}$ ,  $\varphi_i = \varphi_{\text{оптум}}$  которые геометрически будут являться гиперплоскостью уровня.

3. Находится пересечение гиперповерхности с гиперплоскостью уровня в пространстве  $n$  (рис.1), которое будет являться оптимизи-

рующей областью  $ABC$  ( $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$ ) изменения параметров  $x_1, x_2, x_3$ , для заданных оптимальных значений факторов.

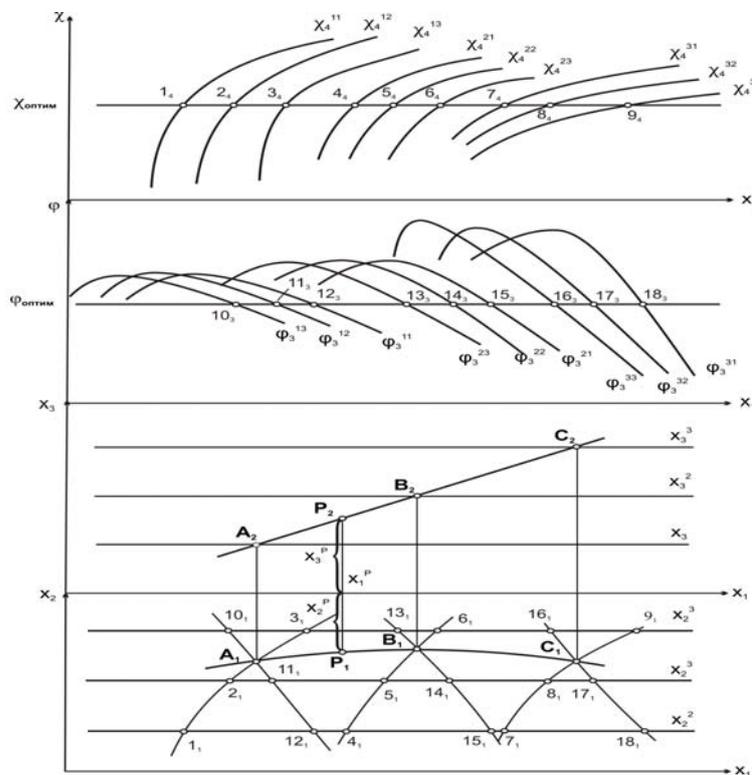


Рис. 1. Схема построения оптимизирующей области трех параметров  $x_1, x_2, x_3$  в зависимости от значений двух оптимизирующих факторов  $\chi_i, \varphi_i$

Этот алгоритм применим при различном числе параметров и оптимизирующих факторов, при этом, если количество параметров совпадает с количеством факторов, то оптимизирующей областью будет одна или несколько 0-плоскостей (т.е. точка). В том случае, если количество параметров больше количества оптимизирующих факторов, то размерность оптимизирующей области будет равна разности числа параметров и оптимизирующих факторов. Так же необходимо учитывать что, если число параметров меньше числа оптимизирующих факторов, то однозначно определить оптимизирующую область не удастся. В этом случае необходимо указывать область изменения оптимизирующих факторов.

Для автоматизации построения графических оптимизационных моделей многофакторных процессов предложена компьютерная программа «Оптимизация процессов» [4].

Блок-схема (рис. 2) и описание программы, реализующие алгоритмы определения оптимизирующих областей параметров в за-

висимости от значений оптимизирующих факторов, рассматриваются ниже.

В блоке 1 вводятся следующие данные:

- количество оптимизирующих факторов и параметров технологического процесса;
- результаты каждого эксперимента, например, значение оптимизирующего фактора  $\chi_1^1$  при значениях параметров процесса  $x_1^1, x_2^1, x_3^1$ ;
- требуемые значения уровней оптимизирующих факторов.

В блоке 2 реализуются подпрограммы: метод наименьших квадратов (МНК), метод Гаусса и вычисление полинома. Для построения каркаса гиперповерхности оптимизирующего фактора необходимо выполнить аппроксимацию зависимости оптимизирующего фактора от одного из параметров, полученную в результате экспериментов и заданную  $N+1$  0-плоскостями (узлами). В связи с тем, что значения  $[m_i; x_i]$  (рис. 3.) получены в результате измерений, то они являются приближенными, и требование неукоснительного совпадения в узлах является неоправданным.

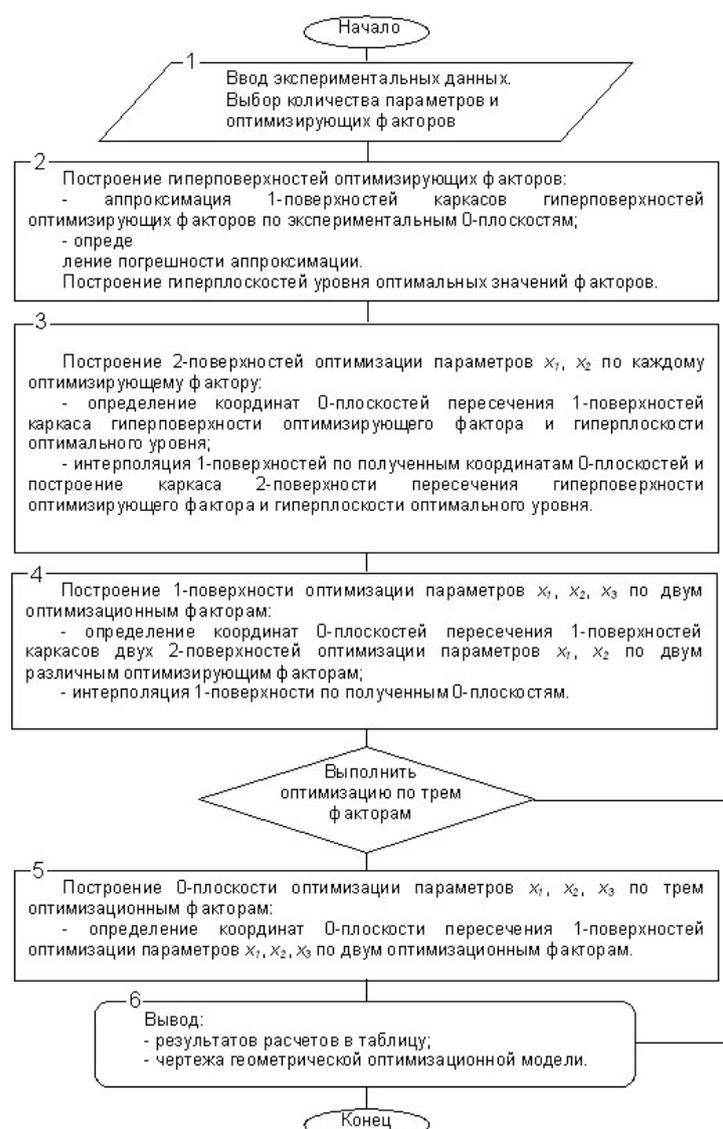


Рис. 2. Блок-схема компьютерной программы «Оптимизация процесса»

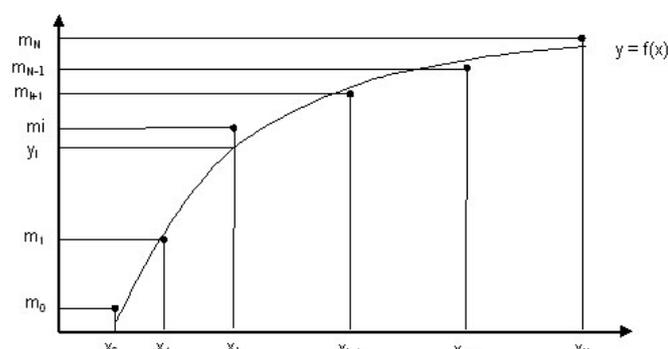


Рис. 3. Построение аппроксимирующих 1-поверхностей

С целью уменьшения случайных ошибок при проведении экспериментальных измерений аппроксимация осуществлялась по МНК.

В качестве аппроксимирующей функции выбираем многочлен:

$$f(x, a_0, \dots, a_{n-1}) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_{n-1} * x^{n-1}. \quad (1)$$

Коэффициенты  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$  находим из решения следующей системы  $n$  линейных уравнений [6]:

$$\begin{cases} [x^{n-1}] * a_{n-1} + [x^{n-2}] * a_{n-2} + \dots + (N+1) * a_0 = [m], \\ [x^n] * a_{n-1} + [x^{n-1}] * a_{n-2} + \dots + [x] * a_0 = [mx], \\ \dots \\ [x^{2n-2}] * a_{n-1} + [x^{2n-3}] * a_{n-2} + \dots + [x^{n-1}] * a_0 = [mx^{n-1}]. \end{cases}$$

$$\Gamma \text{де } [x^k] = x_0^k + x_1^k + x_2^k + \dots + x_{N-1}^k + x_N^k, \\ k = 1, 2, \dots, 2n - 2;$$

$$[mx^k] = m_0 x_0^k + m_1 x_1^k + m_2 x_2^k + \dots + m_{N-1} x_{N-1}^k + m_n x_N^k, \\ k = 0, 1, 2, \dots, n - 1;$$

$N + 1$  – число экспериментальных измерений;

$n - 1$  – степень многочлена.

В результате преобразований по методу Гаусса получаем готовую для вычисления систему линейных уравнений, отличающуюся от исходной переставленными строками:

$$\begin{cases} [x^{2n-2}] * a_{n-1} + [x^{2n-3}] * a_{n-2} + \dots + [x^{n-1}] * a_0 = [mx^{n-1}], \\ \dots \\ [x^n] * a_{n-1} + [x^{n-1}] * a_{n-2} + \dots + [x] * a_0 = [mx], \\ [x^{n-1}] * a_{n-1} + [x^{n-2}] * a_{n-2} + \dots + [N+1] * a_0 = [m]. \end{cases}$$

Для построения 1-поверхности необходимо вычислить многочлен (1), преобразовав его:

$$f(x, a_0, \dots, a_{n-1}) = a_0 + x * (a_1 + x * (a_2 + \dots * (a_{n-2} + x * a_{n-1}) \dots))$$

Для нахождения значения многочлена по данной формуле использовалась схема Горнера, которая реализуется с помощью  $n-1$  умножений и  $n-1$  сложений.

Затем рассчитывается погрешность аппроксимации по формуле:

$$\theta = 1 - 1 / (N + 1) \left( \sum_{i=1}^N |m_i - y_i| / m_i \right),$$

где  $m_i$  – экспериментальное значение;  
 $y_i$  – расчетное значение.

Значение  $\theta$  (от 0 до 1) отражает близость значений построенных графиков к экспериментальным данным. График наиболее соответствует действительности, когда значение  $\theta$  близко к 1. В программе реализована возможность при неудовлетворительном значении  $\theta$

вернуться на шаг назад и поменять степень аппроксимирующего многочлена.

В блоке 3 реализуется подпрограмма «Корень полинома», выполняющая нахождение координат 0-плоскостей пересечения 1-поверхностей каркаса гиперповерхности оптимизирующих факторов и гиперплоскости уровня, задающей требуемое оптимизирующего фактора. Так как координата  $Y$  равна  $Y_{opt}$ , для определения координаты  $X$  необходимо решить следующее уравнение:

$$y_{opt} = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_{n-1} * x^{n-1}.$$

Данное уравнение решается методом половинного деления, т. е. с заданной точностью. Точность вычисления задана не более 0,01.

После определения таким образом координат 0-плоскостей пересечения 1-поверхностей каркаса гиперповерхности оптимизирующих факторов и гиперплоскости уровня на чертеже ( $\varphi; x_1$ ) выполняется построение 1-поверхностей каркаса 2-поверхности пересечения гиперповерхности оптимизирующих факторов и гиперплоскости уровня на чертеже ( $x_1; x_2$ ) (рис. 1). Так как координаты узловых 0-плоскостей получают в результате вычислений, график 1-поверхности должен проходить через узлы. Следовательно, в данном случае будем применять метод интерполяции, реализованный подпрограммой «Интерполяция». В качестве интерполяционной функции выбираем многочлен  $n$ -ой степени:

$$y(x) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_n * x^n,$$

который в узлах  $x_i$  (параметр  $x_1$ ) принимает табличные значения  $y_i$  (параметр  $x_2$ ).

Условие интерполяции (равенство в узлах табличных значений и интерполирующей функции) приводим к системе из  $n+1$  линейных уравнений с  $n+1$  неизвестными – коэффициентами многочлена:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 * x_0 + a_2 * x_0^2 + \dots + a_n * x_0^n = y_0, \\ a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_1^2 + \dots + a_n * x_1^n = y_1, \\ \dots \\ a_0 + a_1 * x_n + a_2 * x_n^2 + \dots + a_n * x_n^n = y_n. \end{cases}$$

Решая эту систему методом Гаусса относительно неизвестных  $a_0, a_1, \dots, a_n$ , получаем аналитическое выражение степенного многочлена и, используя схему Горнера, строим

графики. В итоге имеется тройка 1-поверхностей, которые образуют каркас 2-поверхностей оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по одному оптимизирующему фактору для разных значений параметра  $x_3$  (рис. 1., плоскость проекций  $(x_1, x_2)$ ).

В блоке 4 выполняется построение 1-поверхностей  $A_2 B_2 C_2$  и  $A_3 B_3 C_3$  оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам. Для построения 1-поверхности  $A_2 B_2 C_2$  оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по двум оптимизирующим факторам необходимо определить пересечение двух 2-поверхностей оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по одному оптимизирующему фактору.

Для нахождения координат 0-плоскостей пересечения каркасов 2-поверхностей оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по одному оптимизирующему фактору приравниваем аналитические выражения этих функций и получаем новый степенной многочлен:

$$y_{opt}(x) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_n * x^n$$

— функция 1-поверхности каркаса 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по оптимизирующему фактору  $\chi$ ;

$$y_{opt}(x) = b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2 + \dots + b_n * x^n$$

— функция 1-поверхности каркаса 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по оптимизирующему фактору  $\varphi$ ;

$$a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_n * x^n = \\ = b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2 + \dots + b_n * x^n ;$$

$$(a_0 - b_0) + (a_1 - b_1) * x + (a_2 - b_2) * x^2 + \dots + (a_n - b_n) * x^n = 0.$$

Используя метод половинного деления, вычисляем корень этого уравнения, т. е. значение параметра  $x_1$  для точки пересечения. Значение оси ординаты (параметр  $x_2$ ) для точки пересечения находим путем подстановки значения корня в аналитическое выражение функции 1-поверхности каркаса 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по оптимизирующему фактору  $\chi$ . Таким способом находим координаты 0-плоскостей пересечения 1-поверхностей каркасов для разных значений параметра  $x_3$ . По этим узлам определяем интерполяционный многочлен 1-поверхности  $A_2 B_2 C_2$  оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по двум оптимизирующим факторам.

Затем строим 1-поверхность  $A_3 B_3 C_3$  оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам (рис. 1, плоскость

проекций  $(x_1, x_3)$ ), для которой координаты параметра  $x_1$  в узлах  $x_i$  равны координатам параметра  $x_1$  в узлах 1-поверхности  $A_2 B_2 C_2$ , а  $y_i$  принимает табличные значения параметра  $x_3$ . По этим узлам находим интерполяционный многочлен 1-поверхности  $A_3 B_3 C_3$  оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам.

В блоке 5 осуществляется построение оптимизационной 0-плоскости, если заданы три оптимизационных фактора. В этом случае на чертеже  $(x_1, x_2)$  получим три 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1, x_2$  по одному фактору. Тогда описанным способом находим 1-поверхность пересечения 2-поверхностей оптимизации по первому и второму факторам, а затем 1-поверхность пересечения 2-поверхностей оптимизации по второму и третьему оптимизирующим факторам. Таким образом, на чертежах  $(x_1, x_2)$  и  $(x_1, x_3)$  получаем по две 1-поверхности оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам. Приравнивая аналитические выражения этих 1-поверхностей, определяем координаты 0-плоскости их пересечения, которая является оптимизационной областью параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по трем оптимизирующим факторам.

В блоке 6 осуществляется вывод на экран монитора:

— числовых значений результатов обработки экспериментальных данных и промежуточных расчетов (рис.4);

— чертежей оптимизационных моделей (рис. 5).

Апробация компьютерной программы осуществлялась при исследовании многофакторных процессов легкой промышленности, в частности, соединения деталей швейных изделий ниточным способом и лазерной сваркой [2, 5].

Таким образом, программа позволяет на базе разработанных алгоритмов выполнять оптимизацию многофакторных процессов с различным числом параметров в зависимости от значений нескольких оптимизирующих факторов. Следует отметить, что решение приведенных выше задач осуществляется с помощью приложения для *Microsoft Office – Excel* и встроенного в него языка программирования *Visual Basic for Applications*, а также «*Мастера построения диаграмм*». Компьютерная программа «Оптимизация процессов» зарегистрирована в Отраслевом Фонде Алгоритмов и Программ.

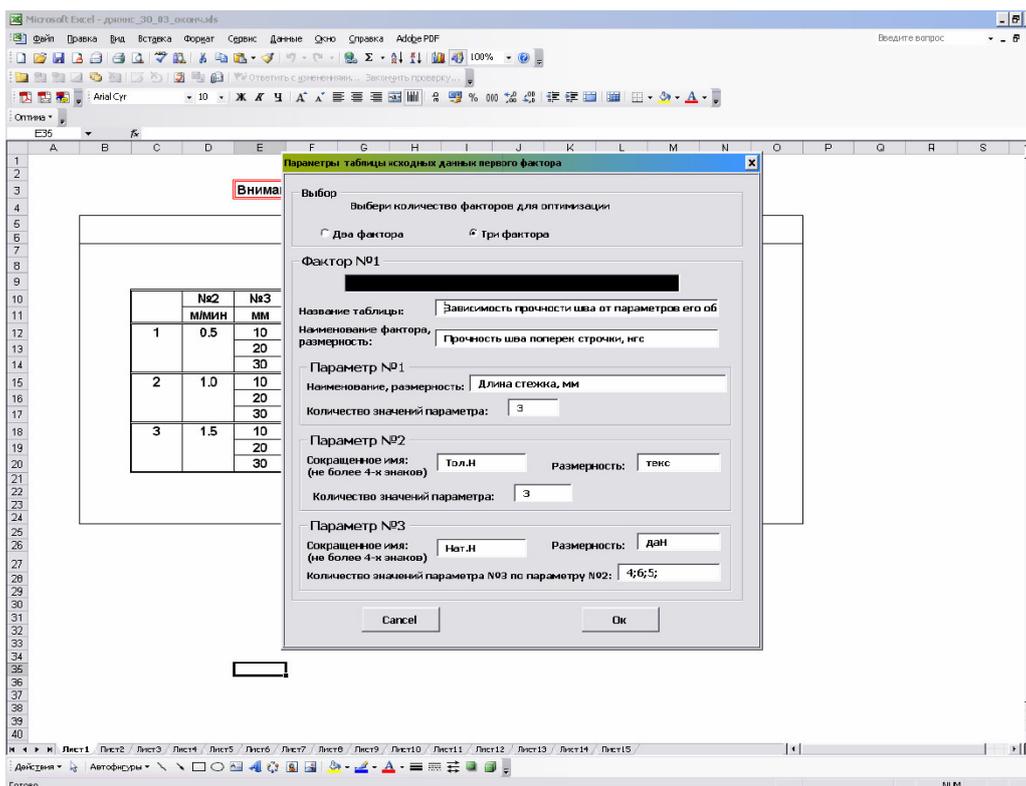


Рис. 4. Окно ввода данных программы «Оптимизация процессов»

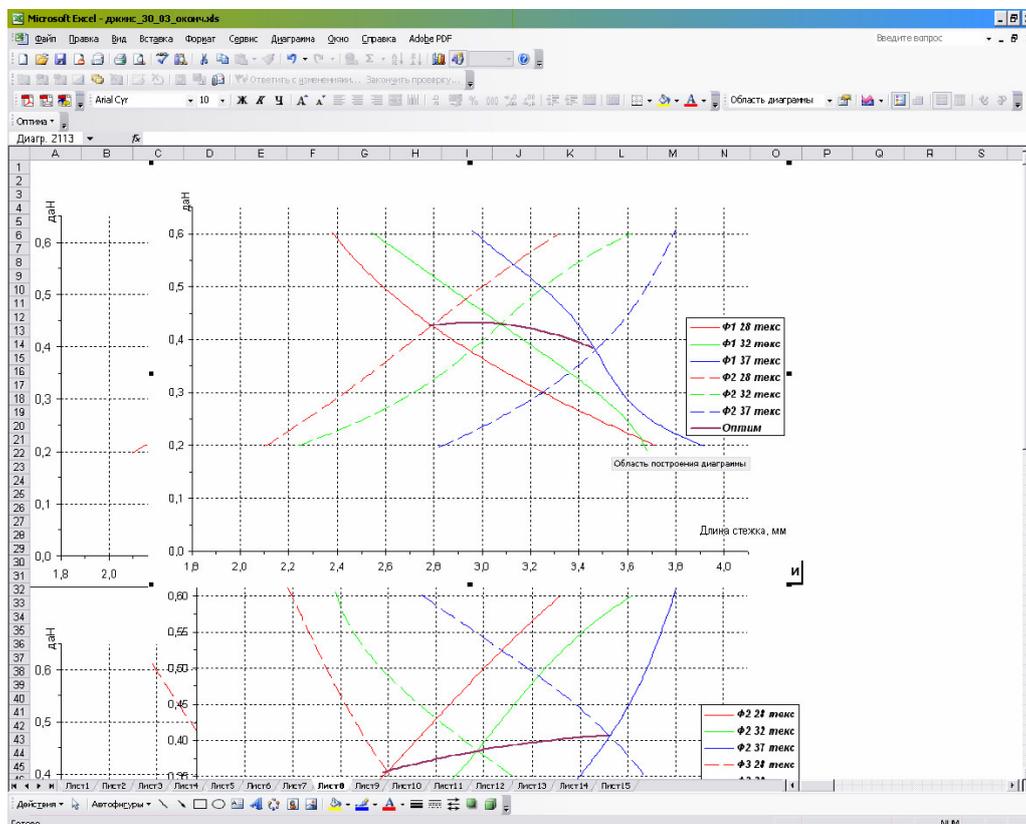


Рис. 5. Финальное окно программы «Оптимизация процессов»

### 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. Устинова, О. В. Разработка оптимизационной модели процесса соединения текстильных материалов на основе чертежа Радищева многомерного пространства: Автореф. дис. к.т.н. – Омск: ОГИС, 2006 – 26 с.
3. Волков, В. Я. Графические оптимизационные модели многофакторных процессов : монография / В. Я. Волков, М. А. Чижик. – Омск: Изд-во ОмГИС, 2009. – 101 с
4. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 5615. Компьютерная программа «Оптимизация процессов» / О. В. Устинова, В. Я. Волков, М. А. Чижик (РФ). – № 50200600103, заявл. 31.01.2006; дата регистрации 02.02.2006; дата выдачи 10.02.2006. – 5 с.: ил.
5. Чижик, М. А. Моделирование процессов соединения деталей швейных: монография / М. А. Чижик, В. Я. Волков. – Омск: ОГИС, 2010. – 147 с.

### GRAPHIC MODELING'S SOFTWARE OF MULTIFACTORIAL PROCESSES

M. A. Chizhik, V. Y. Volkov, E. Y. Surzhenko

In this article it is based the need to use the engineering geometry's methods for optimization of multifactorial processes. The algorithm of the determination optimizing parameters depending on the values of the optimizing factors on the Ra-

dishchev drawing is described. Software to automate drawing geometric optimization models is proposed.

*Чижик Маргарита Анатольевна – кандидат технических наук, профессор кафедры «Конструирование швейных изделий» Омского государственного института сервиса (ФГБОУ ВПО ОГИС). Основное направление научных исследований: Математическое (геометрическое) моделирование технологических процессов легкой промышленности. Имеет более 90 опубликованных работ. E-mail: margarita-chizhik@rambler.ru*

*Волков Владимир Яковлевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (ФГБОУ ВПО СибАДИ). Основное направление научных исследований: Геометрическое моделирование многокомпонентных многофакторных процессов. Имеет более 200 опубликованных работ. E-mail: volkov\_vy39@mail.ru*

*Сурженко Евгений Яковлевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Конструирование и технология швейных изделий» Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна (ФГБОУ ВПО СПбГУТД). Основное направление научных исследований: Проектный анализ и создание нового ассортимента специальной и бытовой одежды. Имеет более 180 опубликованных работ. E-mail: esurzh@mail.ru*

УДК 691.327

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

И. Л. Чулкова

**Аннотация.** Автором предложены многофакторные модели для подбора составов керамзитобетонов, полученные по результатам испытаний прочностных кубиков в производственных условиях. С помощью этих моделей можно оценить эффективность и организационно-технологическую надежность подбора составов керамзитобетонов.

**Ключевые слова:** многофакторные модели, подбор составов керамзитобетонов, имитационная модель, вероятностная модель, шаговый регрессионный.

### Введение

Проектирование состава бетонной смеси является одной из основных технологических задач. При проектировании состава необходимо выбрать такой метод проектирования,

который обеспечит получение оптимальных структуры и свойств бетона.

Традиционный метод проектирования состава бетонной смеси сводится к определению расчетно-экспериментальными методами

соотношения исходных компонентов бетонной смеси, обеспечивающих при заданных параметрах (качество цементов, добавок и заполнителей, подвижность бетонной смеси, режим твердения и прочность бетона) минимальный расход цемента, как наиболее дорогостоящего компонента бетонной смеси.

Главное условие оптимального проектирования составов бетона – создание количественных зависимостей, позволяющих получать заданные свойства бетона при изменении основных технологических факторов и управлять этими свойствами.

Для этого необходимо создать математическую модель процесса проектирования состава бетона. Цель создания этой математической модели заключается в том, чтобы, регулируя факторы на «входе», оптимальным образом обеспечить качество материала на «выходе».

Следует провести анализ, какие факторы будут участвовать в эксперименте, определить число уровней для каждого фактора, какие параметры будут зависеть от этих факторов, составить математическое планирование

эксперимента, провести статистическую обработку экспериментальных данных. В результате построить математическую модель, провести корреляционный и регрессионный анализ, получить уравнения регрессии [1].

Требуется определить количественные характеристики и зависимости, которые позволяли бы управлять качеством изготовления конструкций, более точно прогнозировать их свойства, определять технико-экономическую эффективность.

Построение количественных зависимостей, необходимых для оптимального проектирования состава бетона и управления технологией, требует применения современных математических методов и ЭВМ.

**Основная часть**

По результатам испытаний прочности тяжелого [2] и керамзитобетона на образцах-кубиках размером 15×15×15 см в лабораториях заводов железобетонных изделий (ЗЖБИ) г. Омска была создана база данных, включающая информацию для керамзитобетонов (таблица 1).

Таблица 1 - Данные испытаний бетонных кубиков

Показатель	Обозначение
<b>Класс бетона, МПа</b>	<b>B</b>
Расход воды на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг	B
Расход цемента на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг	Ц
Расход песка на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг	П
Расход керамзита на 1 м <sup>3</sup> бетона, м <sup>3</sup>	К
Расход золы на 1 м <sup>3</sup> бетона, м <sup>3</sup>	З
Марка цемента	M
Активность цемента, МПа	R <sub>ц</sub>
Плотность керамзита, кг/м <sup>3</sup>	ρ <sub>к</sub>
Плотность песка, кг/м <sup>3</sup>	ρ <sub>п</sub>
Плотность цемента, кг/м <sup>3</sup>	ρ <sub>ц</sub>

Для создания вероятностной модели подбора состава тяжелого бетона с помощью базы данных шаговым регрессионным методом были построены модели расхода материалов на 1 м<sup>3</sup> бетона (таблицы 2–5), а также модель

класса керамзитобетона (таблица 6). Данные таблиц 2–6 позволяют оценить значимость каждого фактора соответствующей модели и подобрать при известной стандартной ошибке примерный состав бетонной смеси.

Таблица 2 - Модель расхода керамзита (K)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
K = + 0,55905	
- 0,00438116 · B · B	44,29
+ 0,0314615 · B	33,11
+ 0,00017554 · B · B · B	22,60

Таблица 3 - Модель расхода песка (П)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$\Pi = + 1586,64$	
$- 1676,294 \cdot K$	45,07
$+ 969,8489 \cdot K \cdot K$	19,73
$- 56,40253 \cdot B$	9,03
$+ 4,453428 \cdot B \cdot B$	8,05
$+ 0,5638119 \cdot K \cdot B \cdot Z$	5,93
$- 5,243213 \cdot K \cdot K \cdot Z$	5,39
$- 0,1040535 \cdot B \cdot B \cdot B$	2,48
$- 0,01205 \cdot B \cdot B \cdot Z$	1,83
$- 0,0007293194 \cdot B \cdot Z \cdot Z$	1,54
$+ 0,00001833952 \cdot Z \cdot Z \cdot Z$	0,95

Таблица 4 - Модель расхода цемента (Ц)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$\text{Ц} = + 553,9768$	
$- 0,000000960536 \cdot \Pi \cdot \Pi \cdot \Pi$	38,08
$- 3,173067 \cdot Z$	8,58
$- 0,759988 \cdot K \cdot K \cdot \Pi$	7,52
$+ 0,05257303 \cdot K \cdot B \cdot \Pi$	6,89
$+ 0,000000439834 \cdot Z \cdot Z \cdot Z \cdot Z$	6,48
$+ 0,000000007687082 \cdot \Pi \cdot \Pi \cdot \Pi \cdot \Pi$	5,68
$- 0,00008291375 \cdot Z \cdot Z \cdot Z \cdot K$	5,00
$- 0,001803965 \cdot B \cdot B \cdot \Pi$	3,88
$+ 0,000005866623 \cdot Z \cdot K \cdot \Pi \cdot \Pi$	3,32
$+ 0,09294881 \cdot K \cdot B \cdot B \cdot B$	2,98
$- 1,092657 \cdot K \cdot B \cdot B$	2,64
$- 0,00000001873052 \cdot Z \cdot Z \cdot \Pi \cdot \Pi$	2,53
$+ 0,001341762 \cdot Z \cdot \Pi$	1,80
$+ 0,8537754 \cdot Z \cdot K$	1,76
$+ 69,1705 \cdot K \cdot K \cdot K \cdot K$	0,86
$+ 0,0377199 \cdot Z \cdot B$	0,84
$- 0,004210483 \cdot Z \cdot K \cdot B \cdot B$	0,75
$+ 0,0000002323275 \cdot Z \cdot Z \cdot B \cdot \Pi$	0,42

Таблица 5 - Модель расхода воды (В)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$B = - 187,18$	
$+ 0,000004781591 \cdot \text{Ц} \cdot \Pi \cdot \Pi$	22,18
$- 0,000008880279 \cdot \text{Ц} \cdot \text{Ц} \cdot \Pi$	12,81
$+ 0,8042067 \cdot K \cdot \Pi$	9,61
$- 0,0009274245 \cdot \text{Ц} \cdot Z \cdot B$	6,37
$+ 0,1136782 \cdot \text{Ц} \cdot K \cdot B$	6,06
$- 0,0000006952778 \cdot \Pi \cdot \Pi \cdot \Pi$	5,79
$+ 0,00002524325 \cdot \text{Ц} \cdot \text{Ц} \cdot Z$	5,12
$- 0,04001065 \cdot K \cdot B \cdot \Pi$	4,41
$- 0,4637370 \cdot K \cdot K \cdot \Pi$	3,80
$+ 15,08764 \cdot B$	3,76
$+ 0,00000447903 \cdot \text{Ц} \cdot \text{Ц} \cdot \text{Ц}$	3,00
$- 0,00002531728 \cdot \text{Ц} \cdot Z \cdot Z$	2,95
$+ 0,006418583 \cdot Z \cdot Z$	2,84
$- 1,334756 \cdot K \cdot B \cdot B$	2,76
$+ 0,01011228 \cdot Z \cdot B \cdot B$	2,62
$- 0,0008823562 \cdot \text{Ц} \cdot \text{Ц}$	1,97
$- 0,000001741274 \cdot Z \cdot \Pi \cdot \Pi$	1,68
$+ 0,0001105525 \cdot Z \cdot B \cdot \Pi$	1,52
$+ 72,98943 \cdot K \cdot K \cdot K$	0,77

Таблица 6 - Модель прочности бетона (В)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$B = + 0,00023$	
$- 0,0000005112825 \cdot Ц \cdot П \cdot П$	20,99
$+ 0,0006987215 \cdot Ц \cdot Ц$	19,97
$+ 0,0000008718439 \cdot Ц \cdot Ц \cdot П$	15,69
$- 0,000001380863 \cdot Ц \cdot Ц \cdot Ц$	11,85
$- 0,07959993 \cdot Ц$	7,92
$+ 0,0000003742904 \cdot В \cdot П \cdot П$	6,69
$+ 0,00000004907188 \cdot П \cdot П \cdot П$	4,93
$+ 0,0001949311 \cdot З \cdot П$	3,54
$- 0,0000003864917 \cdot Ц \cdot В \cdot П$	3,06
$- 0,0000007990551 \cdot З \cdot З \cdot П$	2,35
$- 0,0000009106651 \cdot З \cdot В \cdot П$	2,28
$+ 0,0000004946904 \cdot Ц \cdot З \cdot З$	0,73
$- 0,0000005112825 \cdot Ц \cdot П \cdot П$	20,99

Для построения многофакторных математических моделей использовался шаговый регрессионный метод [3].

Шаговый регрессионный метод начинается с построения простой корреляционной матрицы и включения в регрессионное уравнение переменной, наиболее коррелируемой с откликом. Далее, в качестве следующей для включения в уравнение выбирается переменная с наибольшим квадратом частного коэффициента корреляции и так далее.

Переменная, которая была введена в модель на раннем шаге, на более позднем шаге может оказаться лишней из-за взаимосвязи ее с другими переменными, содержащимися в модели. Для проверки этого на каждом шаге вычисляется частный F-критерий для каждой переменной уравнения и сравнивается с заранее избранной процентной точкой соответствующего F-распределения. Это позволяет оценить вклад переменной в предположении, что она введена в модель последней, независимо от момента ее фактического введения. Переменная, дающая незначительный вклад, исключается из модели. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все переменные.

Затем для сравнения влияния факторов и установления относительной важности каждого из них использовано нормирование коэффициентов регрессии:

$$b_i = a_i \frac{S_{xi}}{S_{yi}}, \quad (1)$$

где  $b_i$  – коэффициент уравнения регрессии после нормирования;  $a_i$  – коэффициент уравнения регрессий до нормирования;  $S_{xi}$  – средняя квадратичная ошибка переменной  $X_i$ ;  $S_{yi}$  – средняя квадратичная ошибка отклика  $Y_i$ .

Нормирование коэффициентов регрессии возможно лишь при случайных переменных  $X_i$ .

Далее для полученной модели строится вектор ошибок и проверяется соответствие его закону нормального распределения. Последнее является необходимым условием для использования t-критерия и F-критерия при получении доверительных интервалов.

Проверка принадлежности вектора ошибок закону нормального распределения осуществляется с помощью критерия согласия Пирсона. Для проверки гипотезы  $H_0$  строится эмпирическое распределение вектора ошибок, определяется значение  $X$ , и, выбрав уровень значимости критерия  $A$ , по таблицам определяется теоретическое значение  $X_a$ . Если  $X = X_a$ , то нет основания отвергать гипотезу о нормальности распределения вектора ошибок.

Для проверки неадекватности модели используют средний квадрат ошибки  $S^2$ , как оценку величины  $\sigma^2$ , предполагая, что модель правильна. Если эти величины отличаются на порядок и более, делается вывод о неадекватности модели.

Проверка значимости уравнения регрессии (проверка нулевой гипотезы  $H_0: \epsilon_1 = \epsilon_2 = \dots = 0$ ) производится с помощью отношения средних квадратов  $SS(R/\epsilon_0)/(p-1)$ , которое рассматривается как  $F(p-1, v)$ -распределенная случайная величина, где  $SS(R/\epsilon_0)$  – сумма квадратов с учетом поправки на оценку коэффициента модели  $\epsilon_0$ ;  $p$  – число степеней свободы регрессии;  $n$  – количество вариантов для которых строится модель;  $v = n - p$  – число степеней свободы вектора ошибок. Для «статистически значимого» уравнения регрессии дисперсионное отношение должно превосходить теоретическое значение  $F(p-1, v, 1-a)$  с заданным уровнем значимости  $a$ .

Число наблюдений равно числу расчётов в соответствующей задаче. Уровень риска  $\beta$  для доверительного интервала обозначает вероятность  $\alpha$  совершения ошибки первого рода и используется для расчета доверительных интервалов уровня  $1-\alpha$  коэффициентов регрессии. Доля объясненной вариации в % – это квадрат коэффициента множественной корреляции  $R^2$ . Средний отклик означает среднее арифметическое всех наблюдаемых значений отклика (переменной  $Y$ ). Стандартная ошибка в процентах от среднего отклика – это мера величины стандартного отклонения остатков относительно среднего отклика рассчитывается как отношение стандартного отклонения остатков к среднему отклику.

Общий F-критерий служит для определения статистической значимости регрессионной модели, рассматриваемой на каждом этапе. Рассчитывается следующим образом:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \quad (2)$$

где  $S_1^2$  – средний квадрат, обусловленный регрессией;  $S_2^2$  – средний квадрат, обусловленный остатком.

Построение регрессионных уравнений производилось с помощью программы «SAP-Com» [4]. Программное обеспечение предусматривает также проверку принадлежности наборов показателей отдельного опыта данной выборке с целью поиска и исключения выбросов. В программе предусмотрена также возможность нормализации исходных данных.

Основные показатели многофакторных математических моделей приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Основные характеристики многофакторных моделей

Показатель	К	П	Ц	В	В
Доля объясненной вариации, %	99,96	99,54	99,99	99,82	98,38
Коэффициент множественной корреляции	0,9998	0,9977	0,9999	0,9991	0,9919
Средний отклик	0,2665	297,94	109,77	57,97	3,89
Стандартная ошибка, % от среднего отклика	2,24	7,97	1,23	5,19	18,43
Стандартная ошибка S	0,00598	23,74	1,36	3,01	0,72
Общий F-критерий регрессии	89781,4	2619,4	68732,8	3418,3	642,11
Табличное значение общего F-критерия	3,91				

Исходными данными для подбора состава бетонной смеси являются: активность цемента и требуемый класс бетона. При подборе бетонной смеси, например, модель расхода керамзита примет следующий вид:

$$K = + 0,55905 - 0,00438116 \cdot B^2 + 0,0314615 \cdot B + 0,00017554 \cdot B^3. \quad (3)$$

Процесс подбора состава бетонной смеси начинается с формирования выборки методом Монте-Карло. Расход строительных материалов  $F$  определяется с помощью математических моделей (таблицы 2–5) по формуле:

$$F = F_M + (Random - 0,5) \cdot n \cdot S, \quad (4)$$

где  $F_M$  – расход материалов, рассчитанный по моделям (таблицы 2–5);  $n$  – учитываемое количество стандартных ошибок в модели, шт.;  $S$  – стандартная ошибка модели;  $Random$  – случайная величина в диапазоне от 0 до 1.

Для сформированной выборки состава бетона строится кривая нормального распределения, которая выражается следующим уравнением

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (5)$$

где  $y$  – ордината кривой распределения (плотность распределения вероятности);  $x$  – значение изучаемого признака;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значений ряда;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение изучаемого признака;  $\pi$  – постоянное число (отношение длины окружности к длине её диаметра);  $e$  – основание натурального логарифма.

Известно, что если площадь фигуры, ограниченной кривой нормального распределения принять за 1 или 100 %, то можно рассчи-

тать площадь фигуры, заключенной между кривой и любыми двумя ординатами. Воспользовавшись формулой 5, можно на стадии подбора состава бетона рассчитать организационно-технологический риск (в процентах) не достижения бетоном требуемого класса  $x_m=B$  по следующей формуле

$$OTP = \frac{100}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{x_m} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (6)$$

Тогда надёжность достижения бетоном требуемого класса в процентах рассчитывается по формуле

$$OTH = 100 - OTP. \quad (7)$$

#### Заключение

Предложен метод оценки организационно-технологической надёжности подбора состава бетона, позволяющий прогнозировать основные показатели конкретного керамзитобетона. Этот метод является универсальным и его можно использовать для оценки аналогичных показателей других бетонов.

#### Библиографический список

1. Притыкин Ф. Н. Автоматизированный способ оценки взаимного положения фрагментов изображений на чертежах металлорежущего инструмента / Ф. Н. Притыкин, Е. Е. Шмуленкова // Вестник СибАДИ, №1(19). – 2011. – С.59-62.
2. Чулкова И. Л. Вероятностная модель подбора составов тяжелых бетонов / И. Л. Чулкова, Т. А.

Санькова, С.М. Кузнецов // Изв. вузов. Строительство. –2008. –№ 10.

2. Дрепер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрепер, Г. Смит. – М.: Наука. 1973. – 392 с.

3. Санькова Т. А. Программа для проектирования составов бетонных смесей "SAPCoM" / Т. А. Санькова, И. Л. Чулкова // Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 10712 от 05.06.2008 г, инв. номер ВНИЦ № 50200801135 от 02.06.2008. – 13с.

#### THE AUTOMATED DESIGN OF CONSTRUCTION COMPOSITES

I. L. Chulkova

The author offered multiple-factor models for selection of compositions of the keramzitovy concrete, the durabilities of concrete cubes received by results of tests under production conditions. By means of these models it is possible to estimate efficiency and organizational and technological reliability of selection of compositions of keramzitovy concrete.

*Чулкова Ирина Львовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» ФГБОУ ВПО СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление структурообразованием строительных композитов. Общее количество публикаций 150. Электронная почта chulkova\_il@sibadi.org*

УДК 519.876.5

#### МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ: ДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Е. В. Шендалева

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы построения упрощенных нелинейных динамических моделей газотурбинных двигателей, используемые при проектировании и исследовании авиационных, транспортных, энергетических объектов и их систем управления.

**Ключевые слова:** модель, пространство состояний, газотурбинный двигатель

#### Введение

В ходе проектирования, опытного и серийного производства газотурбинных двигателей (ГТД) и их систем управления (САУ) используют разнообразные методы контроля их качества и надежности, в том числе мето-

ды имитационного моделирования, полунатурные и натурные испытания. Имитационное моделирование и полунатурные испытания ГТД и его систем управления позволяют сократить сроки и средства на проектирование и доводку изделий.

При исследовании режимов работы ГТД проводят математическое моделирование динамических характеристик двигателя, его топливных агрегатов и систем управления, условий их совместной работы, при этом возникает проблема выбора видов моделей двигателя и агрегатов применительно к различным стадиям жизненного цикла изделий.

Так, например, на стадии проектирования используют математические модели физических процессов, протекающих в двигателях и агрегатах, на стадии исследования их совместной работы и полунатурных испытаний [1, 2] используют модели в пространстве состояний.

В общем случае двигатели являются непрерывными нелинейными системами, поэтому используемые модели должны учитывать эту особенность тепловых машин [3]. Рассмотрим построение динамических моделей в пространстве состояний для малоразмерного газотурбинного двигателя (МГТД). Математическая модель режимной работы МГТД является нелинейной, то есть такой, для которой не выполняются свойства аддитивности и однородности. Его стационарная непрерывная линейная модель в пространстве состояний

$$\begin{cases} \dot{\bar{\mathbf{X}}} = \mathbf{A} \times \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{B} \times \bar{\mathbf{U}}, \\ \bar{\mathbf{Y}} = \mathbf{C} \times \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{D} \times \bar{\mathbf{U}}, \end{cases}$$

где  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{C}$ ,  $\mathbf{D}$  – матрицы коэффициентов состояния, управления, наблюдения и выхода, соответственно;  $\bar{\mathbf{U}}$  – вектор управляющих воздействий;  $\bar{\mathbf{Y}}$  – вектор наблюдаемых координат;  $\bar{\mathbf{X}}$  – вектор координат состояния.

Математическое описание линейной динамической модели (ЛДМ)

$$\begin{cases} \Delta \dot{\bar{\mathbf{X}}} = \mathbf{A}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{B}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{U}}; \\ \Delta \bar{\mathbf{Y}} = \mathbf{C}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{D}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{U}}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\mathbf{A}^{(k)}$ ,  $\mathbf{B}^{(k)}$ ,  $\mathbf{C}^{(k)}$ ,  $\mathbf{D}^{(k)}$  – матрицы коэффициентов  $\mathbf{A}[q \times q]$ ,  $\mathbf{B}[q \times n]$ ,  $\mathbf{C}[m \times q]$ ,  $\mathbf{D}[m \times n]$ ;  $n$ ,  $m$ ,  $q$  – размерность управляющих воздействий, наблюдаемых координат, параметров состояния, соответственно;  $\Delta \bar{\mathbf{U}} = \bar{\mathbf{U}} - \bar{\mathbf{U}}^{(k)}$  – отклонение вектора управляющих воздействий от  $k$ -ой базовой точки;  $\Delta \bar{\mathbf{Y}} = \bar{\mathbf{Y}} - \bar{\mathbf{Y}}^{(k)}$  – отклонение вектора наблюдаемых координат от  $k$ -ой базовой точки;  $\Delta \bar{\mathbf{X}} = \bar{\mathbf{X}} - \bar{\mathbf{X}}^{(k)}$  – отклонение вектора параметров состояния от  $k$ -ой базовой точки.

Матрицы коэффициентов рассчитывают на установившихся режимах.

Алгоритм построения кусочно-линейной динамической модели (КЛДМ) базируется на

идее объединения совокупности ЛДМ с нелинейными статическими характеристиками [2].

$$\begin{cases} \bar{\mathbf{X}}_{CT} = (1-p) \times \bar{\mathbf{X}}^{(k)} + p \times \bar{\mathbf{X}}^{(k+1)}; \\ \bar{\mathbf{U}}_{CT} = (1-p) \times \bar{\mathbf{U}}^{(k)} + p \times \bar{\mathbf{U}}^{(k+1)}; \\ \bar{\mathbf{Y}}_{CT} = (1-p) \times \bar{\mathbf{Y}}^{(k)} + p \times \bar{\mathbf{Y}}^{(k+1)}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $k = 1, 2, \dots, K-1$ ;  $p \in [0, 1]$ .

В этом случае статическая характеристика будет иметь вид ломаной линии.

Параметры ЛДМ в окрестности любой точки аппроксимированной статической характеристики также определяют с помощью кусочно-линейной аппроксимации по заданным матрицам коэффициентов

$$\begin{cases} \mathbf{A} = (1-p) \times \mathbf{A}^{(k)} + p \times \mathbf{A}^{(k+1)}; \\ \mathbf{B} = (1-p) \times \mathbf{B}^{(k)} + p \times \mathbf{B}^{(k+1)}; \\ \mathbf{C} = (1-p) \times \mathbf{C}^{(k)} + p \times \mathbf{C}^{(k+1)}; \\ \mathbf{D} = (1-p) \times \mathbf{D}^{(k)} + p \times \mathbf{D}^{(k+1)}. \end{cases} \quad (3)$$

Для выполнения расчета вводят параметр режима  $\eta$ , определяющий статическую характеристику и представляющий собой линейную комбинацию координат состояния и управления

$$\eta = \sum_{i=1}^I u_i \times x_i. \quad (4)$$

Коэффициент  $p$  определяют через параметр режима  $\eta$

$$p = \frac{\eta - \eta_k}{\eta_{k+1} - \eta_k} \quad \text{или} \quad p = \frac{x_i - x_i^{(k)}}{x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}}. \quad (5)$$

Тогда кусочно-линейная динамическая модель

$$\begin{cases} \dot{\bar{\mathbf{X}}}(t) = \mathbf{A}(\eta) \times (\bar{\mathbf{X}}(t) - \bar{\mathbf{X}}_{CT}(\eta)) + \mathbf{B}(\eta) \times (\bar{\mathbf{U}}(t) - \bar{\mathbf{U}}_{CT}(\eta)); \\ \bar{\mathbf{Y}}(t) = \mathbf{C}(\eta) \times (\bar{\mathbf{X}}(t) - \bar{\mathbf{X}}_{CT}(\eta)) + \mathbf{D}(\eta) \times (\bar{\mathbf{U}}(t) - \bar{\mathbf{U}}_{CT}(\eta)). \end{cases} \quad (6)$$

В настоящее время кусочно-линейные (нелинейные) динамические модели активно используют при разработке систем управления и исследовании их совместной работы с МГТД, однако большая размерность пространств состояний и управляющих воздействий приводит к сложности описания переходов двигателя с одной рабочей линии на другую. Обычно КЛДМ задают в виде поверхности статических режимов [4], где параметр режима представляет собой интерполяционный полином и является вектором, сформированным из параметров режима по каждому управляющему воздействию или параметру состояния [5].

Для режимной работы вспомогательного газотурбинного двигателя ВГТД-43 пространство функционирования определяется векторами:

– вектор  $\mathbf{X}$  параметров состояния размерностью  $q = 2$  ( $x_1 = n_{HD}$ ,  $x_2 = n_{ВД}$ , где  $n_{HD}$  и  $n_{ВД}$  – частота вращения компрессоров низкого и высокого давления);

– вектор  $\mathbf{U}$  управляющих воздействий размерностью  $n = 4$  ( $u_1 = G_T$  – расход топлива,  $u_2 = N_\Gamma$  – отбор мощности на работу электрогенератора,  $u_3 = \pi(\lambda)$  – газодинамическая функция,  $u_4 = \alpha_{HA}$  – угол поворота лопаток направляющего аппарата);

– вектор  $\mathbf{Y}$  наблюдаемых координат размерностью  $m = 10$  ( $y_1 = P_{2KHД}$  – давление за компрессором низкого давления,  $y_2 = P_{2KBД}$  – давление за компрессором высокого давления,  $y_3 = P_{2ТВД}$  – температура газов за турбиной высокого давления,  $y_4 = G_{BBX}$  – расход воздуха на входе в компрессор,  $y_5 = T_\Gamma$  – температура газов на входе в турбину низкого давления,  $y_6 = G_{ВОТБ}$  – расход отбираемого

воздуха,  $y_7 = P_{ОТБ}$  – давление отбираемого воздуха,  $y_8 = T_{ОТБ}$  – температура отбираемого воздуха,  $y_9 = N_{HD}$  – мощность на валу низкого давления,  $y_{10} = N_{ВД}$  – мощность на валу высокого давления).

При использовании традиционного подхода сложность аппроксимации вектора параметров режима  $\eta$ , векторов  $\bar{\mathbf{X}}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\bar{\mathbf{U}}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\bar{\mathbf{Y}}^{(i,j,g,l,r,s)}$  и матриц  $\mathbf{A}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\mathbf{B}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\mathbf{C}^{(i,j,g,l,r,s)}$  и  $\mathbf{D}^{(i,j,g,l,r,s)}$ , где  $i, j$  – индексы вектора параметров состояния,  $r, s, g, l$  – индексы вектора параметров управляющих воздействий, с помощью интерполяционных полиномов значительно увеличивает время расчета параметров модели ВГТД-43.

$$\left\{ \begin{aligned} \dot{n}_{HD}(t) &= a_{11}(\eta) \times \Delta n_{HD} + a_{12}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + b_{11}(\eta) \times \Delta G_T + b_{12}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + \\ &+ b_{13}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + b_{14}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ \dot{n}_{ВД}(t) &= a_{21}(\eta) \times \Delta n_{HD} + a_{22}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + b_{21}(\eta) \times \Delta G_T + b_{22}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + \\ &+ b_{23}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + b_{24}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ P_{2KHД}(t) &= P_{2KBД}(\eta) + c_{11}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{12}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{11}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{12}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{13}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{14}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ P_{2KBД}(t) &= P_{2KBД}(\eta) + c_{21}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{22}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{21}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{22}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{23}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{24}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ T_{2ТВД}(t) &= T_{2ТВД}(\eta) + c_{31}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{32}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{31}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{32}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{33}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{34}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ G_{BBX}(t) &= G_{BBX}(\eta) + c_{41}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{42}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{41}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{42}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{43}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{44}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ T_\Gamma(t) &= T_\Gamma(\eta) + c_{51}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{52}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{51}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{52}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{53}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{54}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ G_{ВОТБ}(t) &= G_{ВОТБ}(\eta) + c_{61}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{62}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{61}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{62}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{63}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{64}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ P_{ОТБ}(t) &= P_{ОТБ}(\eta) + c_{71}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{72}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{71}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{72}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{73}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{74}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ T_{ОТБ}(t) &= T_{ОТБ}(\eta) + c_{81}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{82}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{81}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{82}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{83}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{84}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ N_{HD}(t) &= N_{HD}(\eta) + c_{91}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{92}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{91}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{92}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{93}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{94}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ N_{ВД}(t) &= N_{ВД}(\eta) + c_{101}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{102}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{101}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{102}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{103}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{104}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}. \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Одним из методов построения КЛДМ в пространстве состояний является метод кусочно-линейной интерполяции. Исходными данными для построения КЛДМ являются:

1) статические характеристики МГТД по координатам состояния  $\bar{\mathbf{X}}$  и наблюдения  $\bar{\mathbf{Y}}$  как функции управляющих координат  $\bar{\mathbf{U}}$ ;

2) ЛДМ, определенные в базовых точках рабочих линий,

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{\mathbf{X}} &= \mathbf{A}^{ij} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{B}^{glrs} \times \Delta \bar{\mathbf{U}}, \\ \bar{\mathbf{Y}} &= \mathbf{C}^{ij} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{D}^{glrs} \times \Delta \bar{\mathbf{U}} \end{aligned} \right.$$

где  $g, l, r, s$ , – индексы рабочих линий при различных управляющих воздействиях.

Для описания кусочно-линейной интерполяции в многомерных пространствах используют  $n$ -мерные симплексы с барицентрическими координатами [6]. Процедура симплексного метода базируется на разбиении  $N$ -мерного пространства на регулярные симплексы, представляющем собой выпуклые многогранники, образованные  $N+1$  равностоящими вершинами.

Если в  $N$ -мерном пространстве существует система из  $n+1$  точки  $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \dots, \bar{x}^{n+1} \in \mathbf{R}^N$ , обладающая свойством

$$\det \begin{vmatrix} x_1^1 & x_1^2 & \dots & x_1^{n+1} \\ x_2^1 & x_2^2 & \dots & x_2^{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^1 & x_n^2 & \dots & x_n^{n+1} \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

и  $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{R}^N$  имеет решение, а вектор  $\bar{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_{n+1})$  обладает барицентрическими координатами точки  $\bar{x} \in \mathbf{R}^N$  и находится внутри симплекса  $S_n$

$$\bar{\eta} = \begin{vmatrix} x_1^1 & x_1^2 & \dots & x_1^{n+1} \\ x_2^1 & x_2^2 & \dots & x_2^{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^1 & x_n^2 & \dots & x_n^{n+1} \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix}^{-1} \times \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \\ 1 \end{vmatrix}. \quad (8)$$

Тогда кусочно-линейная интерполяция в многомерном пространстве

$$\tilde{f}(\bar{x}) = \sum_{i=1}^{n+1} f_i \times \eta_i(\bar{x}), \text{ где } f_i \text{ – значения функции}$$

в вершинах симплекса  $S_n$ , сводится к разбиению этого пространства на  $n$ -мерные симплексы.

При построении интерполяционной функции в двумерной области, необходимо разбить область на прямоугольники, которые разбиты на треугольники, как показано на рисунке 1а. Рассмотрим нижний треугольник  $(\bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^3)$ . С помощью переноса начала системы координат и масштабирования множителей можно свести задачу к интерполяции на квадрате со стороной, равной единице (рисунк 1б). Новая система координат

$$\hat{x} = \left( \frac{x_1 - x_1^1}{\eta_1}, \frac{x_2 - x_2^1}{\eta_2} \right).$$

Для построения линейной функции  $\tilde{f}(\hat{x}^1, \hat{x}^2)$ , принимающей в соответствующих вершинах значения  $f_1, f_2$  и  $f_3$  достаточно построить функции  $\eta_1, \eta_2, \eta_3$  (рисунк 1в). После построения интерполяционной формулы в симплексе  $\hat{S}_2$  с помощью обратного преобразования переходим в исходный симплекс  $S_2$

$$\begin{vmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}^{-1} \times \begin{vmatrix} \hat{x}^1 \\ \hat{x}^2 \\ 1 \end{vmatrix},$$

где  $1 = 1 - \eta_2 - \eta_3$ ,  $\eta_2 = \hat{x}^1$ ,  $\eta_3 = \hat{x}^2$ .

Тогда

$$\tilde{f}(\hat{x}^1, \hat{x}^2) = f_{00} \times (1 - \hat{x}^1 - \hat{x}^2) + f_{10} \times \hat{x}^1 + f_{01} \times \hat{x}^2.$$

Формулы кусочно-линейной интерполяции в исходных переменных:

$$\tilde{f}(\hat{x}^1, \hat{x}^2) = f_1 \times \left( 1 - \frac{x_1 - x_1^1}{\eta_1} - \frac{x_2 - x_2^1}{\eta_2} \right) + f_2 \times \frac{x_1 - x_1^1}{\eta_1} + f_3 \times \frac{x_2 - x_2^1}{\eta_2}$$

где  $(x_1^1, x_2^1)$  – координаты вершины с номером 1.

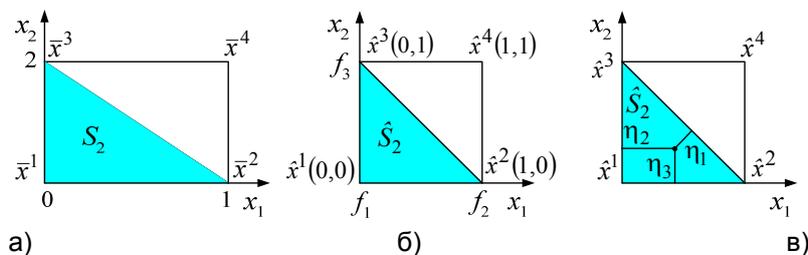


Рис. 1. Преобразования симплексов

Пусть дан трехмерный куб (рисунк 2) с ребром, равным единице.

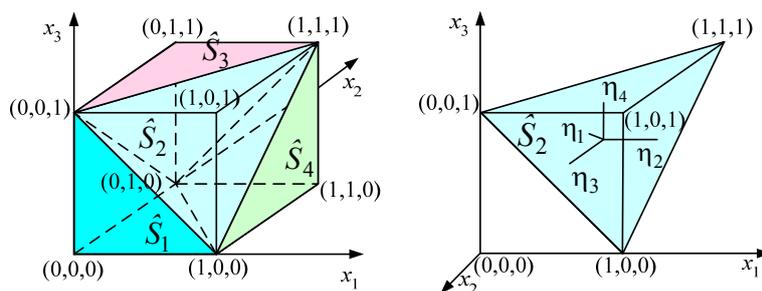


Рис. 2. Разбивка куба на трехмерные симплексы

Разобьем этот куб на трехмерные симплексы следующим образом:

1) Симплекс  $S_1$   $\{(0,0,0), (1,0,0), (0,0,1), (0,1,0)\}$ ,  $\bar{X} \in S_1$  при условии:

$$x_1 + x_2 + x_3 < 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1;$$

2) Симплекс  $S_2$   $\{(1,0,1), (0,0,1), (1,0,0), (1,1,1)\}$ ,  $\bar{X} \in S_2$  при условии:

$$x_1 - x_2 + x_3 > 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1;$$

3) Симплекс  $S_3$   $\{(0,1,1), (1,1,1), (0,0,1), (0,1,0)\}$ ,  $\bar{X} \in S_3$  при условии:

$$-x_1 + x_2 + x_3 > 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1;$$

4) Симплекс  $S_4$   $\{(1,1,0), (1,0,0), (1,1,1), (0,1,0)\}$ ,  $\bar{X} \in S_4$  при условии:

$$x_1 + x_2 - x_3 > 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1.$$

Если точка  $\bar{X}$  удовлетворяет  $0 < x_1, x_2, x_3 < 1$  и не принадлежит симплексам  $S_1, S_2, S_3,$

$S_4$ , то эта точка принадлежит симплексу  $S_5$   $\{(0,0,1), (1,0,0), (1,1,1), (0,1,0)\}$ .

Базисные функции  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$  симплекса  $S_5$  удовлетворяют

$$\begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{vmatrix}, \quad (9)$$

откуда:  $\eta_1 = (-1 + x_3 + x_1 - x_2)/2$ ;  $\eta_2 = (1 + x_1 - x_2 - x_3)/2$ ;  $\eta_3 = (-1 + x_1 + x_2 + x_3)/2$ ;  $\eta_4 = (1 - x_1 + x_2 - x_3)/2$ .

Следовательно

$$\tilde{f}(x_1, x_2, x_3) = f_{000} \times \eta_1 + f_{100} \times \eta_2 + f_{111} \times \eta_3 + f_{010} \times \eta_4.$$

Пример подобного разбиения изображен на рисунке 3.

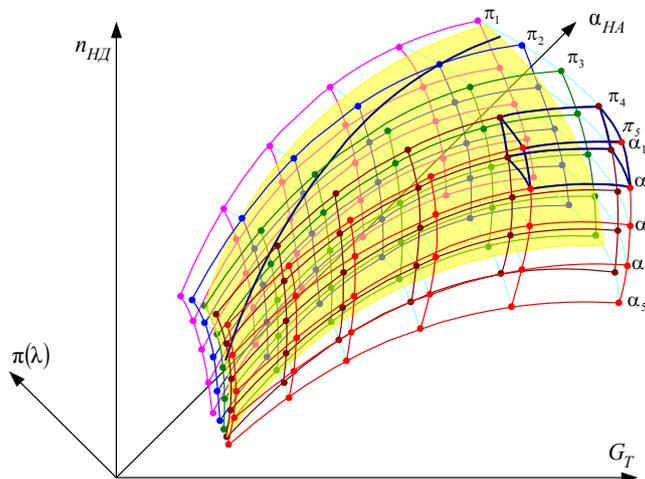


Рис. 3. Характеристики МГТД в пространстве управляющих воздействий

При реализации алгоритма моделирования:

1) задают исходные данные:

– начальные условия по параметрам состояния, входным и выходным параметрам, коэффициенты матриц состояния, управления, наблюдения и выхода в базовых точках;

– размерность векторов параметров состояния, входным и выходным параметрам;

2) разбивают многомерное пространство параметров на двумерные, трехмерные, четырехмерные, ..., симплексы в зависимости от размерности входных параметров и вносят данные разбиения в базу данных;

3) выбирают симплекс в зависимости от вектора входных параметров;

4) нормализуют симплекс;

5) рассчитывают параметр режима через барицентрические координаты;

6) определяют кусочно-линейную интерполяцию исходных переменных;

7) производят обратную нормализацию исходных переменных;

8) рассчитывают коэффициенты матриц состояния, управления, наблюдения и выхода в зависимости от параметра режима;

9) рассчитывают модель в пространстве состояний.

### Заключение

Таким образом, получена система уравнений, описывающая поведение непрерывной нелинейной системы уравнениями КЛДМ в пространстве состояний.

Использование многомерной КЛДМ МГТД в ходе математического моделирования совместной работы двигателя и его агрегатов, полунатурных испытаний агрегатов позволили исследовать как режимы отдельного управления по каждому управляющему параметру, так и режимы комплексного (совместного, группового) управления и, тем самым, решить задачи полунатурных совместных испытаний двигателя и агрегатов на динамических режимах, что позволяет повысить качество и надежность ГТД и его топливорегулирующей аппаратуры.

### Библиографический список

1. Технология регулирования топливной аппаратуры систем автоматического управления газотурбинных двигателей с использованием моделирующих стендов / Шендалева Е. В., Жильцов В. В., Тэттер В. Ю. // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2005, №7. – С. 15 – 21.

2. Идентификация характеристик преобразователей при регулировке топливных регуляторов САУ ГТД после сборки / Шендалева Е. В., Тэттер

В.Ю. // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2004, №4. – С. 7 – 14.

3. Построение имитационной модели двухбалочного мостового крана / Ахтулов А. Л., Ахтулова Л. Н., Кирасиров О. М., Машонский В. А. // Вестник СибАДИ. – 2012, вып. 3(25). – С. 7 – 10.

4. Огибающая однопараметрического семейства поверхностей как особенность отображения ортогональным проецированием гиперповерхности, заданной в 4-х мерном пространстве параметрическими уравнениями, на гиперплоскость / Ляшков А. А., Волков В. Я., Прокопец В. С. // Вестник СибАДИ. – 2012, вып. 1(23). – С. 56 – 59.

5. Добрянский Г. В. Динамика авиационных ГТД. / Г. В. Добрянский, Т. С. Мартынова. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

6. Динамические модели дизельных двигателей: пространство состояний / Е. В. Шендалева // Труды / Вестник Сибирского отделения Академии военных наук. – Омск. 2011, №10: МНПК «Производство, модернизация, эксплуатация многоцелевых гусеничных и колесных машин. Подготовка специалистов». – С.389–393.

### GAS TURBINE ENGINE SIMULATION IN STATE SPACE: DYNAMIC ASPECT

E. V. Shendaleva

The article considered methods of gas turbine engine state space modeling commonly used in aviation, transport, power systems engineering.

*Шендалева Елена Владимировна - к.т.н., доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа, стандартизация и сертификация» Омский государственный технический университет. Основное направление научных исследований: Автоматизация, управление качеством, испытания авиационной техники. Количество публикаций: 84. e-mail: ShendalevaEV@yandex.ru*

УДК 625.76

## ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

В. С. Щербаков, А. В. Жданов, В. В. Меньков

**Аннотация.** В статье представлен интерфейс разработанной в СибАДИ системы автоматизации проектирования гидроприводов рулевого управления. Описан принцип работы и рассмотрены её основные окна, в которые пользователем вводятся исходные данные основных гидроэлементов.

**Ключевые слова:** система автоматизации проектирования, гидропривод рулевого управления, программный продукт.

**Введение**

Известные методики оптимизации пара-

метров и системы автоматизации проектирования (САПР) различных объектов достаточно сложны в работе для рядовых инженеров и проектировщиков. Подобные методики, представленные в виде алгоритмов и блок-схем, требуют от пользователя знаний во многих областях науки: теории алгоритмов, баз данных, теории дифференциальных уравнений, задач анализа, синтеза и многом другом. Для облегчения работы инженеров в СибАДИ разработана специализированная САПР, позволяющая в интерактивном режиме оптимизировать необходимые для проектирования параметры.

**Описание интерфейса**

Разработанный в СибАДИ алгоритм САПР гидроприводов рулевого управления (ГРУ) [1], положен в основу программного продукта (ПП) для автоматизированного проектирования ГРУ.

ПП позволяет в интерактивном режиме подобрать гидроэлементы для сборки ГРУ по введенным исходным данным, проконтролировать промежуточные параметры и оценить

эффективность оптимизации по параметрам давления и быстродействия системы.

ПП разработан для использования его на предприятиях, эксплуатирующих колесные машины, управление поворотом которых происходит посредством ГРУ.

Предложенный ПП для автоматизированного проектирования ГРУ составлен в интегрированной среде разработки Borland Delphi 7, позволяющей создавать Windows-приложения с использованием баз данных на основе объектно-ориентированного программирования [2].

Интерфейс ПП состоит из 6 окон, соответствующих этапам САПР ГРУ [1]. Окна состоят из полей для ввода исходных данных, полей для отображения результатов оптимизации и полей для подбора марок гидроагрегатов по выбранным оптимальным параметрам.

В первом окне (рис.1) производится ввод исходных данных, предоставленных заказчиком.

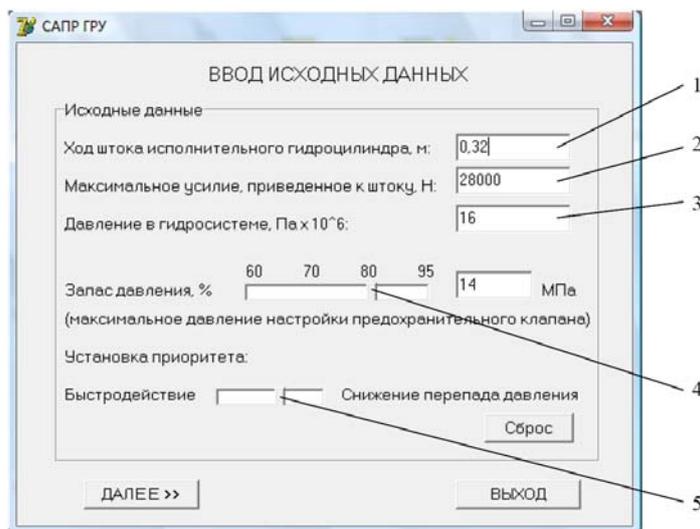


Рис. 1. Окно для ввода исходных данных

В соответствии с пунктом 1 САПР необходимо ввести данные, указанные заказчиком в соответствующие поля 1...3, запас по давлению вводится с помощью ползунка 4, который устанавливает запас 60, 70, 80 и 95 % от давления настройки предохранительного клапана. Приоритет между быстродействием системы и снижением перепада давления устанавливается ползунком 5, который распределяет значимость между весовыми коэффициентами критерия давления и быстродействия от 0 до 1.

При нажатии кнопки «Сброс» происходит очистка всех полей и сброс ползунков в нулевое положение. При нажатии кнопки «ДАЛЕЕ» происходит переход в следующее окно расчета и выбора исполнительного гидроцилиндра, а при нажатии кнопки «ВЫХОД» происходит закрытие ПП.

В окне выбора гидроцилиндра (рис. 2.) в полях 1...5 выводятся параметры выбранного гидроцилиндра: диаметр поршня, штока, ход и объемы рабочих полостей. Для выбора марки гидроцилиндра необходимо указать

его тип: с односторонним или двухсторонним штоком и при нажатии кнопки «РАСЧЕТ» происходит выбор гидроцилиндра в соответствии с оптимизированными параметрами. Марка гидроцилиндра высвечивается во втором окне (рис. 2.).

При нажатии кнопки «ДАЛЕЕ» происходит переход в следующее окно расчета параметров и выбора гидромотора обратной связи. При нажатии кнопки «НАЗАД» происходит переход в предыдущее окно ввода исходных данных.

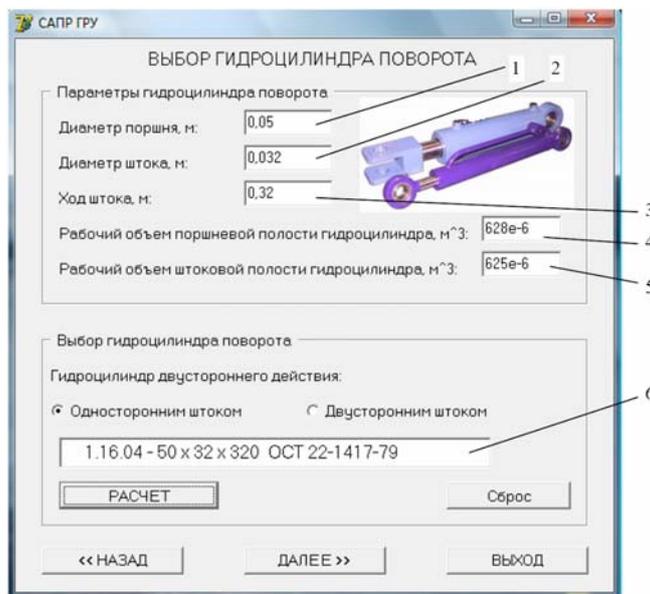


Рис. 2 . Окно расчета параметров и выбора гидроцилиндра

В окне выбора гидромотора обратной связи (рис. 3.) необходимо указать тип пары героторная или героллерная. При нажатии кнопки «РАСЧЕТ» в полях выводятся параметры выбранного гидромотора обратной связи: рабо-

чий объем, геометрические параметры пары и КПД. При нажатии кнопки «ДАЛЕЕ» происходит переход в следующее окно расчета подачи и выбора питающего насоса.

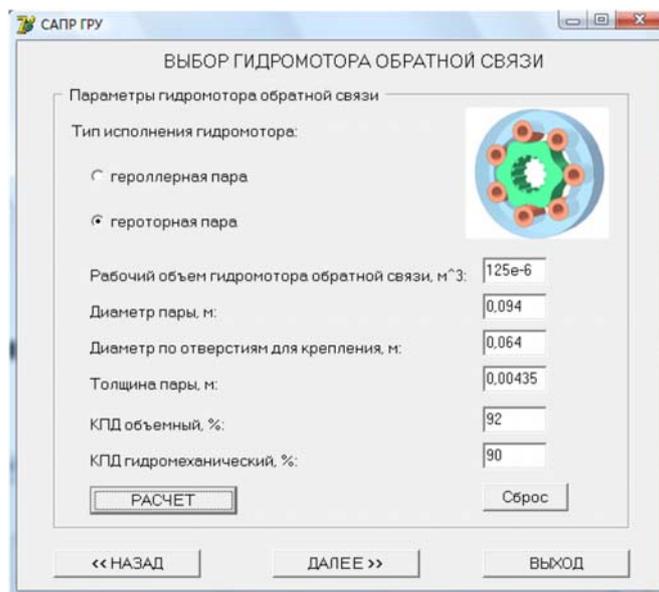


Рис. 3. Окно расчета параметров и выбора гидромотора обратной связи

В окне расчета подачи питающего насоса (рис. 4) высвечиваются исходные данные для

контроля и при нажатии кнопки «РАСЧЕТ» - уравнения регрессии вида [1]:

$$Q_{\text{НАС}} = f(q_{\text{М}}, F_{\text{Ц}}), \quad (1)$$

рассчитывается подача питающего насоса, где  $Q_{\text{НАС}}$  – оптимальная подача питающего насоса;  $q_{\text{М}}$  – рабочий объем гидромотора обратной связи;  $F_{\text{Ц}}$  – сила поворота, приведенная к штоку гидроцилиндра. Если в базе данных нет уравнения регрессии для выбранных параметров, то предусмотрен его ввод по-

средством нажатия кнопки «ВВОД НОВОГО УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ». В нижней части окна отображается марка выбранного насоса и его основные параметры: рабочий объем, давление, частота вращения вала и КПД.

При нажатии кнопки «ПРОВЕРКА» (рис. 4.) вычисляются численные значения целевых функций вида (2) и (3) для контроля за эффективностью оптимизации (рис. 5.).

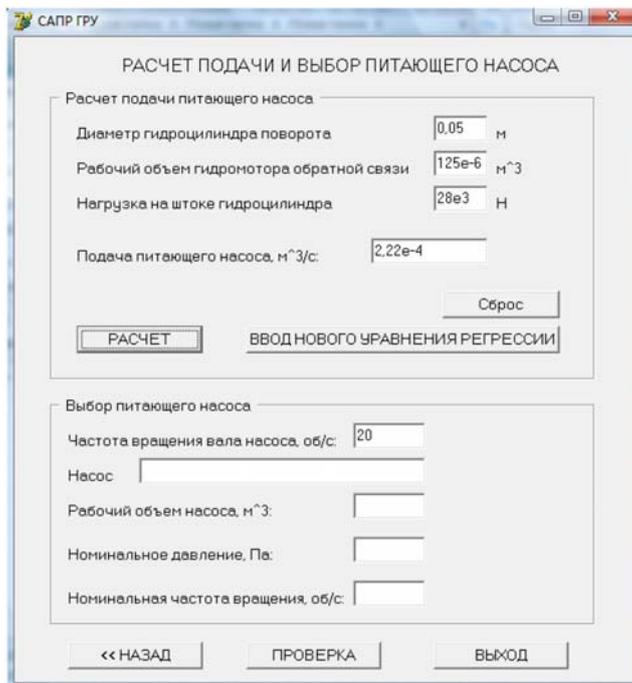


Рис. 4. Окно расчета параметров и выбора питающего насоса

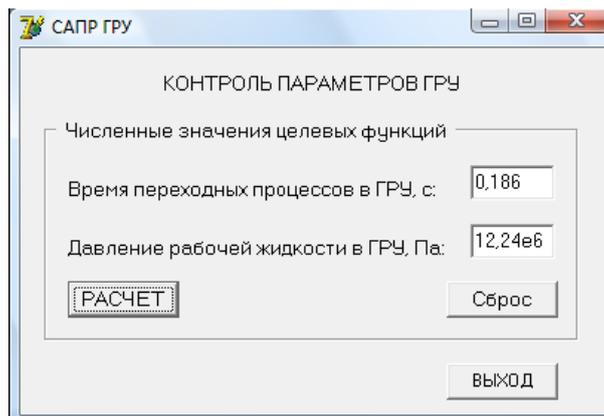


Рис. 5. Окно для проверки значений целевых функций

На рис. 6. представлено окно для ввода коэффициентов уравнения регрессии вида (1) и зависимостей давления питающего насоса  $p$  и времени переходных процессов  $t$  при оптимальной подаче насоса  $Q_{\text{НАС}}$  [1]:

$$p = f(q_{\text{М}}, F_{\text{Ц}}); \quad (2)$$

$$t = f(q_{\text{М}}, F_{\text{Ц}}). \quad (3)$$

Для записи уравнений в базу данных с последующей возможностью их использования необходимо ввести исходные данные первого окна, коэффициенты уравнений регрессии второй степени для расчета оптимальной подачи питающего насоса и числен-

ных значений целевых функций для критерия давления и быстродействия при рассчитан-

ной подаче. Запись происходит при нажатии кнопки «ЗАПИСЬ В БАЗУ ДАННЫХ».

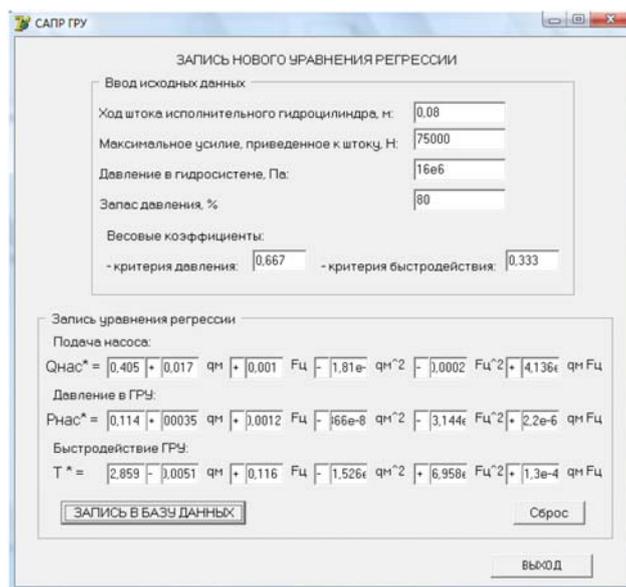


Рис. 6 . Окно для ввода коэффициентов уравнения регрессии

### Заключение

На рис. 1...6 приведены виды окон ПП для оптимизации параметров и выбора элементов ГРУ в автоматизированном режиме. Применение разработанного в СибАДИ ПП на предприятиях позволит снизить время проектирования ГРУ, создаваемого как для новых машин, как так и при модернизации существующих, а так же сократить число конструкторов и способствовать повышению качества ГРУ.

### Библиографический список

1. Щербаков В. С. Структура и алгоритм системы автоматизированного проектирования гидропривода рулевого управления / В. С. Щербаков, А. В. Жданов, В. В. Меньков // Вестник Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). – 2008. – Вып. 3. – С. 72-74.
2. Жданов А. В. Обоснование основных конструктивных параметров гидравлических рулевых механизмов строительных и дорожных машин с шарнирно-сочлененной рамой: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. – Омск, 2007. – 207 с.

### THE SYSTEM INTERFACE DESIGN AUTOMATION HYDRAULIC STEERING

V. S. Sherbakov,  
A. V. Zhdanov, V. V. Menkov

In article the interface of software product for the automated designing hydrodrives of steering mechanism in the automated mode is presented. The principle of work is described and its basic

windows into which by the user initial and correcting data are entered are considered, the calculated parameters and marks of the chosen hydroelements on the basis of comparison of the parameters incorporated in databases are displayed.

*Щербаков Виталий Сергеевич - доктор технических наук, профессор. Основные направления научной деятельности: Системы управления СДМ.*

*Жданов Алексей Валерьевич - кандидат технических наук, доцент. Основные направления научной деятельности: совершенствование гидравлических систем управления поворотом колесных строительных и дорожных машин. Общее количество опубликованных работ: 33. e-mail: avzh\_1984@mail.ru*

*Меньков Виталий Викторович – соискатель. Основные направления научной деятельности: Автоматизация проектирования гидроприводов рулевого управления. Общее количество опубликованных работ: 6. e-mail: menkov\_vv@mail.ru*

## РАЗДЕЛ IV

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

---

УДК: 332.055.2

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТА ФЕДЕРАЦИИ

В. В. Алещенко, А. А. Кораблева

**Аннотация.** В статье исследуется вопрос развития малого инновационного предпринимательства в Омской области. Проводится анализ этапов жизненного цикла инновационных компаний в сравнении с другими регионами. Рассматриваются формы поддержки инновационных проектов на федеральном и региональном уровне. Формулируются предложения по повышению эффективности инновационной инфраструктуры региона.

**Ключевые слова:** малое предпринимательство, инновационный проект, инновационное развитие региона.

#### Введение

Значение малого инновационного предпринимательства (далее МИП) как составляющей регионального развития трудно переоценить. Опираясь на внутренние ресурсы региона, действуя в высокотехнологичной и высококонкурентной среде, МИП способно придать новые импульсы региональному развитию в условиях возрастающей глобальной конкуренции. Гибкость и меньший масштаб проектов малых фирм позволяет экономике региона быть более восприимчивой к изменениям социально-экономической ситуации, эффективно использовать бюджетные ресурсы, привлекать дополнительные инвестиции («умные деньги»), активно задействовать потенциал исследовательских центров и университетов, выходить на новые рынки, создавать высокотехнологичную систему кооперации с крупными, регионообразующими компаниями и т.п. В то же время именно МИП, в отличие от крупного бизнеса, в большей степени чувствительно и зависимо от уровня поддержки на уровне региона.

Основным в государственной политике на региональном уровне является реализация системы законодательных и организационных мер, направленных на создание и поддержку инновационного климата и инновационной инфраструктуры [1, с. 114]. Ключевая особен-

ность инновационной инфраструктуры состоит в ориентации на профильные кластеры региона и на максимальное использование конкурентных преимуществ территории. С этой точки зрения в статье анализируется существующая система развития МИП на региональном уровне (на примере Омской области), включая вопросы его государственной поддержки и стимулирования. Под «инновационным предпринимательством» здесь понимается деятельность, направленная на получение дохода от реализации инновационного проекта. Под «инновационным проектом» – проект по целенаправленному созданию инновации и выведению её на рынок.

#### Фазы жизненного цикла инновационного проекта

Нижеприведённый анализ основывается на жизненном цикле инновационного проекта. Отметим, что МИП по своей природе является венчурным бизнесом (высокотехнологичным, высокоприбыльным и высокорисковым), что налагает дополнительные ограничения на реализацию инновационного проекта. По сути, инновационное предпринимательство предполагает «овеществление», коммерциализацию научной идеи в рамках специально созданного предприятия, финансирование под которое нельзя получить из «традиционных» кредитных источников. Главной особенностью

здесь является «привязка» источников финансирования к фазам жизненного цикла – последовательных, иногда перекрывающихся и независимых от отраслевой специфики стадий реализации инновационного проекта. В этой связи система поддержки и стимулиро-

вания МИП на уровне региона должна «сопровождать» процесс реализации инновационного проекта на всех фазах его жизненного цикла. Фазы жизненного цикла инновационного проекта представлены на рисунке 1.



Рис.1. Фазы жизненного цикла инновационного проекта

Если рассматривать эту схему с точки зрения особого, «инновационного» типа инвестирования, то можно выделить следующие подгруппы инвесторов – людей/компаний, финансово заинтересованных в реализации той или иной стадии инновационного проекта.

1) Государственные (федеральные) российские и международные фонды и программы, осуществляющие финансирование разработки технологии на самых ранних этапах: Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), программы Европейского Союза, в частности, EuropeAid и другие. Эта группа предоставляет значительный объем финансирования, аккумулирует большое количество научно-технической информации и оказывает существенное влияние на тенденции развития науки. Поддержка МИП происходит в

фазах генерации знаний и «посева» (организационно-юридическое оформление компании и создание опытного образца).

2) Негосударственные, в том числе международные фонды, гранты и программы. Часто участники этой подгруппы начинают инвестировать в разработки только тогда, когда исследовательские коллективы уже получили финансирование от государственных фондов и в рамках российских и международных программ. Фактически они актуальны для тех же фаз жизненного цикла МИП, но в своих подходах и требованиях несколько отличаются от предыдущей подгруппы (специализированы и предъявляют более жесткие требования).

3) Промышленные компании, финансирующие научно-исследовательские и опытно-

конструкторские работы с целью выпуска новой продукции или внедрения новых технологий в свои производства. Сюда же можно отнести личные средства участников инновационного проекта, средства друзей и пожертвования. Как правило, незначительны в общем объеме средств МИП и также актуальны на стадиях генерации знаний и посева [2, с. 62].

4) «Бизнес - ангелы» и венчурные фонды предоставляют инвестиции в обмен на полную или частичную передачу прав на результаты исследований с целью их дальнейшей эксплуатации или перепродаже стратегическому инвестору. «Бизнес-ангелам» интересны инновационные проекты на стадиях посева и начального раннего роста. Венчурные фонды подключаются позже, они работают с проектами, уже прошедших предварительную апробацию рынком, и требующих значительных инвестиций. Фактически именно эта подгруппа инвесторов дает путевку в жизнь научным открытиям и технологическим идеям.

5) Фонды прямых инвестиций, банки и другие участники финансового рынка, заинтересованные в реализации «обычного» бизнес - проекта, находящегося на «зрелых», масштабных и коммерчески успешных стадиях жизненного цикла.

Стоит особо отметить, что каждый из обозначенных игроков-инвесторов преследует собственные, «внутрикорпоративные» интересы и любой инновационный проект представляет для него интерес лишь в определенной фазе его жизненного цикла. Оценивая для себя возможность участия в том или ином инновационном проекте, инвестор всегда определяет для себя сроки и условия выхода из него. Соответственно, система стимулирования и поддержки МИП на уровне региона должна быть комплексной и поддерживать игроков всех обозначенных выше стадий жизненного цикла инновационного проекта с учетом интересов региона [3, с. 126].

К числу субъектов МИП, помимо упомянутых инвесторов, относятся владельцы интеллектуальной собственности на результаты НИОКР (ВУЗы, НИИ, ученые, изобретатели и др.), менеджмент инновационных компаний, а также обслуживающие инновационный проект сторонние организации (в том числе инфраструктурного толка). В этом смысле регион может «зарабатывать» не только на налогах от деятельности инновационных компаний, но и на «генерировании» инновационных проектов, их «упаковке», «продаже» инвесторам и т.п. Так выпускниками Массачусетского технологического института за последние 20 лет

основано более 2 тысяч компаний, совокупный объем производства которых сопоставим с ВВП страны среднего размера [4, с. 49]. Далеко не все из этих компаний зарегистрированы и размещают свое производство в штате Массачусетс и вообще в США, но выгоды для региона с точки зрения инновационного предпринимательства очевидны.

Для оценки количественных пропорций упомянутой системы воспользуемся данными, которые использует в своей практической деятельности Национальное содружество бизнес-ангелов России «СБАР» [5]. Согласно представленной информации только 2,3 % научных идей и разработок вызывают коммерческий интерес у инвестора, из них всего пятая часть пройдет процедуру прединвестиционной оценки, из которых лишь 10-15 % в результате получают реальные инвестиции (менее 0,1 % от исходного количества представленных к первичному рассмотрению бизнес-планов). Все остальные инновационные проекты на данной стадии по той или иной причине оказываются неготовыми к коммерческому использованию.

Таким образом, задачи системы поддержки и стимулирования МИП на региональном уровне состоят в выявлении и ликвидации «узких мест» процесса трансформации научных знаний в привлекательные с точки зрения бизнеса инновационные проекты, а также в максимальном использовании конкурентных преимуществ региона для целей инновационного предпринимательства.

### **Специфика функционирования системы МИП на примере Омской области.**

Обладая рядом особенностей, Омская область является, тем не менее, характерным регионом Российской Федерации. Концентрация населения в областном центре, в котором сосредоточены научные организации и промышленные предприятия, позволяет снижать инфраструктурные издержки и формировать конкурентоспособную структуру экономики, в том числе, в области инноваций. Рассмотрим далее практику функционирования представленной выше системы МИП субъекта Федерации на примере Омской области.

Первый этап развития инновационных проектов региона – **стадию генерации знаний**, можно охарактеризовать рядом показателей. Так, Омская область обладает достаточно высоким научно-инновационным потенциалом. Академическая наука в регионе представлена деятельностью Омского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН), объединяющего пять научных институтов и подразделений.

Отраслевая наука представлена 17 научно-исследовательскими организациями, 12 конструкторским бюро и рядом промышленных предприятий. В области действуют 20 высших учебных заведений, работает свыше 450 докторов наук, более 2500 кандидатов наук. В научной сфере региона занято более 10 тыс. человек, и более 180 малых предприятий - в научно-технической сфере.

В сравнении с соседними регионами Омская область занимает достаточно высокие позиции, однако доля региона в НИОКР Сибири снижается. Так, по числу студентов учреждений высшего профессионального образования Омская область занимает 12 место среди всех субъектов РФ (537 студентов на 10 тыс. населения в 2010 г.) и четвертое место в Сибирском федеральном округе (далее СФО), вслед за Томской, Новосибирской и Иркутской областями. Число научных организаций в Омской области в абсолютном и относительном выражении по СФО снизилось – с 10,3 % в 2005 г. до 9,7 % в 2010 г. По данному показателю Омская область занимает то же четвертое место в СФО, уступая тем же регионам [6, с. 546].

За период 2005-2010 гг. численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками в Омской области, снизилась на треть (с 9367 до 6125 чел.), результатом чего явилось снижение доли Омской области по данному показателю в СФО с 15,4 % до 11,6 %. Здесь Омская область вновь занимает четвертое место, но уже после Новосибирской, Томской областей и Красноярского края.

Число выданных патентов на изобретения в Омской области за 2005-2010 гг. несколько выросло (со 197 до 205 шт.), на полезные модели – со 111 до 171 шт. за год. Доля региона в СФО по данным показателям колеблется незначительно: в пределах 9,3-9,7 % по выданным патентам на изобретения и в диапазоне 8,9-9,5 % по выданным патентам на полезные модели [7, с. 807]. В целом, темпы роста выданных патентов на изобретения в Омской области (также как в СФО и РФ) и за последние 3 года снижаются, однако эксперты отмечают, что большинство инновационных компаний предпочитает работать с незапатентованными технологиями, т.к. рынок даже внутри страны довольно большой, и интересы компаний, производящих аналогичную продукцию, могут не пересекаться [8].

Как было отмечено, финансовая поддержка государством МИП на самой первой стадии его жизненного цикла является определяющей. Субъекты инновационного предпринимательства региона имеют возможность обра-

титься к федеральным и региональным фондам и программам поддержки. Так, Министерство образования и науки РФ проводит отбор на предоставление грантов аспирантам первого и второго года обучения на выполнение научных исследований. Конкурс проводится в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 гг.

Широко применяемым инструментом финансирования инновационных проектов на первой фазе жизненного цикла является программа «УМНИК» («Участник молодежного научно-инновационного конкурса»). Программа оказывается Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, более известным как «Фонд Бортника». В 2012 г. 19 омских проектов получили гранты по этой программе в размере 200 тысяч рублей.

Активно работает Зворыкинский инновационный проект (программа Федерального агентства по делам молодежи). В последнем конкурсе (май 2012 года) из 200 проектов со всей России, прошедших первый этап отбора, 6 принадлежат омским авторам. Для сравнения – новосибирских авторов здесь также 6, томских и красноярских – по 10. В рейтинге инновационной активности, который составляется по результатам участия в Зворыкинском проекте, из 89 регионов Омская область занимает 35 место, Томская область – 13 место, Новосибирская – 9-е, Красноярский край – 3-е [9]. Кроме того, на федеральном уровне действуют и иные программы: Кубок Техноаций, конкурсы БИТ и другие.

Омский региональный фонд поддержки и развития малого предпринимательства периодически организует конкурс по предоставлению грантов на создание инновационных компаний (на 500 тыс. руб.). В 2011 г. фонд поддержал 7 таких проектов.

В целом, Омская область достаточно уверенно смотрится на фоне соседей по СФО в сфере реализации инновационных проектов, находящихся на стадии НИОКР (3-4 место по основным показателям). Как с точки зрения научного потенциала и инновационных идей, получивших признание на федеральном уровне, так и с точки зрения имеющейся инфраструктуры.

На посевной стадии, или этапе «seed», финансирование оказывается хозяйствующим субъектам, имеющим сформированную команду, и начавшим генерировать денежный поток. На этой стадии инноваторы могут обратиться к таким формам государственной финансовой поддержки, как Фонд посевных ин-

вестиций РВК, Фонд Бортника, программы Федерального агентства по науке и инновациям и т.д. Так, победители упомянутой выше программы «УМНИК» фонда Бортника, успешно закончившие ее двухлетний цикл, получают право подавать заявку на участие в программе «СТАРТ», ориентированной на инициативных научных работников и помощь в создании опытного образца и развитии бизнеса. В 2011 г. от Омской области в программу «Старт» было подано 60 проектов, из них 13 поддержано Фондом. Для сравнения, в Новосибирске было признано победителями 20 проектов, в Томске – 32, Красноярске – 32.

Помимо государственных фондов в финансирование инновационных проектов на данной стадии подключается и частный капитал: бизнес-ангелы и, иногда, семья и друзья инноваторов. Бизнес-ангелы – первые профессиональные инвесторы, вкладывающие средства в инновационные компании, за которыми следуют венчурные, а затем прямые инвестиции. В практической плоскости бизнес-ангелы – например, Национальная ассоциация бизнес-ангелов, Национальное содружество бизнес-ангелов СБАР, Бизнес-ангелы Сибири (учредители БАС — 10 представителей инновационных кластеров Новосибирска, Томска и Красноярска) и др. – участвуют в инвестировании «сидов» и «стартапов» без залогов и поручительств за долю (30-70 %) в инновационной компании сроком на 3-5 лет.

Основной проблемой на данном этапе является то, что изобретатели довольно редко могут квалифицированно презентовать свою идею потенциальному инвестору. В Омской области, как и в России в целом, наблюдается большой дефицит квалифицированных менеджеров, которые бы являлись связующим звеном между изобретателем и инвестором, и помогали бы первым оформить свою идею на бизнес-языке. Но даже из 10 запущенных проектов, по статистике СБАР, только 3 выходят на обычную рентабельность, и только 1 проект становится «звездой».

Что касается региональной инновационной инфраструктуры, то к первому из её элементов можно отнести бизнес-инкубаторы. По состоянию на конец 2011 г. в Омском региональном бизнес-инкубаторе было размещено 23 субъекта малого инновационного предпринимательства. Также действуют межвузовский инновационный бизнес-инкубатор для студентов, аспирантов и научных сотрудников (МИБИ) на базе ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского» (здесь создано 16 малых предприятий), студенческий бизнес-инкубатор на базе

ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет». А всего в 2010 году омскими вузами было создано 50 малых инновационных предприятий, занимающихся коммерциализацией научных разработок.

Второй элемент инновационной инфраструктуры – ресурсные центры. В Омской области существует Омский региональный ресурсный центр (обеспечивает реализацию государственного плана подготовки управленческих кадров – выпускников Президентской программы), некоммерческое партнёрство «Учебно-производственный центр высоких технологий машиностроения», Сибирский ресурсный центр металлообработки.

Третий элемент инновационной инфраструктуры региона – технопарки, представляющие собой комплекс научных, образовательных, производственных, сервисных организаций, а также организаций системы венчурного финансирования. На сегодняшний день в Омской области существуют структуры, которые в перспективе могут вырасти в полноценный технопарк. Помимо этого, на базе ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского» функционирует центр трансфера технологий, в Омском научном центре СО РАН создан суперкомпьютерный центр коллективного пользования.

Упомянутый выше Омский региональный фонд поддержки и развития малого предпринимательства также выдаёт поручительства и микрозаймы хозяйствующим субъектам. В период с октября 2008г. по октябрь 2011 г. заключено 340 договоров поручительства для обеспечения обязательств по кредитам, однако инновационная сфера занимает всего 3,24 % в структуре поручительств фонда.

В целом, видно, что и на этой стадии регион уступает все тем же «соседям по СФО», при этом разрыв с «лидерами гонки» несколько увеличивается.

На этапе «стартапа» начинается организация производства и продаж инновационного продукта, использование передовых производственных технологий, у компании уже есть бухгалтерская история. Однако, этот этап называют также «долиной смерти», т.к. здесь происходит значительный отсев инновационных компаний уже на рынке.

За последние несколько лет в Омской области, как и СФО в целом, произошло снижение числа созданных передовых технологий: в 2010 г. было создано 4 новые технологии, что в 3,75 раза меньше, чем в 2008 г. Наибольшую долю по числу созданных технологий в

СФО Омская область занимала в 2006 и 2008 г., соответственно – 22,6 и 17,9 % (в настоящее время – 6,3%). По числу созданных передовых технологий в 2010 году в СФО Омская область «пропустила вперед» Новосибирскую (23 технологии), Иркутскую (10 технологий) и Кемеровскую область (7 технологий). Всего в СФО в 2010 г. было предложено 64 новые технологии, что соответствует 7,4 % в общероссийских показателях.

По числу используемых передовых технологий Омская область лидировала среди регионов СФО в 2009 году, когда здесь было использовано 3942 передовых технологий. В 2010 г. регион уступил первенство Томской области (4165 технологий), на третьем месте находится Иркутская область (1937 технологий) [7, с. 811]. Следует отметить, что за последние десять лет количество передовых технологий, внедренных в производства в Омской области, увеличилось в 2,3 раза, что превышает показатель всех регионов Сибирского округа. Независимые исследования также подтверждают, что в Омской области, начиная с 2006 г., растет инновационная активность высокотехнологичных предприятий, в том числе малых [10].

Также увеличилась доля Омской области по инновационной продукции в СФО: с 5,7 % в 2006 г. до 20,9 % в 2010 г. Хотя, в целом, доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров и оказанных услуг в СФО чрезвычайно низка: 1,5 % в 2010 г. (6,2 % в Омской области согласно данным Росстата).

Следует отметить, что указанные показатели регионом все же достигнуты, в первую очередь, за счет крупных предприятий и компаний, многие из которых являются «историческим наследием СССР». В то время как новое инновационное предпринимательство, в том числе малое, в Омской области сегодня переходит в жизнеспособную фазу своего бизнес-развития (стадию Start-up) с большим трудом. Это объясняется следующим. Во-первых, лоббированием ученым сообществом своих интересов при освоении бюджетных средств, предназначенных для МИП стадии «стартап». Так, значимым критерием для победы в упоминавшемся выше конкурсе «Старт», согласно мнению его участников, являются «успехи в науке» (наличие ученой степени), а не профессиональная команда или рыночные перспективы инновационного продукта. В результате победители программы оказываются нацеленными только на первый этап – получение опытного образца и

соответствующего этой задаче финансирования, и не выходят на второй и третий годы программы (выпуск продукции в промышленном масштабе). Во-вторых, косвенным подтверждением этого обстоятельства является отсутствие Омской области в списке инновационных проектов, получивших одобрение в Российской Венчурной Компании (РВК) – ключевого финансового инструмента поддержки инновационного предпринимательства на стадии «Start-up» в нашей стране. Для сравнения – по состоянию на июль 2012 г. РВК поддержала 10 томских проектов и 2 красноярских. Банковского кредитования стартапов практически нет. Также в Омской области, как и в целом по России не развит краудфандинг (от англ. crowdfunding — народное финансирование), применяемый на Западе.

Большие суммы инвестиций на этапе «стартапа» объясняют жесткий отбор проектов. В итоге в настоящее время эксперты отмечают крайнюю нехватку «стартапов» для венчурного финансирования. В России к венчурным фондам относятся РВК, Росинфокоминвест (РИФИКТ), региональные и частные венчурные фонды. В реестре венчурных партнеров Фонда посевных инвестиций РВК в настоящее время значатся две омские компании, 5 компаний из Новосибирской области, 6 – из Томской области, 1 – из Иркутской [11]. В качестве элемента инновационной инфраструктуры региона планируется создание в Омской области регионального венчурного фонда. В целом видно, что на эту стадию инновационные проекты Омской области пока не выходят.

На стадии расширения и устойчивого развития финансирование МИП осуществляется с помощью банковского сектора и фондов прямых инвестиций. Фонды прямых инвестиций «входят» в динамично развивающиеся компании, что строго говоря, уже не является венчурным, рискованным финансированием. Из институтов развития здесь наиболее известны Инвестиционная компания Тройка Диалог и Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ), созданный правительством России для инвестиций в лидирующие компании наиболее быстрорастущих секторов экономики. На этапе устойчивого развития риски инвестирования в инновационную компанию становятся минимальными, в то время как капитализация выходит на стабильный рост. В финансировании участвуют банки, используются собственные средства и

эмиссия акций. Открытых данных об объемах инвестиций этих и подобных им финансовых организаций в Омскую область обнаружить не удалось.

### **Заключение**

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Малое инновационное предпринимательство имеет свою специфику: помимо традиционных проблем малого бизнеса, связанных со стадиями роста, налагается проблематика венчурного финансирования инновационных проектов. Поэтому систему поддержки МИП на уровне региона целесообразно выстраивать на основе теории жизненного цикла инновационного проекта. Это позволяет подходить к решению проблем комплексно и предполагает возможность использования конкурентных преимуществ региона.

2. Если говорить о МИП применительно к Омской области, то можно сказать, что оно находится в начальной стадии своего развития: есть определенные достижения, но уже видны и системные проблемы. Для того чтобы придать региональной экономике новый импульс инновационного развития уже в среднесрочной перспективе (3-5 лет), необходима параллельная работа в следующих четырех направлениях.

А) Активизация интереса к инновационному предпринимательству, особенно в молодежной среде. Речь идет о проведении информационно-разъяснительной работы среди студентов технических ВУЗов и КБ машиностроительных предприятий (которыми регион традиционно силен) о возможностях и перспективах участия в Федеральных фондах и программах, организации региональных конкурсов, коммуникационных площадок для встреч с федеральными и зарубежными экспертами и т.п.

Б) Расшивка «узких мест» в реализации инновационных проектов на территории региона. Так, в Омской области – это настораживающая ситуация для стадии «посева» и драматическая – для стадии «стартап». Речь должна идти о создании (в форме конкурсов, субсидий на обучение и стажировку и т.п.) критической массы преимущественно частных компаний и специалистов, «упаковывающих» и «продающих» инновационные идеи и разработки омских ученых бизнес-ангелам и венчурным фондам. Существующие в единичном количестве подобные организации

пока неконкурентоспособны на федеральном уровне. В частности, предлагается использовать опыт Томской области – офисы коммерциализации разработок при ВУЗах и НИИ, где ученым и разработчикам помогают оформлять инновационные проекты.

В) Более четкое позиционирование, «разделение ролей» между субъектами МИП, которые не должны «толкаться локтями» при реализации проекта с другими его участниками. Каждый выполняет строго свою функцию: авторы-разработчики (владельцы интеллектуальной собственности), менеджеры инновационного бизнес-проекта, инвесторы для каждой стадии проекта. Так, организаторы региональных этапов конкурсов на получение финансирования инновационных проектов стадии «стартап» должны в своих критериях четко ориентироваться на возможности практической, а не научной реализации проекта (наличие команды, подтвержденных маркетинговыми исследованиями рыночных перспектив, инвесторов - интересантов и пр.). В числе членов жюри должны присутствовать (в идеале – превалировать) практики, желательно федерального уровня компетенции: бизнес-ангелы, «специалисты-упаковщики», риск-менеджеры и т.д. Ниша «заслуженных ученых» - стадии НИОКР и «посева».

Г) Активное «встраивание» региональных субъектов МИП в процессы коммерциализации нововведений на глобальном уровне. Необходимо приглашать на различные площадки российских и иностранных «бизнес-ангелов» и представителей венчурных фондов, и, наоборот, «вывозить» на учебу, стажировку и обмен опытом омских инноваторов и частные компании-«упаковщики» и т.п.

3. С точки зрения имеющейся базовой инфраструктуры Омская область сегодня обеспечена в достаточной мере. Острой необходимости в создании регионального венчурного фонда в условиях недостаточного уровня подготовки омских инновационных проектов и свободного доступа к федеральным программам и фондам на сегодняшний день нет. В условиях ограниченных финансовых возможностей региональной власти следует сосредоточить свои усилия в плоскости организационных решений и действий, способствующих повышению количества и качества инновационных проектов, особенно на стадиях «посева» и «стартапа».

**Библиографический список**

1. Дьяконов Е. В. Механизмы активизации инновационно-предпринимательской деятельности в российской экономике // Вестник СибАДИ. – 2012. – Выпуск 3 (25). – С. 112-117.
2. Романенко Е. В. Особенности развития и взаимодействия малого, среднего и крупного предпринимательства // Вестник СибАДИ. – 2011. – Выпуск 3 (21). – С. 60-65.
3. Глухова З. В., Фомина А. И. Реальность и перспективы инновационного развития Омской области // Вестник СибАДИ. – 2012. – Выпуск 4 (26). – С. 124-128.
4. Счастливая Н. В. Малый инновационный бизнес в экономике высокоразвитых стран // Вестник ОГУ. – 2009. – № 2. – С. 48-52.
5. Технология отбора оценки коммерческой/инвестиционной привлекательности инновационного проекта Deal Flow [Электронный ресурс] // Семинары-тренинги для инвесторов и инновационных стартапов: [сайт]. [2011]. URL: <http://startupseminar.ru/load/0-0-0-16-20> (дата обращения: 11.07.2012).
6. Российский статистический ежегодник. 2011: Стат. сб. / Росстат. М.: 2010. 795 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: Стат. сб. / Росстат. М.: 2011. 990 с.
8. Инновационный кластер объединит науку и бизнес [Электронный ресурс] // Деловая среда. Омский вестник: [сайт]. [2012]. URL: <http://tvoiomsk.ru/FO/DS/item.asp?id=5377> (дата обращения: 10.07.2012).
9. Рейтинг инновационной активности регионов [Электронный ресурс]. // Зворыкинский проект: [сайт]. [2011]. URL: <http://www.innovaterussia.ru/info/regions> (дата обращения: 02.07.2012).
10. Грасмик К. И., Терентьева О. А. Инновационная активность малых высокотехнологич-

ных предприятий России // ЭКО. – 2011. – №8. – С.16-34.

11. Реестр венчурных партнёров ФПИ РВК [Электронный ресурс]. // РВК: [сайт]. [2012]. URL: <http://www.rusventure.ru/ru/investments/fpi/register.php> (дата обращения: 11.07.2012).

**THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS OF SMALL INNOVATIVE BUSINESS IN THE SUBJECT OF FEDERATION**

V. V. Aleshenko, A. A. Korableva

The article is about development of small innovation entrepreneurship in the Omsk region. The life cycle of innovative companies in comparison with other regions are analyzed. The forms of innovative projects support at the federal and regional level are considered. The proposals for improving the efficiency of the region innovation infrastructure are formulated.

*Алещенко Виталий Викторович - кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. Омская экономическая лаборатория ФГБУН Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук (ОЭЛ ИЭОПП СО РАН). Направление научных исследований: Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов. Общее количество публикаций: 67. e-mail: oelab@mail.ru*

*Кorableва Анна Александровна - кандидат экономических наук, научный сотрудник ФГБУН Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ОНЦ СО РАН). Направление научных исследований: Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов. Общее количество публикаций: 25. e-mail: oelab@mail.ru*

УДК 656

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Н. Г. Гавриленко

**Аннотация.** В статье представлены рекомендации по развитию транспортного комплекса России с учетом целей и задач, обозначенных в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.

**Ключевые слова:** транспортный комплекс, транспортная стратегия, инновации.

**Введение**

Транспорт является одной из крупнейших системообразующих базовых отраслей,

имеющей тесные связи со всеми элементами экономики и социальной сферы. По мере дальнейшего развития России, расширения

её внутренних и внешних транспортно-экономических связей, роста объемов производства и повышения уровня жизни населения значение транспорта и его роль как системообразующего фактора будут только возрастать, откуда достижение, а в дальнейшем возможно и опережение международного уровня развития транспорта является стратегически важной задачей для всей экономики. Реализация вышеобозначенной задачи возможна при условии осуществления инновационного варианта сценария Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г, ряд рекомендации по выполнению которого предлагается в рамках данной статьи.

### Основная часть

Известный всему миру польско-английский социолог Зигмунд Бауман в своей работе «Текущая современность» отталкиваясь от факта возросшей скорости, приходит к вполне естественному выводу в современном мире пространство постепенно утрачивает свою ценность, в то время как ценность времени возрастает. Пространство перестало быть сдерживающим фактором жизни, тогда как время обрело большую значимость, чем ранее. Человек в течение нескольких часов может преодолеть полмира и оказаться на другом конце Земли. Сама же возможность таких перемещений детерминирована экономическими возможностями индивида. Отличительный признак современной элиты – чрезвычайно высокая подвижность в пространстве, тогда как малоимущие слои характеризуются низкой динамичностью.

Любопытно, что разделение социума на элиту и массы происходит как в рамках одной страны, так и в рамках всей мировой экономики. Если на уровне страны можно наблюдать два очень различающихся класса, то мир в целом дифференцирован на передовые страны, где большая часть населения мобильна, и второстепенные, где подавляющая часть людей характеризуется высокой привязкой к территории собственного государства. Примером первых могут служить США, Канада, Великобритания, примером вторых – Россия [1].

Итак, возможность быстрого перемещения – основной показатель экономической развитости населения. И, именно транспорт обеспечивает вышеобозначенную возможность.

Анализ мировых тенденций в развитии транспорта показывает, что ни одна страна не способна контролировать риски собственной экономики, не имея сильных транспортных позиций.

Мировые тенденции в развитии транспорта свидетельствуют, что:

– закончен период протекции по отношению к видам транспорта и перевозчикам. Условия большинства стран направлены на повышение конкурентоспособности национального транспорта, с отказом от системы квот, а также от тарифных и других ограничений. Их заменяет гармонизация транспортного законодательства;

– рынок транспортных услуг стал усложняться, все сегменты транспортного процесса и логистики стали интегрироваться. Это привело к развитию транспортной инфраструктуры нового типа – транспортно – складским и товаро – транспортным комплексам, которые образовали объединенную систему взаимодействия;

– транспортные центры стали управляться элементами системы. Они получили возможность оптимизировать «сквозные тарифы и обеспечили максимальную эластичность доходов. Это привело к переходу точки прибыльности из процессов физической перевозки в область транспортно – логистических услуг. Понятие транспортных коридоров трансформировалось. Из совокупности маршрутов они превратились в систему управляющих центров перевозок и транспортных узлов, которые постепенно приобрели функции управления тарифной политикой;

– качество транспортных услуг и конкурентоспособность достигли высокого уровня развития. В сегментах транспортного рынка, имеющих успех и спрос, конкуренция перешагнула стадию соревнования за качество транспортных услуг. Оно гарантировано. Борьба носит ценовой характер. На этом фоне усиливаются требования к экологичности транспорта. Отсюда стремление поддерживать приемлемую долю транспортной составляющей в цене конечной продукции при соблюдении жестких норм по экологии и безопасности [8].

Для российской транспортной системы эти уровни развития пока не достижимы. Необходимо стимулирование поэтапного повышения качества транспортных услуг, интеграции технологий транспортного обслуживания, повышения конкурентоспособности перевозчиков и операторов транспортных узлов. Вслед за этим можно ожидать оптимизации ценовой доступности транспортных услуг. В качестве ограничений должны выступать заданные уровни безопасности и экологичности транспорта.

Основные общесистемные проблемы развития транспортной отрасли Российской Федерации состоят в следующем:

- наличие территориальных и структурных диспропорций в развитии транспортной инфраструктуры;
- недостаточный уровень доступности транспортных услуг для населения, подвижности и мобильности трудовых ресурсов;
- недостаточное качество транспортных услуг;
- низкий уровень экспорта транспортных услуг, в том числе использования транзитного потенциала;
- недостаточный уровень транспортной безопасности;
- усиление негативного влияния транспорта на экологию [8].

Для решения вышеуказанных проблем и достижения международного уровня развития транспорта была сформирована Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. В рамках указанного документа было предложено три сценарных варианта развития транспортного комплекса: сценарий инерционного развития, энерго-сырьевой вариант и инновационный вариант.. Сопоставление трех вышеуказанных сценарных варианта приводит к выводу, что инновационный вариант выступает в качестве целевого для долгосрочной государственной транспортной политики, поскольку в полной мере позволяет реализовать стратегические интересы России [6].

Инновационный вариант предполагает ускоренное и сбалансированное развитие транспортной системы страны, которое позволит обеспечить транспортные условия для развития инновационной составляющей экономики, повышения качества жизни населения, перехода к полицентрической модели пространственного развития России. Инновации в качестве движущей силы развития не только транспорта, но и всей экономики рассматривались еще такими величайшими экономистами, как К. Маркс и Н. Кондратьев, а в настоящее время глубоко исследуются современным известным экономистом С. Глазьевым [3,6,7].

Тем не менее, для России характерно недостаточное внимание к научно-техническому прогрессу в сфере транспорта [5]. Это отражают следующие исторические факты. История значимых научных событий в области транспорта за период с начала зарождения

жизни на земле до XXI века позволяет говорить о низкой интенсивности научной деятельности в указанной сфере для России. Проанализировав, современные литературные источники, было выделено 401 мировое событие для транспортной науки, при этом Россия, занимающая восьмую часть земной суши и треть всей материковой части Евразии, знаменательна лишь восемью из них: Русский ученый Константин Эдуардович Циолковский (1857-1935) разработал теорию многоступенчатых ракет; Русский изобретатель Игорь Сикорский (впоследствии работавший в США) построил четырехмоторный самолет «Русский витязь» и совершил на нем полет; Сергей Королев (1906-66) и Михаил Тихонравов осуществили запуск ракеты с бензиново-кислородным жидким топливом; советские конструкторы Александр Александрович Морозов и Михаил Ильич Кошкин создали средний танк Т-34; в Советском Союзе совершил испытательный полет первый реактивный истребитель с жидкостно-реактивным двигателем – БИ-1; в Советском Союзе и США построены первые надводные суда-атомоходы (соответственно ледокол «Ленин», торговое судно «Саванна» и авианосец «Энтерпрайз», спущенный на воду в 1960 г.); советский космонавт Юрий Гагарин (1934-1963) совершил облет по орбите вокруг Земли; в Советском Союзе введен в эксплуатацию сверхзвуковой авиалайнер Ту-144 конструктора А. Н. Туполева (1888-1972). Сравнив этот показатель с показателями других стран, можно констатировать, что Россия занимает лишь восьмое место по интенсивности научной деятельности в сфере транспорта из двадцати девяти рассмотренных государств. Данный факт свидетельствует о необходимости переориентации государственной политики с решения краткосрочных задач на решение долгосрочных задач, а именно на усиление научной деятельности в сфере транспорта. Реализация данной задачи позволит достигнуть целей, указанных как приоритетные в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г., для чего предлагается выполнение следующих этапов работ: подготовка кадрового состава, формирование методической, научной и нормативно-правовой базы, организация бизнес-процессов управления транспортным комплексом, развитие существующих видов транспорта с последующей трансформацией в инновационные (рис. 1.).

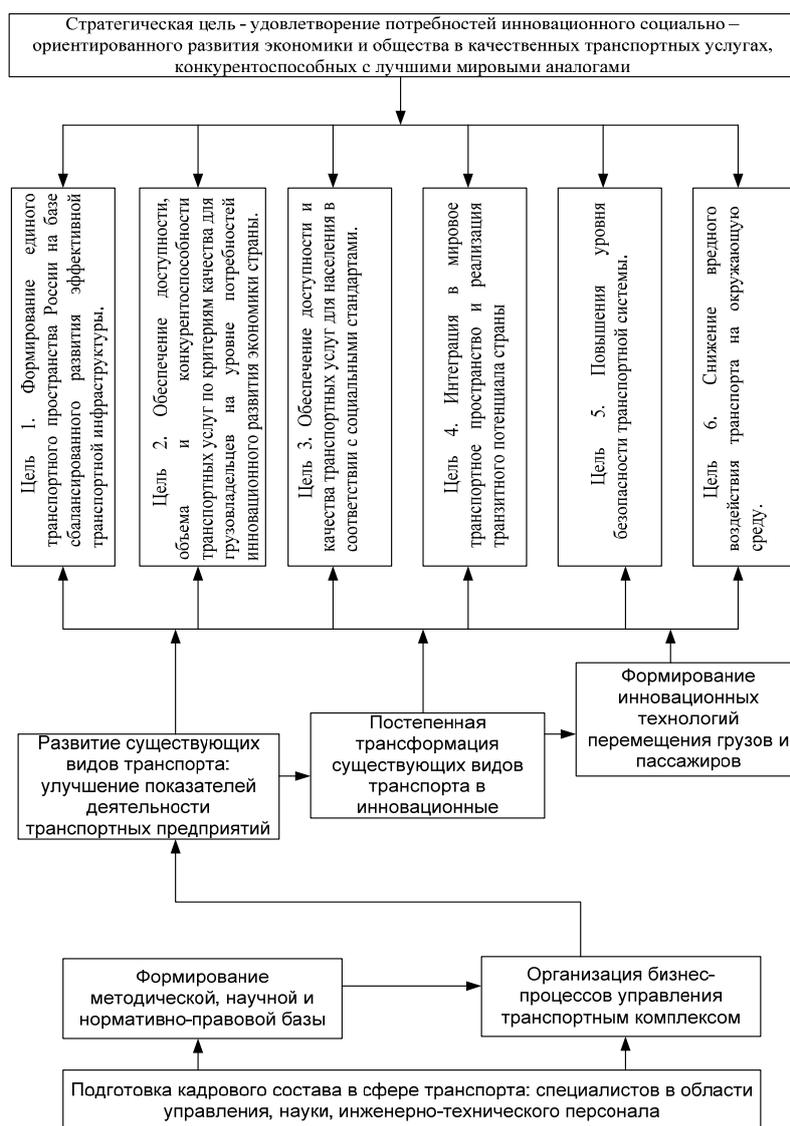


Рис. 1. Модель реализации стратегической цели развития транспортного комплекса

Каковы же требования к новым видам транспорта, которые можно уже обозначить сегодня? Современные специалисты в сфере транспорта, например, автор многочисленных работ по рыночной экономике и высоким технологиям А. И. Левенчук, утверждают, что новый транспорт должен обладать развитой инфраструктурой – инфраструктурой, предполагающей его повсеместность. Если эта инфраструктура не будет повсеместной, то не будет выполнено свойство мобильности. Главным требованием к новому виду транспорта является возможность инкрементальности его финансирования: возможность принимать деньги от многих источников, каждый из которых вкладывается в «свой» проект. Это означает, что новый вид транспорта должен задаваться как множество стандартов, обес-

печивающих совместимость его путевой и подвижной инфраструктуры, управления движением и т.д.

Еще одно принципиальное требование – это максимальное использование существующей «капиллярной» автодорожной структуры для удешевления стоимости «последней мили» при перевозках «от – двери – до – двери». Это удобство «от – двери – до – двери» и отсутствие пересадок и делает личные автомобили вне конкуренции в глазах населения – несмотря на многочисленные попытки привить любовь к общественному транспорту. Это требование может быть переформулировано следующим образом: транспорт будущего должен одновременно принадлежать к двум видам, а не к одному виду.

Потребитель хочет иметь собственный экипаж, подъезжающий прямо к дому и находящийся около сколько угодно времени для удобства посадки и высадки. И задача рынка – удовлетворить эту потребность.

Двухвидовый транспорт предполагает как возможность скоростного движения (200 – 300 км/ч) в режиме «динамических составных поездов» на подвесных направляющих новой транспортной инфраструктуры, так и езду по обычным автодорогам. Вполне возможно, что они будут получать электропитание от транспортной инфраструктуры новых магистралей и переходить на собственные электробатареи или гибридные двигатели при передвижении по необорудованной автодороге/улице.

Важным требованием к новому виду транспорта является скорость – обычно эту скорость определяют в 250-350 км/ч. Это удивительно, но человечество не меняет своих привычек тратить на передвижение около часа в день, существенно увеличив свою мобильность – преимущественно за счет увеличения скорости передвижения.

Сама идея нового вида транспорта возникает как раз из необходимости найти технологический выход из покрытия всей земли автомобильными дорогами. Наиболее близко к

требуемым скоростям подошли проекты скоростных железных дорог и дорог на магнитной подушке – но их цена остается крайне велика, к тому же они обладают всеми недостатками общественного транспорта: добраться до точки посадки от точки высадки занимает времени много больше, нежели сам переезд [4].

Построение инфраструктуры инновационного транспортного комплекса предлагается проводить с использованием двух стратегий: первая стратегия является базовой, которая позволит в условиях существующего состояния транспортного комплекса улучшить финансовые показатели деятельности транспорта, увеличить производительность труда за счет введения новых способов организации труда на транспортных предприятиях, вторая стратегия - стратегия передовых технологий, данная стратегия нацелена на построение нового инновационного транспортного комплекса в будущей перспективе, она опирается на постепенную смену существующего подвижного состава, замене путей сообщения, появлении абсолютно иных видов транспорта. Именно на реализации второй стратегии и акцентировано внимание далее (рис. 2.).



Рис. 2. Формирование инфраструктуры инновационного транспортного комплекса с использованием стратегии передовых технологий

Первое, что необходимо отметить, что поскольку транспортный комплекс является составляющей экономики государства, то планировать основные показатели грузооборота и пассажирооборота предлагается исходя из требуемого уровня подвижности населения и грузов, которые в свою очередь определяются скоростью и себестоимостью перевозок. Для чего необходимы новые способы передвижения, являющиеся результатом научно-технического прогресса. Одним из способов получения научных разработок в сфере транспорта является программа копирования западных технологий.

Известный российский экономист, доктор экономических наук В. Полтерович утверждает: «В России, как и в других странах аналогичного уровня развития, фирмы за редким исключением не предъявляют спрос на инновации: им выгоднее заимствовать. Немногие предприятия, способные получать прибыль от освоения принципиально нового, сосредоточены в нескольких передовых регионах и работают почти исключительно на экспорт. Остальные оказываются на периферии государственного внимания. Это ведет к разобщенности бизнеса и государства, к обилию незавершенных инициатив и масштабным издержкам. И теория, и опыт разных стран с очевидностью демонстрируют, что в такой ситуации ставить задачу немедленного перехода на инновационный путь преждевременно. Необходимо выработать стратегию, обеспечивающую мобилизацию усилий для эффективного заимствования и постепенного перехода к инновационному развитию...».

В тоже время эффективное формирование инфраструктуры инновационного транспортного комплекса возможно только в условиях, когда копирование западных технологий осуществляется параллельно с развитием собственной научной базы. Следовательно, еще одним достаточно важным направлением в развитии транспортного комплекса является разработка новой техники и технологии, максимально адаптированных к российским условиям. В рамках данного направления предлагается сделать акцент на следующих мероприятиях: формирование научно-экспертных сообществ и проведение конкурсов среди регионов за право организации научных исследований по заданной тематике. Проведение конкурсов способствует усилению конкуренции путем привлечения максимального количества регионов и соответствующему расширению возможностей выбора исполнителей научной разработки. Важно создать условия, при которых все участники имеют возмож-

ность равноправно и эффективно участвовать в конкурентной борьбе предложений по выполнению заказа. Регионы победители получают право на ведение той или иной научной разработки с соответствующим финансовым обеспечением, результаты работ предлагается освещать в средствах массовой информации, что позволит не только создать положительный имидж для региона, но и мотивировать население к научной деятельности.

В качестве источника формирования ресурсов для проведения планируемых мероприятий предлагается рассмотреть как государственный бюджет, так и инвестиции со стороны частных инвесторов.

При этом финансирование со стороны государства может осуществляться и косвенно. Учитывая тот факт, что развитие научно-технического прогресса требует значительных затрат, необходимо обратить внимание на те затраты, которые не несут за собой организацию производственного процесса, а именно налоги [2]. Размер затрат на выплату налогов крупных предприятий достигает до 50 % в структуре затрат, при условии значительного их снижения предлагается обязать проведение определенных научно-исследовательских разработок, положительный результат от которых будет выгоден как самому предприятию, так и государству в целом. Вливание денежных средств может осуществляться как через прямое финансирование, так и через уменьшение одной из основных статей затрат большинства крупных предприятий – налогов.

### **Заключение**

Предложенные рекомендации по реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г направлены в первую очередь на разработку новых технологий в сфере транспорта, поскольку именно новые технологии в условиях ограниченности ресурсов позволяют сократить значительное отставание России от мировых тенденций в развитии транспорта.

### **Библиографический список**

1. Балацкий Е. В. Концепция текущей реальности З. Баумана и её приложения//Общественные науки и современность. – 2011. – №3. – С. 135–136.
2. Гавриленко Н. Г. Формирование модели диагностики транспортного комплекса//Вестник СибАДИ. – 2012. – №3. – С. 104.
3. Глазьев С. Ю., Микерин Г. И. Длинные волны: НТП и социально-экономическое развитие. – М.: Наука, 1989.
4. Горизонты транспорта: Эффективная транспортная политика/Экспертный совет Комитета

СФ по промышленной политике.– Челябинск: Социум, 2004. – С. 208–212.

5. Дьяконов Е. В. Механизмы активизации инновационно-предпринимательской деятельности в российской экономике. – 2012. – №3. – С. 112.

6. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2002.

7. Маркс К., Энгельс Ф. Полн. собр. соч.– 2-е изд.

8. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года– Электрон. дан., 2012. – Режим доступа [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT\\_ID=13008](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008), свободный. – Загл. с экрана.

## FEATURES OF DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT COMPLEX OF RUSSIA IN MODERN CONDITIONS

N. G. Gavrilenko

*Recommendations on the development of transport complex of Russia taking into account the purposes and the tasks designated in Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 are presented in the article.*

*Гавриленко Наталья Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятиями» СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление циклическим развитием транспортного комплекса. Общее количество публикаций– 25. [gng1978@mail.ru](mailto:gng1978@mail.ru)*

УДК 339

## СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА ДЕЛОВОЙ СРЕДЫ: МОДЕЛЬ-ОБЪЕКТ

Т. Б. Дороболук

**Аннотация.** В статье представлено исследование деловой среды - качественной характеристики сферы бизнеса, которая может быть охарактеризована комплексом компонентов. Выявлены важнейшие компоненты деловой среды: «законодательная база» и «национальные ценности».

**Ключевые слова:** предпринимательство, деловая среда.

### Введение

В условиях трансформации российской экономической системы весьма актуальными становятся вопросы исследования внешних условий развития предпринимательства – деловой среды, поиска социально приемлемых и экономически оправданных путей, способствующих повышению конкурентоспособности предпринимательства и его переходу на траекторию устойчивого развития.

Деловая среда является одной из важнейших составляющих информационного общества; недооценка ее особенностей, а также недостаточное изучение происходящих в ней процессов, приводят к снижению эффективности предпринимательской деятельности. Не случайно, что современный американский менеджмент основан на системном и ситуационном подходах к управлению предпринимательской деятельностью, этим вопросам теперь уделяется особое внимание и в России. Деловая организация рассматривается, прежде всего, как открытая система. Главные предпосылки успеха ее деятельности отыски-

ваются не только внутри, но и вне ее, т.е. успех связывается с тем вектором экономической политики, которое проводит государство в отношении предпринимателей, создавая стимулы и формируя вознаграждения благодаря действующему законодательству и другим институтам.

Выявление действительного значения переживаемых ныне Россией экономических и социальных трансформаций, научная оценка их последствий для деловой среды, должны учитываться в модели, способной поместить предпринимателя в общую картину эволюции экономических отношений и оценить взаимное влияние предпринимателя и деловой среды.

### Деловая среда

Деловая среда – это сложное, многогранное понятие.

Исследование экономической литературы свидетельствует об осознании все большим числом ученых роли деловой среды в развитии экономической системы. «Деловая среда» не является моносемичным понятием, в науч-

ной экономической литературе нет однозначного подхода к данной категории и составляющих ее компонентов. Наблюдается тенденция употребления таких понятий как «хозяйственная среда», «экономическая среда», «деловая среда», «предпринимательская среда» в качестве синонимов. Однако данные термины (за исключением «деловая среда» и «предпринимательская среда») следует различать. Хозяйственная среда – это наиболее комплексное из перечисленных понятий, которое описывает жизнеустройство общества во всей его полноте. Деловая или предпринимательская среда является в свою очередь составляющей экономической среды, так как предприниматель – субъект рыночных отношений. Однако на деятельность предпринимателя влияют и факторы нерыночной природы.

Таким образом, экономическое содержание понятия «деловая среда» включает совокупность внешних условий, влияющих на предпринимателя в его инициативной, самостоятельной, особо рискованной, инновационной экономической деятельности. Деловая среда – это качественная характеристика сферы бизнеса, система которой может быть охарактеризована комплексом компонентов.

По мнению автора, экономическая культура как составляющая культуры материальной является важной составляющей деловой среды. Культурные традиции и ценности – фундамент правил и норм поведения, принятых в обществе и определяющих его институциональное устройство, которое влияет на деловую среду и предпринимательство. Это положение учтено при построении модели деловой среды путем введения следующих компонентов: материальная культура, духовная культура, правовая культура, экологическая культура. То есть культура выступает как интегрирующее начало деловой среды.

Изменяя экономические институты и деловую среду в рамках рыночного типа хозяйствования, государственным органам недостаточно создать свод законодательных актов для предпринимателей, нужно учитывать уровень развития самого общества (общую культуру, правовую культуру, экономическую и др.). По мнению Куликова Л.В. [1] культура выстраивает адекватные себе экономику и политику.

По аналогии сформулировано следующее положение: культура сообщества выстраивает адекватную себе деловую среду.

Российская деловая среда имеет специфические отличия. Согласно исследованию О.

Э. Бессоновой [2] «...на протяжении длительного исторического периода действовали институты раздаточной экономики, перераспределяющие блага через особые государственные, правовые, экономические и социальные механизмы. Однако одновременно зарождались и существовали рыночные институты, только в компенсаторной форме». Следовательно, для построения рыночных отношений необходимо изменение неформальных и формальных норм и правил поведения не только предпринимателей, но и других субъектов деловой среды. Лишь экономические агенты, принявшие принципы развития и «взавшие на вооружение определенные знаниевые инновационные стратегии» [3], могут обеспечить изменение деловой среды и гарантировать развитие полноценных предпринимательских отношений.

Рассмотрение каждой модели для понимания целого необходимо вести через анализ составляющих ее частей, что восходит к античной философии (Платон, Аристотель).

Деловая среда является системой. Авторская модель системы представлена четырьмя факторами: политика, право, экономика и социальный фактор.

Все факторы одинаково важны и только их полнота набора (целостность) и выполнение каждым своих функций является законом эффективности функционирования предпринимательства. Умаление или возвышение любой из функций чревато негативными последствиями. Недооценка роли материального производства ведет к снижению уровня потребления и нарастанию кризисных явлений, что связано с ограничением предпринимательской деятельности. Гипертрофирование, разбухание политических институтов способно привести к установлению тоталитарной системы, которая подавит все формы свободного волеизъявления личности предпринимателя, иных объединений, приведет к социальной энтропии.

Предложенная модель деловой среды строится на геометрии тел Платона и совершенных чисел Эйлера. Целостное восприятие модели объекта «деловая среда» рассматривается в триаде: «модель-объект» (рассматривается в данной статье), «модель-субъект» и «модель-исследователь». Предлагается рассматривать модель в горизонтальной плоскости. При этом считается, что вертикальной составляющей можно пренебречь.

Модель-объект (рисунок 1) представлена в горизонтальной плоскости «прямоугольника

с дыркой» (тор). Рассматривая в горизонтальной плоскости проекцию винтовой непрерывной последовательности, видно, что она представлена в виде винтовой линии с фиксированным числовым рядом: 0, 1, 2...28. Модель определена 28 различными компонентами. Это второй ряд совершенных чисел, который формирует симметричные области,

полученные как точки пересечения четвертого порядка. Второй ряд совершенных чисел древние математики представляли как:  $28 = 2^2 \cdot (2^3 - 1) = 4 \cdot 7$ , где применительно к данной модели 4 - это число факторов модели, 7 - сумма делителей числа 4 (1, 2, 4). Во втором ряду совершенных чисел ядро Леувилля будет определяться  $(4 \cdot 6) + 4 = 28$ .

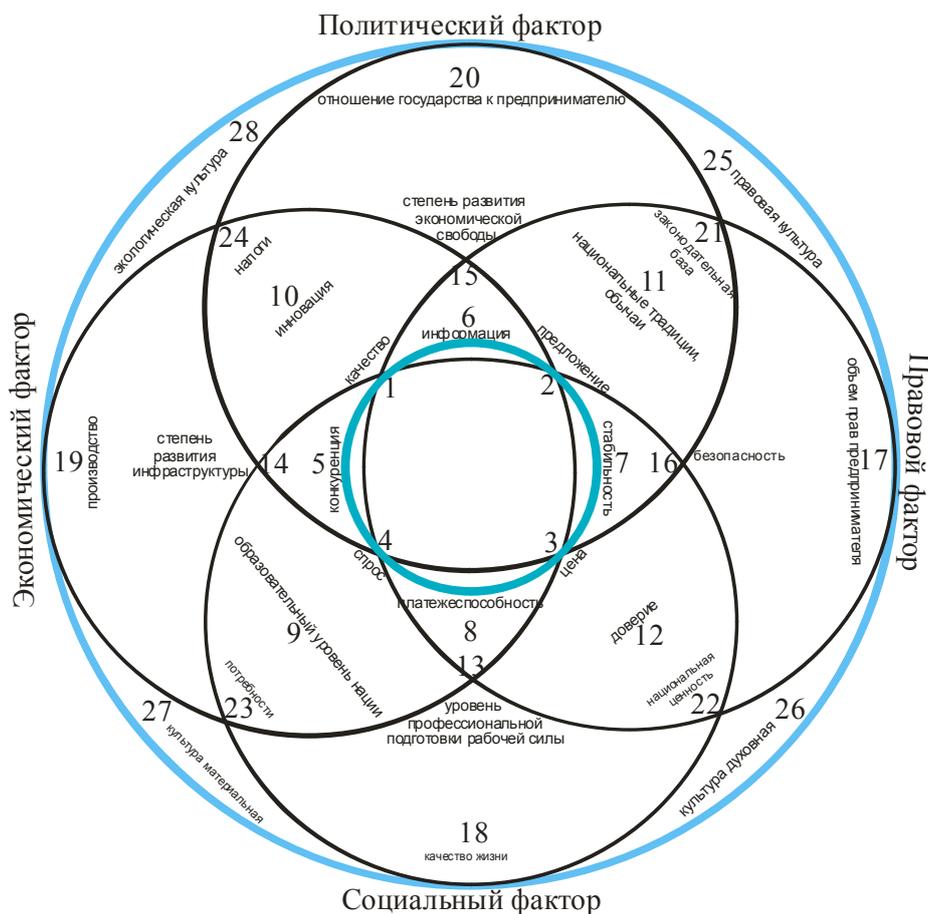


Рис. 1. Модель деловой среды

Каждый компонент можно представить в виде: «число», «имя» «объем», последний определен триадой «материя – энергия - информация».

В модели деловой среды 12 совершенных точек (узлов): 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24. Другие точки бинарной деловой среды определены натуральными числами, представленными интегральными областями. Так, например, для компоненты № 10, имя которой «инновации» ее область определена компонентами № 1, № 14, № 24.

**Свойства модели деловой среды как системы**

Функциональная целостность (эмерджентность) - свойства целого не сводятся к

суммарным свойствам частей. Модель подчиняется закону возрастания эмерджентности: чем больше компонентов в системе, тем большую долю от всей содержащейся в ней информации составляет системная информация. Произведен расчет коэффициента эмерджентности Хартли для трех случаев по формуле:

$$1 \leq \frac{\log_2 \sum_{m=1}^M C_m^m}{\log_2 W} \leq \frac{W}{\log_2 W},$$

где  $W$  – количество элементов (мощность состояний объекта управления);

$M$  – максимальный уровень сложности смешанных состояний объекта управления;

$C_W^m$  - сочетания «по m» классических состояний;  
отражает уровень системности объекта и изменяется от 1 (системность отсутствует) до  $W/\text{Log}_2 W$  (системность максимальна).

При  $W = M = 12, 16, 28$ .

1)  $W = M = 12, 1 \leq 3,347 \leq 3,58$ ;

2)  $W = M = 16; 1 \leq 3,347 \leq 3,58$ ;

3)  $W = M = 28, 1 \leq 5,289 \leq 5,29$ .

Числитель формулы отражает ситуационный подход к структуре модели деловой среды, в знаменателе представлен системный подход. В зависимости от возможного количества компонентов (12; 16; 28) структура коэффициента колеблется от 3,58 до 5,29. Коэффициент эмерджентности при максимальном значении  $M=28$  принимает значение равное 5,29, что свидетельствует о полном описании всех возможных состояний системы деловой среды. При возрастании количества компонентов в системе коэффициент эмерджентности возрастает, что показывает различное состояние данной системы и содержащейся информации в каждом компоненте.

**Сложность и связность системы.** Сложность системы определяется числом элементов и числом связей между ними. Число различных состояний данной системы составляет 2756. Кроме наличия связей между элементами для системы характерно наличие целенаправленного взаимодействия между ними. В этом случае можно сказать, что система способна реализовать определенную функцию.

**Симметричность.** Архитектура и конструкция деловой среды не противоречит закону симметрии. Изменение (деформация) отдельных элементов может привести к потере эффективности деловой среды и сужению рынка. Модель деловой среды построена с учетом правила «золотого сечения» (деление отрезка в крайнем и среднем отношении). Следует отметить, что американские экономисты используют правило «золотого сечения» при прогнозировании.

Представленная в модели симметрия и ее архитектура сродни симметрии в природе, которая представлена в рамках ромашково-грибковой симметрии.

**Делимость.** Деловая среда состоит из четырех подсистем (факторов), наделенных специфическими признаками, отвечающим конкретным целям и общим задачам в части повышения эффективности предпринимательской деятельности.

Разработанная авторская модель не противоречит следующему требованию: сумма всех делителей совершенных чисел ( $N=12$ ) разлагается на множители: 1, 2, 3, 4, 6, 12. Сумма этих чисел дает нам число 28. Впервые доказательная база представлена Джоном Валлисом в 1658 году.

**Иерархичность системы и ее парадокс.** В социально-экономических системах, к которым относится деловая среда, коэффициент иерархии достигает – единицы ( $5 \pm 2$ ), в технических системах данный коэффициент может достигать нескольких тысяч. Парадокс иерархичности заключен в том, что задача описания данной системы возможна лишь при наличии описания другой системы, в которую входит данная система. В свою очередь описание системы как элемента другой системы возможно только при описании ее как системы. Таким образом, парадокс иерархичности представляет собой взаимную обусловленность решения двух задач: описание системы как таковой; описания системы как элемента более широкой системы.

**Синергия.** Деловая среда как система представляет собой единое целое, где совместные действия индивидов в пространстве и времени направлены на достижение желаемого результата.

Таким образом, деловая среда – это с одной стороны - упорядоченная система, которая учитывает объективность экономических законов и подчиняется свойствам теории систем (эмерджентность, структура, сложность и связность, делимость, иерархичность, синергия), с другой стороны – деловая среда выступает условием совершенствования процесса предпринимательской деятельности.

**Изучение модели деловой среды** связано с построением матричной информационной модели (метод впервые разработан и использован ЦЭМИ АН СССР в 60-х гг. XX в.). Данный метод широко используется в практике ведущими российскими экономистами: З.В. Алферовой, Е. В. Луценко и другими учеными.

Исследуемые качественные (нечисловые) факторы характеризуются тем, что над ними нельзя выполнять арифметические операции. Соответственно, возникает потребность в методах, обеспечивающих совместную сопоставимую обработку разнородных числовых данных и данных нечисловой природы. Таким образом, цель дальнейшего исследования - с использованием статистических методов - создание модели взаимодействия компонентов деловой среды. Для указания взаимодействия компонентов принята матрица размером  $28+1$  строк и столбцов.

Проанализированы результаты итоговой строки и столбца, полученные суперпозицией единиц матрицы в них с помощью методов статистики.

Распределение числа компонентов по интервалам приведено в таблицах 1, 2. Результаты таблицы 2 представлены графически (рис. 2).

Таблица 1 - Показатели интервалов на «входе»

Величина интервала (шаг = 2,5)	Количество компонентов в интервале	Номер компонента в интервалах по строкам	Вес интервала
$2,0 \leq X < 4,5$	4	1,4,23,25	$4+2+4+4=14$
$4,5 \leq X < 7,0$	8	2,3,5,14,19,24,26,27	$5+5+5+5+6+6+6+5=43$
$7,0 \leq X < 9,5$	4	8,12,15,16	$9+9+9+7=34$
$9,5 \leq X < 12,0$	4	10,13,17,20	$10+10+10+10=40$
$12,0 \leq X < 14,5$	5	6,9,18,21,28	$12+13+12+12+13=62$
$14,5 \leq X < 17,0$	3	7,11,22	$16+15+15=46$

Таблица 2 - Показатели интервалов на «выходе»

Величина интервала (шаг = 3,0)	Количество компонентов в интервале	Номер компонента в интервалах по столбцам	Вес интервала
$2,0 \leq X < 5,0$	4	6,7,11,22	$3+4+3+2=12$
$5,0 \leq X < 8,0$	7	2,9,12,13,17,24,28	$7+5+5+6+6+5+7=41$
$8,0 \leq X < 11,0$	9	1,3,10,14,15,18,21,25,26	$9+9+8+9+9+8+9+10+9=80$
$11,0 \leq X < 14,0$	5	4,5,8,20,23	$11+12+12+11=46$
$14,0 \leq X < 17,0$	2	16,27	$14+14=28$
$17,0 \leq X < 20,0$	1	19	20

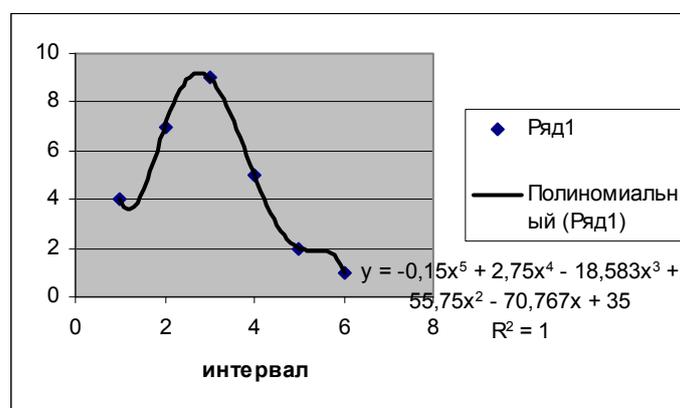


Рис. 2. Функция деловой среды на выходе по количеству компонентов в интервале (28 компонентов)

Несмотря на то, что размах вариационного ряда был разным и соответственно равен:  $R_n = 2,5$ ;  $R_b = 3,0$ , на входе и выходе мы получили одинаковое количество – 6 интервалов (таблицы 1, 2). Во втором интервале на входе, включающем максимальное количество компонентов, и во втором интервале на выходе встречаются такие компоненты как «предложение» (№ 2) и «налоги» (№ 24) (таблицы 1, 2). Это говорит о том, что функция, полученная нами на выходе (рис. 2.), учитывает природу экономического процесса.

На рисунке 2 показана функция распределения частот компонентов по интервалам, линия тренда, полиномиальное уравнение. Значение коэффициента  $R^2 = 1$  свидетельствует, что закон распределения вероятностей отражает объективность предложенной модели.

Проведенные расчеты позволяют перейти к описанию результатов исследования матрицы инцидентности модели деловой среды.

Функция деловой среды (рисунок 2) наглядно показывает характер распределения компонентов по интервалам на выходе. Мак-

симальное количество – 9 компонентов входит в третий интервал, который указывает значимые компоненты, необходимые для эф-

фективного функционирования деловой среды (рисунок 3).

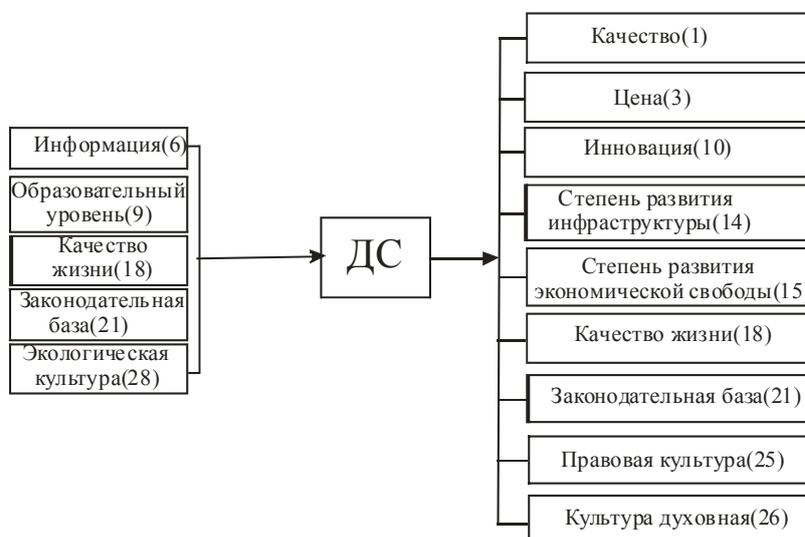


Рис. 3. Взаимодействие компонентов деловой среды (28 компонентов)

Далее построена матрица смежности (12 компонентов). *Выявлены важнейшие компоненты деловой среды - «законодательная база» и «национальные ценности».* Они проецируют условия, необходимые для полноценного функционирования деловой среды и расширения рынка. То есть традиции и ценности, поддерживаемые в обществе и имеющие рыночную направленность, порождают категории, необходимые рыночной среде и предпринимателю как субъекту рыночных отношений. Разрыв же российских культурных деловых традиций является тормозом введения правил рыночных взаимоотношений.

Анализ модели показал, что предположение о значимости институтов для деловой среды (под которыми понимаются правила и нормы поведения, принятые в обществе и которые зависят от культурных ценностей) ока-

зывается верным. То есть для существования эффективной деловой среды необходимы сложившиеся и устоявшиеся неформальные правила и нормы поведения, которые при полноценном функционировании правового, политического, социального и экономического факторов (подсистем) частично находят свое отражение в формальных правилах (законах и др.).

Дальнейшее изучение матрицы смежности (12 компонентов) позволило выявить *значимые компоненты деловой среды на выходе* (рис. 4). *Это компоненты, имеющие наибольший вес – «предложение» (№ 2), «цена» (№ 3), «спрос» (№ 4), «степень развития инфраструктуры» (№ 14), «степень развития экономической свободы» (№ 15), «потребности» (№ 23).*

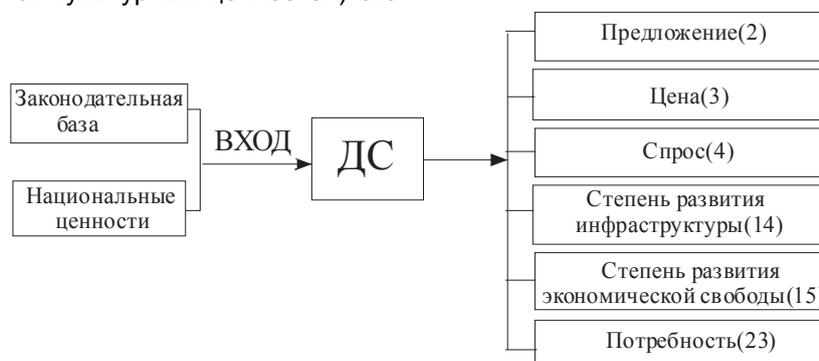


Рис. 4. Взаимодействие компонентов деловой среды (12 компонентов)

Таким образом, предпринимательская деятельность представляет собой важнейшую часть не только экономической, но и социальной жизни и скрепляется разнообразными нормами, правилами, нравственными обязательствами и другими обычаями, которые в совокупности и формируют конкретную деловую среду (ДС).

*Доверие* (компонент № 12) оказывается неким показателем степени согласованности

формальных и неформальных институтов, определяющих рыночные отношения и как следствие возможности предпринимателя.

Приведем данные опросов (таблица 3), проведенных в 2008 году общественной организацией «Опора России» и Интернет-журналом «Капитал страны» при финансовой поддержке Министерства экономического развития РФ [4].

Таблица 3 - Если оценивать практику делового взаимодействия, то в какой степени Вы доверяете экономическим агентам?, %

Вариант ответа	Тип экономического агента		
	Представители бизнеса	Представители власти	Сотрудники компании
Полностью доверяю	9,4	6,6	46,9
Скорее доверяю, чем не доверяю	48,9	30,1	40,2
Скорее не доверяю, чем доверяю	23,1	33,4	5,5
Совсем не доверяю	9,7	19,7	3,0
Затрудняюсь ответить	8,9	10,2	4,3
Индекс доверия	52,4	43,1	75,4

Низкий уровень доверия позволяет взаимодействовать предпринимателям лишь в рамках системы формальных правил и положений, которые нужно постоянно выработать, согласовывать, отстаивать в суде. Все это приводит к росту транзакционных издержек.

Проведенный анализ позволяет заключить: *правовая подсистема* деловой среды, критерием которой служит компонент «законодательная база» (№ 21) несовершенна и сужает поле деятельности современного предпринимателя. Если предложенная модель деловой среды предполагала важность и полноценность функционирования каждой из четырех подсистем (факторов), образующих деловую среду, то невыполнение правовой подсистемой своих функций (через институты) в России приводит к сужению не только правовой подсистемы, но и ограничению рыночных отношений, субъектом которых является предприниматель. Возможности российского предпринимателя, особенно представителей малого бизнеса ограничены несовершенными правовыми условиями, отсутствием согласованности формальных и неформальных правил в защите процессов обмена, что объясняется отсутствием рыночной культуры как образа жизни и определенного типа мышления. Стабильность деятельности предпринимательской среды возможна при полноценном функционировании политики, права, социального фактора и экономики.

### **Заключение**

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Предложено понятие «*деловая среда*» - совокупность внешних условий, влияющих на предпринимателя в его инициативной, самостоятельной, особо рискованной, инновационной экономической деятельности.

2. Построена модель деловой среды, представленная вторым рядом совершенных чисел и состоящая из 28 компонентов. Описаны свойства модели как системы.

3. Для формализации отношений между компонентами использована технология матричной информационной модели, которая позволила качественные показатели взаимосвязей компонентов перевести в числовые данные.

4. Приведена функция деловой среды по 28 компонентам, выраженная полиномом пятой степени с коэффициентом корреляции  $R^2 = 1,00$ , что свидетельствует о тесноте связей между экспериментальными и теоретическими данными. Дана оценка модели в части структурности, организованности ее компонентов, коэффициент эмерджентности Хартли, рассчитанный по 28 компонентам модели, составил 5,29.

5. Анализ полученных гистограмм по входу и выходу (28 компонентов) показывает повторяемость параметров в одном интервале (налоги и предложение). Это подтверждает связь в части зависимости налоговых поступлений и ставки налогов, а также значит, что функция,

полученная нами на выходе, среди прочих содержит кривую Лаффера.

6. Исследования взаимосвязи 28 компонентов модели по входу позволили заключить, что все компоненты разделяются на две подсистемы - рыночной и нерыночной природы. Несмотря на то, что предприниматель является субъектом рыночных отношений, на его деятельность влияют факторы нерыночной природы, к которым относятся экономическая политика государства в области инноваций, политика в сфере науки и образования и др.

7. Матрица смежности относительно 12 узловых компонентов модели и построенные на ее основе функции по входу позволили выделить минимальное количество важнейших компонентов деловой среды - это «законодательная база» (№ 21) и «национальные ценности» (№ 22); а по выходу такими компонентами являются «предложение» (№ 2), «цена» (№ 3), «спрос» (№ 4), «степень развития инфраструктуры» (№ 14), «степень развития экономической свободы» (№ 15), «потребности» (№ 23). Таким образом, получены шесть главных «рыночных» компонентов, подчиняющихся объективным экономическим законам. Данные компоненты действуют на всех без исключения рынках.

### Библиографический список

1. Куликов Л. В. Капитализм и российская цивилизация // Философия хозяйства. Альманах Центра общественных наук и экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. 1999. № 4, с. 154-155.

2. Бессонова О. Э. Институты раздаточной экономики России: ретроспективный анализ. Монография. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 1997. 72 с., с. 38.

3. Щедровицкий П. Г. Понятие рынка в системомыследеятельностном подходе // «Программирование культурного развития: региональные аспекты», Вып. II, 1993, с. 20-58.

4. Рынок доверия и национальные модели корпоративного сектора экономики // <http://kapital-rus.ru/articles/article/174021>.

5. В. В. Бирюков Особенности предпринимательской деятельности в инновационной экономике // Вестник СибАДИ № 4 (18). С. 89 – 94.

### SYSTEM PARADIGM OF BUSINESS ENVIRONMENT: MODEL-OBJECT

T. B. Dorobolyuk

The paper presents a study of the business environment - the qualitative characteristics of businesses, which can be characterized by complex components. Identified key components of the business environment, "legislation" and "national values".

*Дороболук Татьяна Борисовна - кандидат экономических наук. Начальник отдела развития предпринимательства управления развития предпринимательства и потребительского рынка департамента городской экономической политики Администрации города Омска. Основные направления научных исследований: предпринимательство, факторы влияющие на его развитие. Общее количество публикаций: 52. e-mail: dor1974@mail.ru.*

УДК 65.05; 711,424

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО КЛАСТЕРА

В. Ю. Кирничный

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы совершенствования технологий и методов строительного производства, а также формирования механизмов активизации данных процессов в условиях создания инновационного строительного кластера.

**Ключевые слова:** строительство, технологические изменения, методы строительства, инновации, модернизация, строительный кластер.

### Введение

В современных условиях возрастает уровень конкурентной борьбы, меняется ее природа и границы, усиливается неопределенность тенденций научно-технического прогресса строительных организаций и усложня-

ются организационные формы их взаимодействия. В настоящее время повышается значимость активизации региональных резервов технологического развития и использования инновационного потенциала строительного производства, который должен выступать ди-

намичной составляющей российской экономики, способной успешно адаптироваться к изменениям среды. При этом перемещение конкуренции с уровня отдельных строительных предпринимательских структур на уровень предпринимательских сетей усиливает необходимость применения эффективных форм и методов интеграции научной деятельности в строительное производство [1]. Вместе с тем используемые в практической деятельности подходы не позволяют получать ожидаемые и желаемые результаты деятельности субъектов инновационного процесса, поэтому весьма настоятельной становится потребность совершенствования применяемых и разработка более адекватных инструментов, позволяющих обеспечить эффективное технологическое развитие строительных предприятий и совершенствование методов строительного производства.

### **Теоретические исследования**

Как свидетельствует мировой опыт, в лидирующие позиции в международной конкуренции выходят страны, в которых создан механизм финансирования и экономического стимулирования инновационных процессов, основных на гибких методах прямой и косвенной государственной поддержки. Анализируя процесс формирования конкурентных преимуществ различных стран, М. Портер сформулировал концепцию «национального ромба», базирующейся на четырех основных детерминантах. Это: 1) параметры факторов производства, куда входит и человеческий капитал; 2) стратегия фирм; 3) наличие родственных отраслей, конкурентоспособных на мировом рынке; 4) характер спроса на внутреннем рынке. Он обратил внимание на особую роль кластеров фирм в экономическом развитии, позволяющих формировать инновационные структуры и получить синергетический эффект [7].

Для успешного развития строительной отрасли требуется формирование организационно-технологического пространства нового качества, важную роль в данном процессе способен выполнять строительный кластер. Необходимость создания строительного кластера обусловлена повышением роли строительной отрасли во всех сферах развития экономики, углублением международного сотрудничества, потребностью внедрения современных инновационных технологий строительного производства, эффективных форм и методов его организации. Для этого деятельность строительного кластера как локомотива инновационного развития должна опираться на соответствующие организационно-

технологические предпосылки, адекватную инновационную и образовательную инфраструктуру [2,3]. Работа кластера должна быть направлена на решение основных проблем строительной отрасли и коммерциализацию результатов совместных научных исследований и разработок.

В настоящее время на федеральном уровне сформирован ряд механизмов, позволяющих обеспечить поддержку мероприятий по развитию кластеров. Так, в соответствии с Правилами предоставления средств федерального бюджета, предусмотренных на государственную поддержку малого предпринимательства, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2005 г. № 249, на конкурсной основе осуществляется предоставление субсидий субъектам Российской Федерации на финансирование мероприятий, предусмотренных в соответствующей региональной программе. Благоприятные возможности для развития кластерных проектов открывает использование потенциала особых экономических зон технико-внедренческого, промышленно-производственного, туристско-рекреационного и портового типа, создаваемых в соответствии с Федеральным законом «Об особых экономических зонах» от 22 июля 2005 г. №116-ФЗ, а также технопарков, создание которых осуществляется в рамках реализации государственной программы «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий», одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 марта 2006 г. № 328-р. Механизмы финансирования проектов технологического развития кластеров также сформированы в результате образования и деятельности ряда институтов развития.

Строительный кластер выступает как территориальное межотраслевое объединение организаций, задействованных в строительном процессе (предприятий промышленности строительных материалов, строительных и проектных организаций, поставщиков оборудования и специализированных услуг, инновационных предприятий, научно-исследовательских и образовательных структур, финансово-кредитных организаций), взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом, совместная деятельность которых основана на механизмах инновационного кооперирования и направлена на реализацию наиболее перспективных направлений строительной отрасли (рис.1.).



Рис. 1. Строительный кластер Омской области инновационного типа

Факторные условия развития строительного кластера и потребности системной модернизации строительной отрасли в Омском регионе обуславливают необходимость создания строительного кластера инновационного типа, который, в отличие от традиционных кластеров, функционирует на основе механизмов инновационно-технологической кооперации и осуществляет свою деятельность не только на завершающей стадии инновационного цикла – коммерциализации, но и на его ранних стадиях.

Результатами создания строительного кластера является изменение качества технологического пространства, позволяющее обеспечить динамичный рост производительности и инновационно-технологической активности предприятий, входящих в кластер, а также повышение роли малого и среднего предпринимательства, активизация привлечения прямых инвестиций и ускоренное социально-экономическое развитие региона. Создание строительного кластера инновационного типа способствует в наибольшей степени

развитию и реализации конкурентных преимуществ строительной отрасли за счет эффектов инновационной кооперации. Вместе с тем получение данных эффектов невозможно без формирования адекватных организационно-технологических предпосылок, инновационной и образовательной инфраструктуры.

Инициаторами формирования кластера могут выступать руководители предприятий и организаций, работающих в соответствующей сфере экономической деятельности создаваемого строительного кластера, а также органы исполнительной власти, заинтересованные в развитии кластера. Формирование кластера осуществляется путем подачи заявлений руководителями предприятий и организаций, которые проявили заинтересованность стать участниками кластера и вошли в Координационный совет по созданию и развитию кластера. Координационный совет должен обеспечивать регулярное взаимодействие между участниками кластера с целью реализации стратегии развития кластера, которая должна обеспечить повышение конкуренто-

способности кластера, региона и страны в целом.

В работе кластера могут быть задействованы организации и предприятия следующих отраслей: производство строительных материалов; производство машин и оборудования; строительство (объектов производственного и жилищно-гражданского назначения, автомобильных дорог и др.); архитектура; образование и наука; коммунальные услуги; транспорт и связь; управление недвижимостью; сертификация продукции и услуг; профессиональные объединения и союзы; финансовые услуги; деловые услуги; издательская деятельность и полиграфия.

Базовым элементом технологического развития строительного кластера и его основой могут являться создаваемые системы учебно-научно-инновационных комплексов и распределительных инновационных площадок, обеспечивающих адаптивную подготовку высококвалифицированных рабочих и инженерно-технических кадров для строительной отрасли региона, выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и их коммерциализацию. Создание строительного кластера важно ориентировать на установление системного и функционально более полного регулирования развития строительного комплекса региона, повышение научно-технического уровня и формирование условий для устойчивого развития строительного комплекса региона, обеспечение стабильности и преемственности в развитии новых видов эффективной строительной продукции и строительных материалов, способствующих эффективному функционированию и развитию региона в современных условиях [4,5].

Деятельность строительного кластера в Омском регионе должна осуществляться в соответствии с разработанной и утвержденной Программой его развития. Государственным заказчиком Программы развития регионального строительного кластера является уполномоченный орган строительного кластера.

Перспективными направлениями работы строительного кластера в Омском регионе являются:

- обеспечение роста благосостояния населения в части удовлетворения спроса населения на жилье различной степени комфортности;
- снижение доли ветхого и аварийного жилья и повышение уровня обеспеченности современными объектами жилищно-

коммунального хозяйства и гражданского назначения (здравоохранения, культуры и спорта, образования, бытового обслуживания);

- обеспечение потребностей области в развитии автомобильно-дорожной сети, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог;

- обеспечение развития производственного сектора в части нового строительства, реконструкции и технического перевооружения промышленных узлов, предприятий, зданий и сооружений, инженерных сетей;

- снижение тарифов на энергоресурсы за счет повышения эффективности производственных процессов предприятий ЖКХ;

- обеспечение экологической безопасности при строительстве, реконструкции и техническом перевооружении промышленных узлов, предприятий, зданий и сооружений, инженерных сетей;

- обеспечение Омской области высококачественными строительными материалами (изделиями, конструкциями), удовлетворяющими требованиям современных строительных и экозащитных технологий;

- снижение себестоимости строительства и эксплуатационных затрат содержания объектов при одновременном повышении их надежности и долговечности;

- активизация научных прикладных исследований в сфере строительства, создание рабочих мест;

- разработка и внедрение инновационных технологий строительной отрасли и их интеграция в мировое инновационное пространство;

- развитие и внедрение современных энерго-ресурсосберегающих технологий, включая технологии «мультикомфортного дома», «пассивного дома», «умного дома»;

- проведение крупномасштабных исследований в рамках реализации проектов, пулов совместно с зарубежными партнерами;

- коммерциализация потенциала научно-технического и образовательного комплекса региона, функционирующего в области строительства объектов недвижимости и жилищно-коммунального хозяйства, строительства, ремонта и эксплуатации автомобильных дорог;

- создание условий взаимовыгодного сотрудничества с крупными иностранными строительными фирмами, научными организациями и образовательными учреждениями, работающими в направлении развития инновационной среды;

– реализация потенциала строительного комплекса, создания эффективных строительных конвейеров;

– содействие внедрению прогрессивных технологий развития строительной индустрии, обеспечивающих ее устойчивое, экономически выгодное и экологически безопасное развитие;

– содействие внедрению передовых концепций и технических решений в области автоматизации производственных процессов предприятий ЖКХ;

– повышение научно-технического уровня строительного комплекса региона;

– кооперация предприятий на строительном рынке с целью снижения себестоимости работ и повышения качества строительной продукции, а также увеличения объема ввода в эксплуатацию объектов недвижимости;

– освоение новых видов экологичной и энергоресурсоэффективной строительной продукции, проектов, строительных и экозащитных материалов и технологий, оборудования и средств малой механизации, автоматизации и производственных процессов;

– внедрение международных стандартов системы менеджмента качества ИСО 9001 в строительном комплексе; сертификация продуктов и услуг строительной отрасли;

– использование прогрессивного отечественного и зарубежного опыта, создание эффективных организационных форм, соответствующих сложной структуре и специфике строительной отрасли.

В настоящее время выделяется кластерная политика двух поколений [5]. Кластерная политика первого поколения представляет собой комплекс мер, осуществляемых федеральными и региональными органами власти по идентификации кластеров, определению поля деятельности формирующих кластеры фирм, созданию государственных органов поддержки кластеров и осуществлению общей политики поддержания кластеров в стране и регионе. Кластерная политика второго поколения базируется на хорошем знании о существующих в стране или регионе кластерах и подразумевает индивидуальный подход к проблемам развития каждого кластера в отдельности. Государство может стимулировать развитие кластеров, проводя различный комплекс мероприятий: «брокерскую» политику – создание платформы для диалога различных акторов кластера; диверсификацию местного спроса посредством размещения у местных компаний государственных заказов; повыше-

ние квалификации местной рабочей силы через реализацию программ дополнительного образования к переподготовки кадров; создание «бренда» региона для привлечения иностранных инвестиций. По роли государства при проведении кластерной политики выделяются четыре типа кластерной политики: Каталитическая кластерная политика, когда правительство сводит заинтересованные стороны (например, частные компании и исследовательские организации) между собой, но обеспечивает ограниченную финансовую поддержку реализации проекта; Поддерживающая кластерная политика, при которой каталитическая функция государства дополняется его инвестициями в инфраструктуру регионов, образование, тренинг и маркетинг для стимулирования развития кластеров; Директивная кластерная политика, когда поддерживающая функция государства дополняется проведением специальных программ, нацеленных на трансформацию специализации регионов через развитие кластеров; Интервенционистская кластерная политика, при которой правительство наряду с выполнением своей директивной функции перенимает у частного сектора ответственность за принятие решения о дальнейшем развитии кластеров и посредством трансфертов, субсидий, ограничений или регулирования, а также активного контроля над фирмами в кластере, формирует его специализацию. Согласно исследованию М. Энрайта, в 40 % из 160 региональных кластеров, развивающихся в настоящее время в мире, местные и региональные органы власти проводят поддерживающую кластерную политику. Каталитическая политика проводится национальными, региональными и локальными органами власти по отношению к примерно 20 % региональных кластеров, директивная – по отношению к 5 % кластеров, а интервенционистская – для 2-3 % кластеров. При этом наблюдается следующая тенденция: при движении по правительственной вертикали сверху вниз (от наднациональных, как Европейский союз, и национальных к региональным и местным органам власти) увеличивается доля правительств, проводящих специализированную кластерную политику – от 18 до 70 %. Чем «ближе» к региональному кластеру находятся государственные органы власти, тем они более интенсивно проводят кластерную политику.

### **Заключение**

Формирование и развитие строительного кластера позволит получить стратегически значимые конкурентные преимущества, технологические, экономические, социальные и

экологические эффекты. Он реализует инновационно-кооперационный механизм повышения технологического уровня и конкурентоспособности строительной отрасли; является инструментом диверсификации экономики и выступает одной из эффективных форм взаимодействия власти и бизнеса. Кластер стимулирует модернизацию строительной и смежных отраслей за счет создания устойчивых каналов передачи передовых знаний и обмена опытом в рамках единого технологического и информационного пространства; в регионе появляется дополнительная эффективная организационная форма привлечения, апробации и освоения передовых зарубежных технологий; в отрасли будут более эффективно распространяться и контролироваться новые стандарты качества за счет повышения уровня конкуренции, активизации работ по продвижению новых технологий на рынок.

### Библиографический список

1. Бирюков В. В. Производительность хозяйственных систем и модернизация промышленного производства // Вестник СибАДИ.- 2012.- №1 (23).
2. Бирюков В. В. Особенности предпринимательской деятельности в инновационной экономике // Вестник СибАДИ.- 2010.- №4.
3. Бирюков В. В., Романенко Е. В. Институт и институционально-эволюционная парадигма развития малого предпринимательства // Омский научный вестник.- 2012.- №1.

4. Кирничный В. Ю., Приоритеты и механизм модернизации автомобильно-дорожного комплекса // Вестник СибАДИ.- 2011.- №4.

5. Кирничный В. Ю., Лочан С. А. Программно-целевое управление инновациями в сфере ЖКХ // «Экономика образования».- 2012.- №3.

6. Пилипенко И. Кластерная политика в России // Общество и экономика. 2007, №8.

7. Портер М. Международная конкуренция.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.

### IMPROVED TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION METHODS OF PRODUCTION IN A CLUSTER OF INNOVATION

V. Y. Kirnichny

The issues of improving techniques and construction industry, as well as the formation mechanisms of activation of these processes in the creation of innovative building cluster.

*Кирничный Владимир Юрьевич – доктор экон. наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – модернизация Российской экономики, организационно-экономические механизмы развития строительства и транспорта.*

УДК 338.242

## ДОКУМЕНТООБОРОТ КАК ОСНОВА КОНТРОЛЛИНГА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В. А. Коробова

**Аннотация.** В статье рассмотрены регламенты документирования управленческой деятельности на основе Инструкции по ведению делопроизводства на примере промышленных предприятий Омского региона с применением контроллинга.

**Ключевые слова:** контроллинг, документационное обеспечение управления, инструкция по делопроизводству, менеджмент предприятия, регион.

### Введение

В новых экономических условиях для повышения эффективности управления промышленными предприятиями как в России, так и в Омском регионе необходимо уделять внимание постановке системы контроллинга и

совершенствованию работы с документами, так как всякое управленческое решение базируется на информации. Любая структура, стремящаяся к успеху, должна иметь четко организованный документооборот с высокой степенью технологии работы с документами,

которая определяет оперативность перемещения, исполнения документов и эффективность обеспечения руководства предприятия документированной информацией.

В качестве самостоятельной, но не менее важной задачи следует рассматривать своевременное и полное информирование руководства предприятия о требованиях, предъявляемых к деятельности, а также о критериях учета и оценки результатов этой деятельности. Указанная информация обычно доводится до сведения сотрудников предприятия в форме организационно-распорядительных и организационно-методических документов – должностных инструкций, инструкций по видам деятельности, внутренних стандартов качества, описаний технологии выполнения видов работы и т.д.

В связи с этим, на промышленных предприятиях Омского региона в последнее время остро стоит вопрос о необходимости построения эффективной системы контроллинга на основе информационно-документационного обеспечения управления. Важнейшими направлениями совершенствования делопроизводства при этом будут являться концентрация всех функций по документационному обеспечению в едином подразделении, совершенствование технологии работы с документами и разработка Инструкции по делопроизводству, которая должна четко и подробно устанавливать правила документирования и организации работы с документами и последовательно регламентировать весь комплекс делопроизводственных работ, а так же внедрение элементов контроллинга на базе созданного документооборота [4,5].

### **Основная часть**

В современной социально-экономической обстановке в условиях поиска оптимальных путей информатизации на промышленных предприятиях Омского региона первостепенное значение приобретает решение многоаспектной проблемы документационного обеспечения управления, при помощи которого процессы документирования приобретают нормативный ими упорядоченный характер.

Данная функция хозяйствующего субъекта на основе всеобъемлющего сбора, интеграции и анализа информации обо всех происходящих в нем процессах поддерживает принятие оперативных и стратегических управленческих решений на всех уровнях. Документооборот является одним из способов ведения бизнеса и осуществления практического руководства предприятием, потому что в систему документооборота могут входить разнообраз-

ные источники информации: письма, договоры, должностные инструкции, бухгалтерские и налоговые документы, управленческие отчеты и др. Система документооборота – такая же часть производственной инфраструктуры, абсолютно равноправная и необходимая, как и оборудование, ресурсы, персонал.

Поэтому для установления единых принципов работы с документами на всех уровнях управления создания условий для эффективного применения прогрессивных технических средств и технологий, совершенствования работы аппарата управления возникает объективная необходимость внедрения на промышленных предприятиях Омского региона контроллинга в систему документооборота.

Качество принимаемых управленческих решений напрямую связано с умением быстро и качественно отбирать необходимую информацию для предприятия, при этом необходимо анализировать и выявлять взаимозависимость между релевантной информацией и концепцией эффективного управления предприятием для обеспечения его долгосрочного существования.

Под контроллингом понимают процесс информационного обеспечения руководителей всех уровней управления предприятием при принятии ими управленческих решений и методическое сопровождение этого процесса [2]. Если исходить из такого понимания контроллинга, то контроль и анализ действий являются лишь управленческими инструментами в рамках комплексного информационного обеспечения руководства. При построении системы контроллинга прежде всего необходимо решить вопрос выбора подхода по систематизации экономической информации, который был бы одновременно гибким, простым и всеобъемлющим, что особенно важно на промышленных предприятиях Омского региона.

Применение контроллинга в виде целостной системы на промышленных предприятиях Омского региона – реальное конкурентное преимущество в условиях финансовой нестабильности, острой конкуренции и снижения доходности бизнеса [4,6].

В связи с этим предлагается определить место службы контроллинга в системе документооборота на примере предприятия ООО «Омская фабрика нетканых материалов» (ООО «ОФНМ»).

Так как служба контроллинга должна мониторить выполнение основных функций делопроизводственного обслуживания, то одной из важных задач в ее реализации ООО

«ОФНМ» является разработка и внедрение процедур и систем документооборота, в т.ч. регламентирование информационных потоков [5]. Внедрение на данном предприятии концепции контроллинга в системе документооборота позволило повысить эффективность всего процесса управления, а совместная согласованная работа служб документационного обеспечения управления и службы контроллинга позволило повысить качество обработки, движения и исполнения документов. Эффективная система контроллинга снизила нагрузку руководящего аппарата ООО «ОФНМ» и высвободило время для решения других задач.

Основная функция контроллинга заключается в осуществлении контроля за деятельностью структурных подразделений, а также в обеспечении достоверной информацией руководства ООО «ОФНМ» и своевременной координации деятельности всей системы управления предприятием в целом.

Систематизация управленческой информации на предприятии призвана сделать транспарентными все стадии процесса документооборота предприятия. В понятии информационной прозрачности объекта управления отражено представление о степени управляемости данного объекта. Особенность создания единой информационной модели на промышленных предприятиях Омского региона в первую очередь связана:

- с возникновением региональных кластеров;
- с иерархией организационной структуры управления и распределенностью деятельности;
- с многообразием применяемых информационных систем;
- с постоянными изменениями структуры управления в условиях быстро меняющейся внешней среды.

Следовательно, для практического осуществления методологии контроллинга на промышленных предприятиях Омского региона необходимо решение следующих задач: в системе бухгалтерского учета выделения управленческого учета, формирование функций контроллинга в системе управления предприятием, организация информационных потоков с целью формализации и целеориентации на принятие управленческих решений.

Обобщая, можно сказать, что контроллинг становится одной из технологий менеджмента предприятия. Элементы процесса управления (установление целей, планирование, учет, контроль исполнения, сравнение достигнутых результатов с запланированными, анализ и

принятие решений) почти всегда принимаются во внимание, когда говорят о контроллинге [6], и присутствуют объективно в той или иной форме при любом методе управления, в том числе и в системе документооборота. Контроллинг в целом работоспособен и эффективен только при работоспособности и эффективности всех элементов технологии менеджмента [3]. О контроллинге как технологии управления можно говорить тогда, когда все составляющие процесса управления формализованы, описаны и реализованы в виде документально оформленных процедур.

Документационное обеспечение процесса управления является основной обеспечивающей функцией менеджмента любого предприятия. От того, как оно организовано, во многом зависит эффективность управленческой деятельности. В свою очередь, порядок работы с документами на конкретном предприятии напрямую связан с организацией управления и зависит от структуры его аппарата, компетенции и функций органов управления, структурных подразделений. Поэтому в состав нормативной и методической базы документационного обеспечения управления (ДОУ) относят те локальные акты, которые регулируют управленческую деятельность конкретного предприятия [5].

Необходимость разработки внутренних документов диктуется законодательством, которое определяет их как регуляторы внутренней среды организационной структуры [1]. Являясь локальными нормативными актами, они составляют правовую основу деятельности предприятия, так как содержат нормы, обязательные для исполнения, как субъектами, так и объектами управления. Именно они регламентируют управленческие действия, то есть устанавливают порядок и фиксируют определенные условия их эффективного выполнения на предприятии. Среди таких условий можно выделить определение четкой структуры и правового статуса определенного звена управления, закрепление его функций и порядок функционирования. Кроме того, очень важно разработать и закрепить правила выполнения различных видов работ, в частности по документационному обеспечению управления.

В современном делопроизводстве основным локальным нормативным актом предприятия, который регламентирует технологию работы с документами и закрепляет принципиальные положения и технологические решения по ДОУ, является Инструкция по ведению делопроизводства [1]. Ее назначением является регламентация всех действий и опе-

раций с документами на протяжении всего их жизненного цикла на предприятии. В Инструкции отражаются особенности структуры, штатного состава и направлений деятельности предприятия.

Оставаясь на позиции необходимости разработки и применения именно инструкции по делопроизводству, попытаемся обосновать подход, согласно которому на предприятии должна быть не одна инструкция по делопроизводству (один документ для всех категорий работников), а набор (комплекс) инструкций, каждая из которых ориентирована на определенную категорию работников и учитывает их профессиональные потребности. При этом отметим, что речь идет именно об инструкции (инструкциях), поскольку по своему назначению это документ, который определяет последовательность (технологию) выполнения определенной работы (работ).

Цель Инструкции - совершенствование работы с документами, повышение качества подготовки документов, упорядочение документооборота, оптимизация управленческого труда и повышение эффективности управленческой деятельности в целом.

С практической точки зрения она предназначена для всех работников предприятия: от специалистов службы контроллинга и менеджеров по ДОУ до руководителей, специалистов структурных подразделений и технических исполнителей, выполняющих различные виды работы с документами, от аналитической обработки, требующей специальных знаний до технических операций. Материал излагается в Инструкции по делопроизводству в соответствии с общей технологией подготовки, обработки, хранения и использования документов на предприятии. Как правило, Инструкция строится по одному из двух вариантов, отличительной особенностью которых является структура, например:

1. Инструкция по делопроизводству начинается с регламентации обработки входящих, исходящих и внутренних документов, их регистрации, организации документооборота, контроля исполнения, систематизации и организации хранения, а затем устанавливаются порядок и процедуры подготовки документов с выделением требований к отдельным видам и разновидностям документов.

2. Материал Инструкции излагается в обратной последовательности: сначала требования к составлению и оформлению документов, затем технология их обработки, хранения и использования.

Очевидно, что данные различия не принципиальны и не меняют характера и назначе-

ния этого документа.

В процедуре разработки Инструкции можно выделить несколько этапов:

- сбор и анализ материала;
- разработка проекта Инструкции по делопроизводству, регламентирующая вопросы с учетом специфики деятельности предприятия;
- согласование, утверждение и внедрение Инструкции на предприятии;
- проведение обучения методике применения Инструкции на предприятии.

Перед разработкой Инструкции необходимо изучить основные правовые акты и нормативные документы в сфере документации и информации, а также проанализировать порядок работы с документами на конкретном предприятии.

Следующим этапом в разработке Инструкции является определение ее структуры или рабочего плана Инструкции. Состав разделов Инструкции, их последовательность, наличие приложений определяются ее разработчиками, но необходимо, чтобы положения Инструкции последовательно отражали все стадии работы с документами.

Как правило, основными разделами Инструкции являются «Документирование управленческой деятельности» и «Организация работы с документами». Дополняют Инструкцию раздел «Общие положения», а также приложения информационно-справочного характера.

В разделе «Общие положения» устанавливаются сфера распространения Инструкции, ее назначение, ответственность за несоблюдением норм документационного обеспечения управления. Кроме того, должна быть определена служба, которая отвечает за делопроизводство на предприятии в целом и в его структурных подразделениях. Важной составляющей данного раздела являются нормативно-методические документы, на которых основаны нормы и правила конкретной Инструкции по делопроизводству. Здесь же устанавливается порядок введения Инструкции в действие и внесения в нее изменений и дополнений.

В раздел «Документирование управленческой деятельности» включаются вопросы, связанные с составом управленческой документации; общие правила подготовки и оформления документов, включая правила оформления реквизитов документов; правила подготовки и оформления отдельных видов документов, их размножения, оформления и заверения копий; порядок изготовления, использования и хранения бланков, печатей и штампов.

Раздел «Организация работы с документами» содержит положения, отражающие все стадии работы с поступившей документацией, а также отправки исходящих документов; перемещение документов внутри предприятия; определение основных инстанций движения документов и правила обработки входящих, исходящих и внутренних документов на каждом этапе; правила обработки документов, поступающих или отправляемых по электронным или факсимильным каналам связи; порядок учета общего объема документооборота.

Отдельными разделами закрепляются правила регистрации документов, порядок ведения справочной работы и контроля исполнения документов. Другими словами, Инструкцией по делопроизводству должен быть определен детальный порядок обработки документов при их движении с момента создания или получения до окончания исполнения, отправки из предприятия или передачи в архив [5].

Важнейшим направлением деятельности по документационному обслуживанию является организация оперативного хранения доку-

ментов, законченных делопроизводством, и их подготовка к передаче на дальнейшее архивное хранение, что можно считать функциями контроллинга в системе делопроизводственного обслуживания. В соответствующих разделах устанавливаются правила формирования в дела отдельных категорий документов; порядок разработки и использования номенклатуры дел, систематизации и индексации дел; правила хранения документов в службе ДОУ и структурных подразделениях предприятия.

Отдельными разделами закрепляются вопросы организации и проведения экспертизы ценности документов для установления сроков их хранения, отбора для уничтожения или передачи на дальнейшее хранение; устанавливаются требования к составлению описей дел, подготовке и оформлению самих передаваемых дел.

Нормативные положения Инструкции по делопроизводству в ООО «ОФНМ» должны быть дополнены приложениями информационно-справочного характера, которые имеют важное практическое значение (таблица 1).

Таблица 1 - Состав приложений к Инструкции по делопроизводству в соответствии с выполняемыми функциями по категориям работников ООО «ОФНМ»

№ п/п	Наименование приложений	Приложения к Инструкции по делопроизводству	Категория работников
1	Образцы бланков документов	Общий бланк предприятия, бланк письма предприятия, бланк конкретного вида документа, бланк письма должностного лица	- заместитель директора по кадрам
2	Образцы заполнения форм документов, оформления основных видов документов, применяемых в управленческой деятельности данного предприятия	Приказ, распоряжение, протокол, акт, деловое письмо, служебная, докладная и объяснительная записки, справка и другие документы	- заместитель директора по кадрам; - специалисты структурных подразделений
3	Перечень нерегистрируемых документов	Рекламные извещения, поздравительные письма, приглашительные билеты, печатные издания и др.	- заместитель директора по кадрам
4	Перечень документов, требующих проставления оттиска гербовой печати	Архивная справка, договоры, доверенности, командировочные удостоверения, положения об организациях и др.	- заместитель директора по кадрам; - коммерческий директор;
5	Перечень документов, подлежащих утверждению	Акты, инструкции, положения об организации, штатные расписания и др.	- главный бухгалтер
6	Формы журналов, используемых для регистрации и учета документов, ведения справочной работы по документам	Поступающие, отправляемые и внутренние документы, приказы, факсы и др.	- заместитель директора по кадрам; - специалисты структурных подразделений
7	Форма номенклатуры дел, образец оформления обложки дела, формы описей документов дел	Номенклатура дел структурного подразделения, форма обложки дела постоянного хранения и др.	

Из сказанного выше становится понятно, что установленные Инструкцией правила являются обязательными не только для работников службы документационного обеспечения управления и службы контроллинга, но и для всех специалистов, работающих с документацией. Поэтому ее необходимо тиражировать в необходимом количестве экземпляров, чтобы каждый сотрудник в случае необходимости мог ознакомиться с правилами составления, оформления документов и работы с ними на предприятии.

Ни одна категория работников ООО «ОФНМ» не работает с Инструкцией в целом. Работников структурных подразделений интересуют, главным образом, вопросы подготовки документов, процедура их согласования, систематизация документов, организация их хранения и поиска.

Характерно, что Инструкция по делопроизводству акцентирует внимание на приказах и распоряжениях руководителя, а также на оформлении писем, актов, справок. К другим видам документов содержатся лишь общие требования. Отдельные же документы вообще не рассматриваются Инструкцией - такие как планы, отчеты, документы кадровой службы и др. В связи с этим при составлении документов на промышленных предприятиях Омского региона проявляется отсутствие единообразия, а их формуляры в ряде случаев не соответствуют общепринятым правилам документирования. Однако с практической точки зрения целесообразно показать в Инструкции весь комплекс работ с управленческой документацией, включающий обработку отчетной, расчетно-денежной документации, бухгалтерской, документации по личному составу и др.

Специалисты структурного подразделения должны знать, что подготовленный ими проект документа необходимо визировать у всех заинтересованных лиц, а затем представить на подпись руководителю, после чего документ должен быть передан в службу ДОУ на регистрацию и отправку адресату. Но как должна строиться система регистрации и учета документов, из каких составных частей должен состоять регистрационный номер, какие сведения о документе вводятся в базу данных или регистрационный журнал - эти и другие аспекты обработки документов специалисту структурного подразделения знать не обязательно, либо достаточно знать в общих чертах. Именно эти вопросы очень важны

для менеджеров по документационному обеспечению, потому что непосредственно им приходится выполнять работу по обработке документов, причем в полном объеме, включая ведение базы данных по документам, поиск документов и др.

Менеджеры структурных подразделений и менеджеры высшего звена также должны владеть определенным комплексом знаний об организации работы с документами, но для них важны в первую очередь те вопросы, которые непосредственно связаны с процедурой принятия решений и их исполнением.

Таким образом, поскольку правила составления и оформления документов должны знать не только менеджеры, которым непосредственно приходится заниматься подготовкой документов, но и другие категории работников, хотя и в меньшем объеме, необходимо разрабатывать новые методы регламентации делопроизводства - набор Инструкций по документационному обеспечению управления, ориентированные на конкретную категорию работников предприятия, как потребителей информации нормативного характера.

На наш взгляд, при разработке Инструкции по ведению делопроизводства на примере ООО «ОФНМ» целесообразно отразить следующие вопросы по обработке документов для каждой категории работников, при этом процедуры специалистов службы контроллинга и менеджеров службы ДОУ взаимосвязаны (таблица 2).

Таким образом, совершенствование документационного обеспечения системы управления на промышленных предприятиях Омского региона путем внедрения концепции контроллинга позволит получить следующие результаты:

- контролировать прохождение документов в подразделениях предприятия с момента их получения или создания до завершения исполнения, своевременное информирование сотрудников и руководства о поступивших и создаваемых документах;
- оптимизировать процесс согласования документов;
- обеспечить упреждающий контроль над своевременным исполнением документов, поручений руководства предприятия, оперативное получение информации о состоянии исполнения и месте нахождения любого документа.

Таблица 2 - Распределение процедур делопроизводства по категориям работников ООО «ОФНМ»

Категория работников	Выполняемый вид работы конкретной категорией работников	Состав процедур
Заместитель директора по кадрам (служба ДОУ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка и внедрение нормативных и методических документов по совершенствованию документооборота в структурных подразделениях;</li> <li>- осуществление первоначальной обработки поступающих и отправляемых документов;</li> <li>- регистрация входящих, исходящих и внутренних документов;</li> <li>- организация работы с документами, поступающими и отправляемыми по факсимильной связи и электронной почте;</li> <li>- ведение информационно-справочной работы по документам предприятия;</li> <li>- разработка и проектирование бланков документов;</li> <li>- организация своевременного рассмотрения документов и доведения документов до конкретных исполнителей;</li> <li>- организация контроля за сроками исполнения документов;</li> <li>- оформление копий документов и выписок из документов;</li> <li>- номенклатура дел предприятия: порядок разработки, утверждения, ведения;</li> <li>- формирование, оформление дел, подготовка дел к передаче на хранение в архив.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка положений о структурных подразделениях, должностных инструкций работников и т.д.;</li> <li>- прием корреспонденции, поступающей в адрес предприятия;</li> <li>- внесение сведений о полученных документах в регистрационные формы;</li> <li>- процедура доведения документов до конкретных лиц для совершения действий, указанных в документе;</li> <li>- предварительная проверка и регулирование хода исполнения документов;</li> <li>- разработка и корректировка номенклатуры дел;</li> <li>- формирование дел с документами и т.д.</li> </ul>
Директор Коммерческий директор Главный бухгалтер Главный инженер Менеджер по сбыту Начальник производства	<ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок рассмотрения поступающих документов, вынесение резолюции;</li> <li>- порядок согласования проектов документов, подготовленных в структурных подразделениях;</li> <li>- порядок принятия решений, подписание и утверждение документов;</li> <li>- контроль исполнения поручений со стороны руководства;</li> <li>- порядок приема-передачи документов и дел при смене руководителя.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методическое руководство и контроль за организацией делопроизводства в структурных подразделениях;</li> <li>- разработка предложений по совершенствованию организации работы с документами и т.д.</li> </ul>
Специалисты структурных подразделений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок регистрации документов, поступивших непосредственно в структурное подразделение и отправляемых из подразделения;</li> <li>- порядок согласования проектов документов;</li> <li>- правила составления и оформления документов;</li> <li>- ведение аналитической работы по документам;</li> <li>- организация поисковой работы по документам;</li> <li>- сроки исполнения документов, порядок и условия изменения сроков исполнения документов;</li> <li>- формирование дел в структурном подразделении и подготовка дел к передаче в архив.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение физической сохранности документа и соблюдение порядка доступа к информации в процессе его исполнения;</li> <li>- организация документооборота и контроль исполнения документов в структурном подразделении.</li> </ul>
Специалист информационных технологий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- внедрение новейших информационных технологий в работу с документами;</li> <li>- разработка предложений по применению средств компьютерной техники.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- процесс сбора, обработки, хранения и использования документов в локальной сети предприятия и т.д.</li> </ul>

**Заключение**

В заключение хотелось бы отметить, что для действенности системы документооборота, более высокой эффективности отдачи от внедрения Инструкции по делопроизводству

на промышленных предприятиях Омского региона можно создать систему контроллинга, которая своевременно будет не только осуществлять контроль и анализ документооборота, но и вносить изменения в процедуру ве-

дения делопроизводства, тем самым, позволив повысить исполнительскую дисциплину, культуру и эффективность менеджмента предприятия, усовершенствовать на единой основе постановку делопроизводства в целом.

### Библиографический список

1. Правила делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти, утв. Постановлением Правительства РФ от 15.06.2009 № 477 (в ред. Постановления Правительства РФ от 07.09.2011 № 751).
2. Ананькина Е. А., Данилочкин С. В., Данилочкина Н. Г. и др. Контроллинг как инструмент управления предприятием. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 279 с.
3. Карминский А. М., Оленев Н. И., Примак А. Г., Фалько С. Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 256 с.
4. Домашенко Г. А., Коробова В. А. О теоретических подходах к созданию концепции контроллинга в системе управления на предприятиях // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2010. – Т. 10, - № 4. С. 43-47.
5. Документирование управленческой деятельности на производственных и коммерческих предприятиях: учеб. пособие для студентов вузов,

обучающихся по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии легкой промышленности»: в 2 ч. / Боженко Н. Н., Домашенко Г. А., Коробова В. А. – Омск: Филиал ГОУ ВПО «РосЗИТЛП» в г. Омске, 2009 – 406 с.

6. Бирюков В. В., Боженко Т. А. Управление рисками на предприятии // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. - № 3 (17). – 2010. С. 95-96.

### FLOW OF DOCUMENTS AS THE CONTROLLING BASIS AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISES

V. A. Korobova

In article regulations of documenting of administrative activity on the basis of the Instruction on record keeping on an example the industrial enterprises of the Omsk region with controlling application are considered.

*Коробова Валентина Александровна – аспирант Филиала ФБГОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского» в г. Омске. Основное направление научных исследований - внедрение элементов контроллинга в систему управления промышленными предприятиями. Общее количество публикаций – 17. E-mail: korobovava@mail.ru*

УДК 658.7

## ФОРМИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ ВЛАСТНЫХ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР РЕГИОНА НА ПРИНЦИПАХ ЛОГИСТИЧЕСКОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

Б. Г. Хаиров

**Аннотация:** Обоснована необходимость логистического администрирования процесса становления многостороннего партнерства в регионе. Определены признаки сотрудничества предпринимательских и властных структур в рамках логистической системы на четко разработанных принципах паритетности многостороннего партнерства. *Lean-технологии* рассмотрены как один из инструментов создания логистической системы многостороннего партнерства в регионе. Раскрыта роль логистического администрирования в становлении отношений властных и предпринимательских структур многостороннего партнерства.

**Ключевые слова:** логистика, многосторонние партнерства, логистическое администрирование, *lean-технологии*.

### Введение

Важным фактором устойчивого экономического развития и достижения нормального уровня жизнеобеспечения населения является формирование цивилизованного современного предпринимательства в экономиче-

ском пространстве России. Экономические достижения, в том числе высокие темпы экономического роста, инвестиции, нововведения во многих странах с рыночной экономикой напрямую зависят от реализации предпринимательского потенциала.

Необходимым условием в процессе использования инноваций в при формировании региональной стратегии развития является единый подход в понимании нововведений, в том числе в управлении. Внедрение логистического администрирования во взаимоотношения предпринимательских и властных структур региона позволит сформировать эффективное многостороннее партнерство.

Имеющиеся исследования по данной теме либо носят общесистемный характер, либо затрагивают отдельные аспекты прикладного использования, что не позволяет увязать теоретические и методологические положения с актуальными проблемами реального построения и развития логистического администрирования в процессе становления многостороннего партнерства в регионе.

**Основная часть**

В новой экономической среде многие предпринимательские структуры не имеют четкой скоординированной политики формирования партнерских отношений. Необходимо отметить, что отсутствие глубоких теоретических исследований партнеров на этапе их выбора стало одной из главных причин низкой экономической эффективности взаимодейст-

вия властных и предпринимательских структур. Отсутствует понимание того, насколько тесными должны быть такие связи и каким образом должны осуществляться. Экономике региона необходимо такая организация бизнеса, которая бы отвечала требованиям адаптивности и открытости к инновациям.

Учитывая мировые тенденции современной экономики, автор считает, что предпринимательству необходимо сотрудничество и взаимовыгодные отношения с государством, партнерами по бизнесу, потребителями и обществом с целью формирования взаимовыгодных отношений в логистической системе многостороннего партнерства.

Классификационные признаки участников взаимодействия прослеживается из исследований определения предпринимательства, где проявляется ряд синергетических принципов, а именно принцип эффективности взаимодействия. Поэтому, автором предложена структура классификационных признаков участников частно-государственного взаимодействия (рис.1.), позволяющая учитывать их при построении логистической системы многостороннего партнерства.



Рис.1. Структура классификационных признаков участников частно - государственного взаимодействия

Сложность и условность данных характеристик признаков позволят менять и дополнять их с учетом особенностей многостороннего партнерства.

Таким образом, выделенные признаки частно-государственного взаимодействия будут трансформированы в его основные функции при поиске новых возможностей для достижения наилучших результатов сотрудничества предпринимательских и властных структур в рамках логистической системы на четко разработанных принципах паритетности многостороннего партнерства [3].

Созрела необходимость, в современных условиях развития экономики, региональным властям и субъектам предпринимательства в применении логистического подхода в планировании и организации государственных закупок, формировании государственных резервов регионального уровня и управления ими, создании механизмов быстрого реагирования на форс-мажорные политические и экономические ситуации.

Логистическая система взаимодействия властных и предпринимательских структур региона, на наш взгляд, должна быть основана на единстве логистического администрирования и организации предпринимательской деятельности в рамках многостороннего партнерства. Логистическое администрирование отличается от традиционного в логистике управления потоковыми процессами преобладанием функций моделирования и координирования, что существенно повысит уровень взаимодействия предпринимательских и властных структур региона. Так, по мнению, В. И. Сергеева: «администрирование логистических систем можно определить как комплекс управленческих функций и процедур, осуществляемых логистическими менеджерами фирмы (преимущественно с применением информационно-компьютерных технологий) для достижения стратегических, тактических и оперативных целей логистических систем» [2].

Созданию логистической системы партнерства и её успешному функционированию препятствуют, как правило, сохранение приоритета собственных, частных интересов входящих в систему субъектов и отсутствие реального их единства.

Логистическое администрирование в данном случае необходимо для обеспечения надежного и выгодного представления региона на внешнем рынке, а также для создания эффективных внутрирегиональных экономических связей, что позволит повысить инвестиционную привлекательность региона.

Период кризиса и восстановительного развития доказал неизбежность регулирования и координации на основе логистики объединенных усилий властных и предпринимательских структур. Таким образом, очевидно, что назрела необходимость разработки инструментария взаимодействия властных и предпринимательских структур на базе создания логистической системы многостороннего партнерства в регионе.

Логистическое администрирование позволяет рассматривать инновации в многосторонних партнерствах в области процессов, а не в области продукции, что позволит достичь экономического преимущества.

Предметом исследования, в том числе, могут стать управленческие отношения, возникающие в процессе формирования и развития институционального обеспечения функционирования логистической системы региона. Решение данной проблемы требует обновления данной структуры системы коммуникаций трансфера инноваций. Анализ и выявление конфликтных ситуаций во взаимодействии предпринимательских и властных структур позволит выявить причины, снижающие их интегративность и невозможность рассмотрения их как систему многостороннего партнерства. Необходима структуризация институционального обеспечения задач трансфера инноваций в сфере инновационной политики, права, экономики, информационно-аналитической сфере, что в свою очередь, повышает синергию за счет скоординированности действий финансовых и нефинансовых институтов в процессе коммерциализации результатов взаимодействия.

Появление стратегий, опирающихся на компетентность в логистике как на средство достижения конкурентных преимуществ, стало следствием всеобщей приверженности маркетингу, ориентированному на потребителя. В его основе лежит идея, согласно которой долгосрочная способность фирмы наращивать свою рыночную долю опережающими темпами по сравнению с отраслевым ростом зависит от ее умения привлекать и удерживать наиболее преуспевающих потребителей отрасли. Сама сущность ориентированного на потребителя маркетинга, которая заключается в том, чтобы сосредотачивать ресурсы на избранных ключевых покупателях, выдвигает на первый план компетентность поставщика в логистике. Так, финансовые потоки определяют деловые связи, которые должны строиться на предварительных договорах, нацеленных на обеспечение прибыльного роста

бизнеса клиента. Смысл здесь прост: насколько потребители преуспевают, настолько благоприятные позиции отводят они своим поставщикам. Потенциальное преимущество тесных хозяйственных связей состоит в том, что они позволяют отчетливо увидеть противоречие между базовым уровнем сервиса и все более популярной концепцией полного удовлетворения потребителей (не говоря уже о еще более «продвинутой» концепции содействия успеху потребителей).

Так, стратегическая эффективность партнерства властных и предпринимательских структур, на наш взгляд, может быть определена с помощью критерия информационной коммуникативности, характеризующего наличие систематизированных и устойчивых взаимосвязей с учетом реального участия каждого субъекта логистической системы региона. Применение современных логистических технологий типа «Lean production» в финансовых коммуникациях взаимодействия властных и предпринимательских структур позволит упорядочить эти отношения и поднять их на новый качественный уровень многостороннего партнерства.

Lean-технологии впервые были разработаны и пользуются наибольшей известностью в производственной сфере, но применяются и в различных секторах сферы услуг. Однако, если экономика и организация управления производством и обращением продукции, а также инфраструктурным обеспечением в виде традиционных ресурсоемких услуг (материально-технического обеспечения, транспорта, складских комплексов и т.д.) были исследованы в период индустриальной эпохи достаточно обстоятельно и глубоко, то аналогичные проблемы относительно нематериальных услуг в условиях сервисной экономики находятся в начальной стадии их постановки и решения.

В первоисточнике речь идет скорее об оптимизации процесса производства, а не о простом снижении затрат. Именно поэтому был выбран термин «lean», обозначающий буквально «худой, тощий, без излишеств». В широком значении «lean» можно описать как способ делать все больше с все меньшими затратами, при этом приближаясь к тому, чтобы обеспечивать потребителей именно тем, что им нужно [1].

Однако, применение lean-технологий в сфере финансов имеет свою специфику, определяющуюся двойной природой процесса оказания услуг: наличие не только деятельно-

сти (услуги, направленной на человека), но и обслуживания.

Стремление к развитию в регионе взаимодействия предпринимательских и властных структур возможно на основе совершенного управления с использованием логистического администрирования, что возможно при условии формирования многостороннего партнерства. Взаимное доверие, имеющее фундаментальное значение для тесного партнерства, достигается лишь в результате постоянного повышения качества логистического администрирования.

Таким образом логистическое администрирование является ключевым инструментом формирования многостороннего партнерства на инновационной основе, в том числе в процессе управления экономикой региона. Необходимым условием внедрения логистического администрирования во взаимоотношения предпринимательских и властных структур региона является единый подход в понимании нововведений, в том числе в процессе использования инноваций в управлении при формировании региональной стратегии развития.

Анализ предмета исследования – теоретических и методических аспектов необходимости логистического администрирования процесса становления многостороннего партнерства в регионе позволил сделать следующие выводы.

Признаки частно-государственного взаимодействия возможно трансформировать в его основные функции при поиске новых возможностей для достижения наилучших результатов сотрудничества предпринимательских и властных структур в рамках логистической системы на четко разработанных принципах паритетности многостороннего партнерства.

Применение современных логистических технологий типа «Lean production» в коммуникациях взаимодействия властных и предпринимательских структур позволит упорядочить эти отношения и поднять их на новый качественный уровень – многостороннее партнерство.

Эффективное многостороннее партнерство достигается в результате постоянного повышения качества логистического администрирования.

### **Выводы**

Период кризиса и восстановительного развития доказал неизбежность регулирования и координации на основе логистики объединенных усилий властных и

предпринимательских структур. Таким образом, очевидно, что назрела необходимость разработки инструментария взаимодействия властных и предпринимательских структур на базе создания логистической системы многостороннего партнерства в регионе.

Логистическое администрирование позволяет рассматривать инновации в многосторонних партнерствах в области процессов, а не в области продукции, что позволит достичь экономического преимущества.

Стремление к развитию в регионе взаимодействия предпринимательских и властных структур возможно на основе совершенного управления с использованием логистического администрирования, что возможно при условии формирования многостороннего партнерства.

### Библиографический список

1. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.

2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под. общ. редакцией проф. В. И. Сергеева. – М.: ИНФРА – М, 2005. – 976 с.

3. Хаиров, Б. Г. Построение логистической системы взаимодействия предпринимательских и властных структур (на примере лесопромышленного

комплекса региона) [Текст] / Б. Г. Хаиров // Официальная ежегодная конференция Российско-Германского Научного Логистического сообщества. 11-14 мая 2011 г. – г. Бремен, С.483-492

### FORMATION OF RELATIONS THE POWER AND BUSINESS STRUCTURES AREA ON THE PRINCIPLES LOGISTICS ADMINISTRATION

B. Khairov

This article addresses the need to administer the logistics of the process of multilateral partnership in the region. It also identifies signs of cooperation of business and authorities within the logistics system on clearly defined principles of parity basis of multilateral partnership. It deals with Lean-technologies as a tool to create a logistics system of the multilateral partnership in the region. The author revealed the role of logistics management in the development of multilateral partnership relations between government and business structures.

*Хаиров Бари Галимович – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры «Финансы и кредит», филиала Финансового университета при Правительстве РФ в городе Омске. Основное направление научной деятельности – предпринимательство, логистика, менеджмент, финансы; общее количество публикаций – 52, hairov@bk.ru*

УДК 334.02

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТОВ ЧАСТНО-ГОСУДАРСТВЕННОГО ПАРТНЕРСТВА

А. А. Цикунов

**Аннотация.** Предлагается методика прогнозирования перспектив развития проектов частно-государственного партнерства на примере объектов воздушно-транспортной инфраструктуры. Анализируются перспективы Омского аэропорта с применением предложенной методики. Разрабатывается алгоритм принятия решений государством о перспективах реализации ЧГП-проектов авиационной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** частно-государственное партнерство, инфраструктура, аэропорт, методика оценки проекта.

### Введение

Вопросы развития инфраструктурных проектов традиционно стоят в списке первоочередных приоритетов российской экономики. Особенно остро сегодня эти проблемы встают на региональном и местном уровнях, когда в условиях существующих бюджетных ограни-

чений значительное число важнейших проектов практически неосуществимы [1]. В то же время мировая хозяйственная практика широко и достаточно успешно использует возможности частно-государственного партнерства (ЧГП), привлекая финансовые, организационные и прочие ресурсы частного сектора. Од-

нако возможности практической реализации ЧПП-проектов упираются в оценку перспектив их развития с учетом интересов всех заинтересованных сторон [2, с.7]. Настоящая статья посвящена вопросам методики прогнозирования перспектив развития проектов, реализуемых с применением механизма ЧПП на примере объектов воздушно-транспортной инфраструктуры (аэропорты). При проведении исследования использованы данные Федеральной службы государственной статистики РФ, Омского аэропорта, ICAO и Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA).

**Прогнозирование перспектив развития ЧПП-проектов в области авиационной инфраструктуры**

Итоговое принятие решения со стороны государства о перспективах реализации того или иного проекта авиационной инфраструктуры с применением механизмов ЧПП основывается на предварительном анализе ситуации (рис.1.). В целом, система прогнозирования включает в себя три блока: исторический анализ, прогноз перевозок в будущем и прогноз доходов от эксплуатации аэропорта.

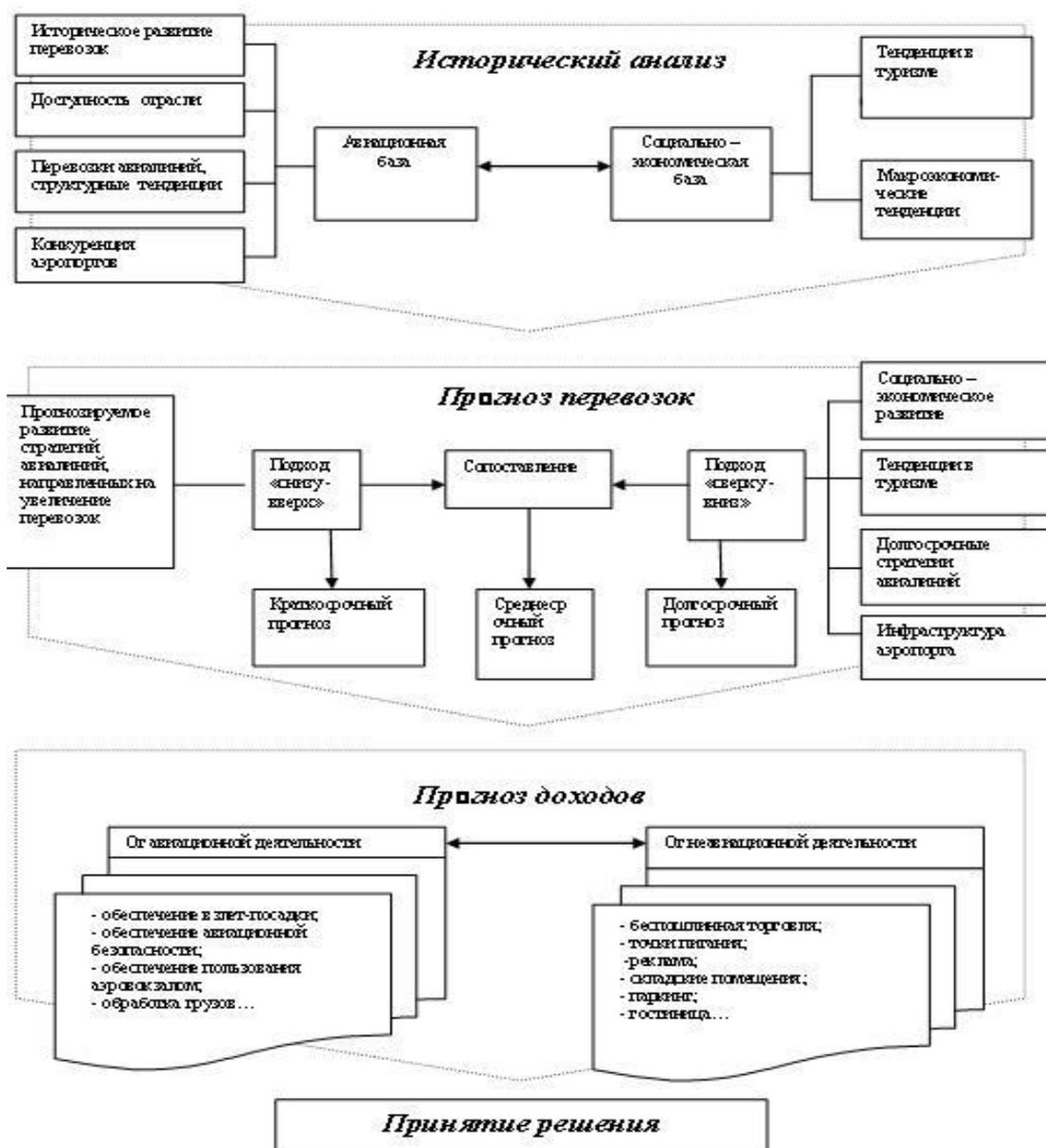


Рис. 1. Блок-схема оценки перспектив развития ЧПП-проектов авиационной инфраструктуры

Элементы, анализируемые в историческом разделе, необходимы для понимания текущей ситуации в аэропорту, а также окружающей его среды. Информация, имеющая отношение к авиации, основана на исторических тенденциях развития самого аэропорта, а также общих тенденциях в авиационной отрасли страны, в которой находится аэропорт.

Данные об объемах перевозок авиалиний и структурных тенденциях необходимы для понимания принципа функционирования авиационного бизнеса. Это касается не только общих рыночных тенденций, но также и конкретной рыночной среды, в которой расположен анализируемый аэропорт. Информация о конкуренции между аэропортами требуется для понимания потенциала возможного привлечения пассажиров, которые, например, обслуживаются другими аэропортами, близко расположенными к анализируемому аэропорту.

Социально-экономическая база данных включает тенденции развития туризма в прошлом для понимания будущих возможностей и факторов влияния на данном уровне. Макроэкономические тенденции (главным образом – динамика роста численности населения и экономический рост), являются основными показателями для определения факторов, влияющих на будущее развитие перевозок [3].

Комбинация подходов «снизу-вверх» для краткосрочной перспективы и «сверху - вниз» для долгосрочной перспективы была использована для отражения изменения элементов на протяжении прогнозного периода. Подход «сверху - вниз» позволяет принять во внимание развитие экономики, а также будущую склонность к путешествиям, долгосрочные стратегии авиакомпаний и состояние инфраструктуры аэропорта. Для прогноза на долгосрочную перспективу экономические индикаторы являются наиболее значимыми факторами оценки развития авиаперевозок. Подход «снизу-вверх» основывается на детальном изучении стратегий авиалиний и объемов их перевозок. Он учитывает краткосрочные эффекты, о которых известно на стадии подготовки прогноза перевозок и которые могут начать действовать, такие как развитие стратегий авиалиний и изменение структуры. Таким образом, подход «снизу-вверх» больше руководствуется предложением, в то время как подход «сверху - вниз» больше руководствуется спросом [4].

Рассмотрим далее предложенную методику прогноза перспектив развития на примере инфраструктурного объекта «Аэропорт Омск-

Федоровка», предполагаемого к реализации в г. Омске с применением механизма ЧГП. На развитие авиаперевозок влияет целый ряд факторов, включая внешние социально-экономические факторы, государственную политику и регулирование, технологические достижения и хозяйственную деятельность авиационной отрасли, а также стратегии авиакомпаний. Отсюда прогнозные допущения должны охватывать все факторы, влияющие на спрос в сфере авиаперевозок. Поэтому нами был выбран диапазон данных, определены главные стимулы роста авиаперевозок и их будущие показатели. В процессе исследования была также учтена информация, полученная в ходе опросов участников рынка из Омска и Москвы. Таким образом, в данном разделе описаны ключевые допущения, представляющие собой наиболее рациональную основу для будущего развития проекта.

*Анализ исторического развития* показывает, что авиация в долгосрочной перспективе является динамично развивающимся сегментом экономики. Среднегодовой уровень роста мировых пассажирских перевозок составил в течение последних 20 лет около 3,8 %. За исключением ряда негативных лет рост объема авиаперевозок неизменно опережал мировой экономический рост, и ожидается, что тенденция увеличения объемов пассажиро-перевозок по всему миру продолжится. В среднем, соотношение роста объемов перевозок пассажиров международных рейсов к росту ВВП составляет 2:1. Для развивающихся рынков (куда можно отнести и Россию) этот показатель может быть даже выше. От будущего развития как внутренних, так и международных авиаперевозок можно, как показал опыт прошлого, ожидать умеренного, но стабильного роста [5, с.20]. Это приведет к постоянному увеличению пропускных мощностей, росту эффективности и качества обслуживания аэропортов.

Следует учитывать и происходящие технологические изменения: эффект дополнительного ограничения пропускной способности выражается в перегрузке существующих узловых аэропортов с ограниченными возможностями их расширения. В особенности объемы авиаперевозок в пиковый час приводят к ограничению возможностей операторов аэропорта в предоставлении своим клиентам полного пакета услуг и удовлетворения всех их потребностей. В свете развития технологий оснащения аэропортов можно ожидать технологических перемен, как в сфере промышленного производства воздушных судов, так и в

оборудовании, используемом при обслуживании пассажиров и обработке багажа и грузов. Кроме того, в будущем основное внимание будет уделено систематизации организации и технологии перевозок для повышения эффективности обслуживания пассажиров (к примеру, использование гибких схем пассажиропотоков при выходе на посадку для их оптимизации), обработки авиагрузов и почты (к примеру, использование интермодальной транспортной системы), что будет происходить параллельно с необходимым увеличением пропускной способности во многих аэропортах.

Увеличение размеров воздушных судов планируется производителями в будущем в целях обслуживания постоянно растущего числа пассажиров. Последствием для аэропортов станут такие изменения в инфраструктуре, как, к примеру, изменение размера перрона, размера мест стоянок воздушных средств, а также изменение наземных технологических процессов. Логично предположить,

что такие типы самолетов будут использоваться только на плотно загруженных рейсах в определенных аэропортах. Однако в долгосрочной перспективе можно ожидать, что все остальные аэропорты крупного и среднего размера должны будут подготовиться к приему и обслуживанию самолетов такого типа, что, безусловно, приведет во многих аэропортах к разработке и внедрению программ по увеличению пропускной способности [6, с.22].

Как уже отмечалось, макроэкономические индикаторы являются наиболее важными факторами для определения развития авиатransпортов в долгосрочной перспективе, в том числе и для составления прогноза перевозок для Омского аэропорта. В прошлом рост числа перевозок имел сильную взаимозависимость с ростом ВВП. Регрессия российского ВВП и пассажиропотока в Омском аэропорту с 1999 по 2009 гг. составляет  $R^2=93,48\%$  (на рис. 2.).

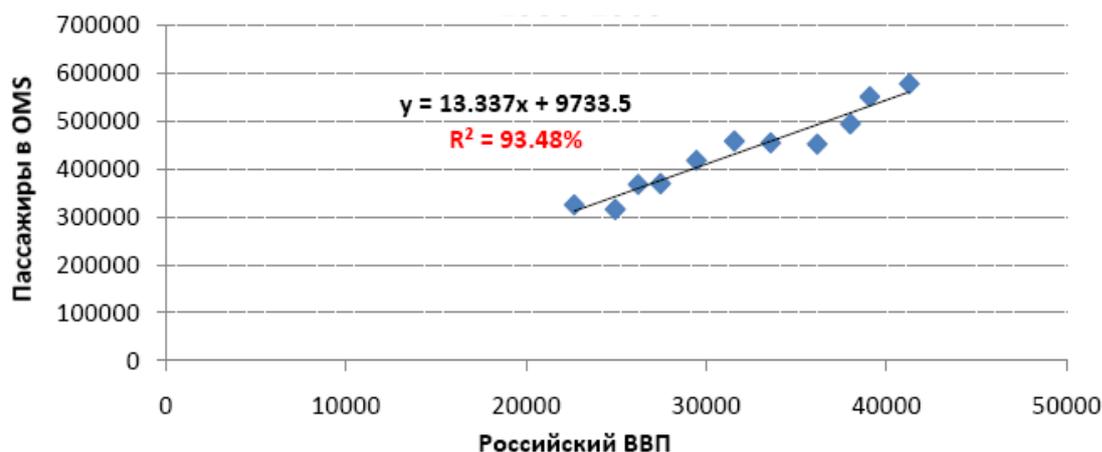


Рис. 2. Регрессия российского ВВП/пассажиропотока в Омском аэропорту в 1999-2009 гг

Предполагается, что интенсивное взаимодействие между ростом пассажироперевозок в Омском аэропорту и ростом российского ВВП будет продолжаться и в будущем. Поэтому в качестве основания для регрессионной модели и использовался прогноз ВВП России.

Однако общий показатель ВВП по России не принимает во внимание сильные стороны конкретного региона, а лишь отображает средний показатель по стране. В случае с Омской областью может рассматриваться более оптимистический сценарий по сравнению с базовым сценарием. Это основывается на следующих факторах.

1. Сегодня интермодальные транспортные узлы имеют определенную важность и становятся все более значимыми для даль-

нейшего развития экономической среды в будущем. В Омске и Омской области данный узел (Транссибирская железнодорожная магистраль, сеть автомагистралей национального значения, речной порт, а также аэропорт) может превратиться в приоритетный элемент сибирской системы транспортных перевозок, что может способствовать повышению благосостояния города Омска и окружающих его районов. Люди, живущие вдоль основных транспортных магистралей, выиграют от дополнительного экономического развития, которое, в свою очередь, будет способствовать увеличению числа перевозок в Омском аэропорту.

2. Омск имеет выгодное географическое положение по отношению к российскому со-

седу – Республике Казахстан, а также к центрально-азиатскому региону. Являясь транспортным узлом, Омск может внести свой вклад в развитие экономики, взяв на себя ведущую роль в открытии доступа к хорошо развитым странам Центральной Азии. От такого дополнительного элемента в экономике Омский аэропорт, согласно ожиданиям, получит выгоду в форме дополнительных объемов перевозок.

3. Экономическое развитие является ключевым стимулом роста пассажироперевозок. В краткосрочной перспективе предполагается, что Омск быстро оправится от последствий мирового финансового кризиса, результатом чего станет более интенсивный рост ВВП в ближайшие годы. Эта тенденция развития должна послужить еще одним толчком к дополнительному увеличению пассажиропотока в омском аэропорте.

4. Современная инфраструктура аэропорта Омск-Центральный не отвечает международным стандартам ICAO в области безопасности, инженерно-технического оборудования и уровня обслуживания пассажиров. Число стояночных мест для воздушных судов в аэропорту ограничено. Новая инфраструктура аэропорта будет введена в эксплуатацию в 2014 г. и, как ожидается, это послужит стимулом к росту потенциала пассажироперевозок, так как уже работающие авиакомпании страдают от недостатка качественного обслуживания, неудовлетворительного состояния технического оборудования и сооружений терминала. Новый аэропорт Омска будет оснащен по последнему слову техники и создаст для авиакомпаний адекватные условия работы.

Как часть многоуровневой модели, использовавшейся для разработки прогноза перевозок в аэропорту «Омск-Центральный» на краткосрочную перспективу, детальные допущения касательно *объемов перевозок* авиакомпаний в краткосрочной перспективе были интегрированы в следующий прогноз (с разделением на московское направление, другие внутренние направления и международные маршруты).

Исходя из неограниченных возможностей инфраструктуры, под чем понимается отсутствие инженерно-технических ограничений, а также наличие лучших сооружений и более высокого уровня обслуживания, интенсивное увеличение пропускной способности ожидается в год начала эксплуатации аэропорта. Однако открытие нового аэропорта будет иметь лишь ограниченный эффект в краткосрочной

перспективе, на смену которому придет «эффект наперстывания» темпов в 2017 и 2018 гг.

На московском направлении «Аэрофлот» и «S7» увеличат частоту полетов в Шереметьево (SVO) до трех ежедневных вылетов на каждую авиакомпанию; «ЮТэйр» также увеличит число полетов как по московскому, так и по другим внутрироссийским маршрутам. Аэропорт попытается привлечь дополнительные национальные и международные авиалинии. При этом основной целью на будущее является авиакомпания с основной базой в Омске. Скорее всего, это будет небольшой региональный перевозчик, так как у крупных авиакомпаний уже имеются базы в Сибирском регионе. Поэтому предполагается, что региональный перевозчик начнет в среднесрочной перспективе обслуживать на регулярной основе ближние региональные маршруты на территории Сибири, а также чартерные рейсы по дополнительным направлениям.

На международных маршрутах объем регулярных и чартерных рейсов начнет восстанавливаться после экономического кризиса. В то время как таким основным направлениям, как Турция и Египет, приписывается эффект рикошета, самый интенсивный рост перевозок будет наблюдаться на немецком направлении, так как полеты в Германию были приостановлены в 2009 г. Согласно оценкам, объем перевозок в страны СНГ в течение последующих двух лет значительно не изменится; в 2014 г. увеличение объема перевозок приведет к более интенсивным темпам роста на данных направлениях. Другие международные маршруты, возможно, приобретут большую значимость в графике полетов на летний сезон: чартерные рейсы в Бангкок, Кипр и на Крит в краткосрочной перспективе будут способствовать увеличению числа пассажиров.

Как следует из оценок, в зависимости от двусторонних ограничений в среднесрочной и долгосрочной перспективе из Омского аэропорта будут осуществляться дополнительные рейсы по международным маршрутам. Кроме дополнительных полетов в страны СНГ, аэропорт намерен сделать акцент на авиаперевозках в страны Северной и Южной Европы. Согласно информации аэропорта, Рига могла бы стать пунктом назначения с очень высоким потенциалом роста, так как Стамбул или Рига могли бы частично взять на себя функцию транзитного аэропорта, которую раньше выполнял Калининград. Кроме того, Стамбул и Рига имеют высокий туристический потенциал. В настоящее время руководство аэропорта

ведет переговоры с Латвией, однако пока двусторонние ограничения сдерживают полеты в Латвию. Данное направление могло бы обслуживаться, например, авиалинией «Air Baltic», хотя, скорее всего, это будет российский оператор. Договоренность и турецкими партнерами уже достигнута.

С точки зрения появления новых маршрутов, увеличения числа пассажиров и рациональной системы международных перевозок, целесообразно *создание базового перевозчика* для аэропорта «Омск-Федоровка». Омский аэропорт будет рассматриваться не только как аэропорт конечного назначения, но и как аэропорт, через который будут осуществляться транзитные полеты в дальнейшие пункты назначения в Сибирском регионе. Согласно представленной информации, новая авиакомпания, помимо Москвы и Санкт-Петербурга, будет осуществлять прямые полеты из аэропорта «Омск-Федоровка» и в другие российские города. В дополнение к сети внутренних маршрутов для базовой авиакомпании ожидается постепенное внедрение международных маршрутов в страны Западной Европы (преимущественно в Германию – по причине существования немецкой диаспоры). Кроме того, установление маршрутов с Казахстаном, Кавказом и Дальним Востоком, а также странами Северной, Средней и Центральной Азии, как ожидается, также послужат увеличению числа новых пассажиров в новом аэропорту. Стоит помнить, что новый базовый перевозчик должен быть конкурентоспособным с точки зрения цен и привлекательности предлагаемых маршрутов в сравнении с другими аэропортами в регионе (например, Новосибирск), которые также могут быть заинтересованы в возникновении базового перевозчика.

В целях осуществления расчета *доходов от авиационной деятельности омского аэ-*

ропорта в будущем, были проанализированы существующая система авиационных тарифов и клиентская база. Доходы от авиационной деятельности включают все доходы, связанные с выполнением основной деятельности аэропорта: обслуживания авиалиний, пассажиров и грузов. На основе финансовых отчетов управляющей компании аэропорта были выделены несколько категорий авиационных сборов с последующей интеграцией в модель расчета доходов от авиационной деятельности. В зависимости от типа и характера каждой категории доходов была определена соответствующая переменная величина (фактор формирования доходов). После этого по каждой категории доходов применялся уровень доходов. В модели расчета авиационных доходов были спрогнозированы следующие категории сборов:

- ✓ «обеспечение взлет-посадки»;
- ✓ «обеспечение авиационной безопасности»;
- ✓ «обеспечение пользования аэровокзалом»;
- ✓ «предоставление коммерческих услуг вылетающим пассажирам»;
- ✓ «обработка грузов»;
- ✓ «посадка пассажиров, парковка воздушных судов» (включает подкатегории «услуги по встречам», «транзит», «обеспечения вылета» и «стоянки воздушных судов»);
- ✓ «техническое обслуживание воздушных судов» (включает «технические средства – трапы/телескопические трапы и автобусы на перроне»;
- ✓ «другие авиационные сборы».

На рис. 3. представлен обзор развития различных категорий доходов от авиационной деятельности аэропорта «Омск-Центральный» за период с 2000 по 2009 гг.

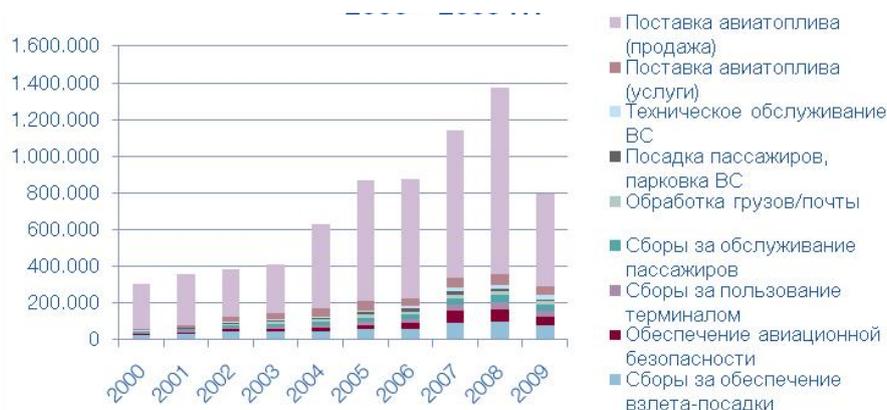


Рис. 3. Структура и динамика доходов от авиационной деятельности аэропорта «Омск-Центральный»

Очевидно, что продажа авиационного топлива является самым важным источником дохода для Омского аэропорта. Чтобы лучше понять структуру других категорий доходов, на рис. 4 показана разбивка типов сборов за 2009 г. с точки зрения доли различных катего-

рий доходов, но без включения в них доходов от продажи топлива. Сборы за обеспечение посадки составляют большинство доходов, после чего следуют доходы от обеспечения безопасности и сборы за обслуживание пассажиров.

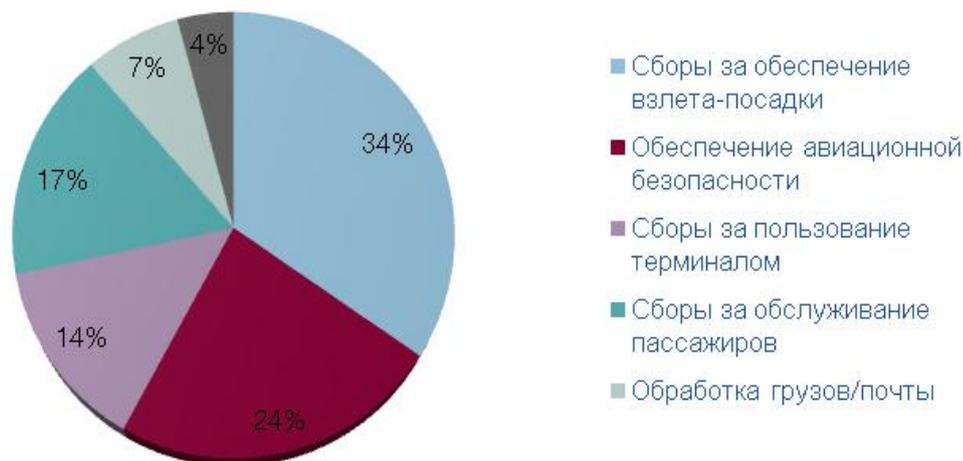


Рис. 4. Категории доходов от авиационной деятельности (без учета доходов от продажи авиатоплива) аэропорта «Омск-Центральный»

Тенденция в развитии аэропортов показывает, что часть *доходов от неавиационной деятельности* возрастает быстрее, чем доходы от авиационной деятельности. Долгосрочная проекция доходов от неавиационной деятельности требует привязки к факторам. Последние могут быть описаны как факторы,

связанные с клиентами или пассажиропотоком (например, коммерческие пассажиры), а также объектами (например, площадь). В таблице 1. отображены факторы формирования доходов, связанные с клиентами и объектами.

Таблица 1 - Факторы формирования доходов аэропорта

За счет потребителей услуг	За счет аренды объектов
✓ Общее число пассажиров	✓ Общий объем грузоперевозок
✓ Общий объем грузоперевозок	✓ Арендваемая площадь в аэровокзале
	✓ Арендваемая недвижимость

**Заключение**

Предложенная в настоящей статье методика оценки перспектив развития ЧГП-проектов в сфере авиационной инфраструктуры позволяет получить объективную картину с точки зрения экономической обоснованности проекта. Более сложной является задача принятия решения об участии регионального/местного уровня власти в проекте в условиях существующих бюджетных ограничений и межбюджетных взаимоотношений. Для этого предлагается использовать метод решения задачи в форме диалоговой процедуры, когда государственный орган – потенциальный участник ЧГП-проекта имеет возможность под-

корректировать свои приоритеты при подготовке проекта, что не всегда удастся сделать традиционными программными методами. Кроме того, существует возможность вновь вернуться к проекту практически на любом шаге и скорректировать свой выбор, в результате чего диалоговая, интерактивная процедура оказывается чувствительнее формальных методов, а потому – предпочтительнее.

В общем виде, алгоритм принятия решения со стороны государства о перспективах реализации проекта авиационной инфраструктуры с применением механизмов ЧГП представлен на рис. 5.



Рис. 5. Алгоритм принятия решения о перспективах развития ЧГП-проекта в сфере авиационной инфраструктуры

Предложенный алгоритм опирается на описанную выше методику прогноза перспектив развития инфраструктурного ЧГП-проекта и, одновременно, служит базой для последующего выбора схем государственно-предпринимательского взаимодействия в сфере воздушного транспорта и разработки организационно-функциональной модели финансового обеспечения соответствующего ЧГП-проекта.

Таким образом, данная методика позволяет в рамках существующих приоритетов при подготовке к реализации проекта учесть множество факторов, не поддающихся формализации, но понятных для лиц, принимающих решения в отношении участия государства в совместной предпринимательской деятельности, что на основе их знаний и опыта обеспечивает анализ и выбор оптимального варианта реализации ЧГП-проекта.

#### Библиографический список

1. Сафронов К. Э. Концепция формирования доступной транспортной инфраструктуры городов России // «Вестник СИБАДИ» 2012. № 4. С. 145-153.
2. Барьеры развития механизма ГЧП в России. М.: НПФ «Экспертный институт», 2010. 32 с.
3. Молчанова Н. П. Стратегические ориентиры государственного регулирования социально-экономического развития макрорегиона // Региональная экономика: теория и практика. 2011. № 11. С. 9-17.
4. Коротаев Д. Н. Функциональное моделирование бизнес-процессов предпринимательской деятельности // «Вестник СИБАДИ» 2011. № 3. С. 82-85.
5. Стратегия развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2015 года: Утв. Приказом Минпромэнерго России от 20.04.2006 года №85-дсп // Транспортное право. 2010. № 2. С.19-22.

6. Бычков М.Ю. Современные подходы к формированию инвестиционной политики и ее роль в управлении авиационным комплексом // Экономика и право. 2011. № 1-2. С. 14-27.

**THE ASSESSMENT OF DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE PRIVATE AND STATE PARTNERSHIP PROJECTS**

A. A. Tsikunov

The forecasting technique of development prospects of the private and state partnership projects on an example of objects of air and

transport infrastructure is offered. Prospects of the Omsk airport with application of the offered technique are analyzed. The algorithm of decision-making by the state about prospects of realization PGP-projects of aviation infrastructure is developed.

*Цикунов Алексей Андреевич - соискатель ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований: частно - государственное партнерство. Общее количество публикаций – 8. адрес электронной почты – omsksme@rambler.ru*

УДК 331.526

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА МОЛОДЕЖИ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ НА НЕСТАНДАРТНУЮ ЗАНЯТОСТЬ**

И. В. Цыганкова, Т. В. Телятникова

**Аннотация.** Все большее распространение в современных условиях получают нестандартные формы занятости среди студентов, позволяющие уменьшить количество безработных выпускников, дают возможность молодым людям совмещать занятость с семейными обязанностями, социальной жизнью, учебой, а также учитывать состояние здоровья при трудоустройстве. В статье рассматриваются применение нестандартных форм занятости с помощью телекоммуникаций, компьютерной техники.

**Ключевые слова:** Формы занятости, стандартная занятость, нестандартные формы занятости.

Основными условиями развития экономики России является выпуск высокотехнологичной продукции, эффективное использование всех видов ресурсов, и в том числе трудовых ресурсов, от уровня подготовки которых зависит в дальнейшем эффективность деятельности предприятий страны. Особо важную роль играет профессиональная подготовка молодых людей, т. к. молодежь является наиболее активной частью трудовых ресурсов, восприимчива к инновациям, характеризуется высокой выносливостью и интенсивностью труда, достаточно высокой профессиональной и географической мобильностью, способна эффективно работать в условиях инновационной экономики.

Н. И. Авилкина, Л. Ф. Герасимова считают, что "целью 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" [1, с. 135].

Ситуация на рынке труда как по России в целом, так и по Омской области характеризуется несоответствием спроса и предложения на рабочую силу. Так по одним профессиональным группам наблюдается дефицит (рабочие специальности – токари, слесари, фрезеровщики и т.д.), по другим - перенасыщение (юристы, экономисты и т.д.). По данным Государственного управления государственной службы занятости населения Омской области в течение восьми месяцев 2011 г. численность обратившихся в центры занятости населения превышает потребности предприятий по отдельным профессиональным группам. За январь - август 2011 года численность граждан, обратившихся в центр содействия занятости населения, составляет 183262 челове-

ка, при этом потребность предприятий в работниках - 75800 вакансий. Большая часть трудоспособного населения 107462 человека (58%) не обеспечены рабочими местами в современных условиях, что в свою очередь увеличивает конкуренцию для молодых людей на рынке труда [3].

Известно, что источником пополнения регионального рынка труда являются учебные заведения начального, среднего и высшего профессионального образования. За 2010 год в службы занятости населения Омской области обратилось 2563 выпускников образовательных учреждений профессионального образования, из которых: 470 человек – выпускники учебных заведений начального профессионального образования; 869 человек – выпускники учебных заведений среднего профессионального образования; 1224 человека – выпускники учебных заведений высшего профессионального образования [3]. После окончания учебных заведений молодые люди обращаются в центры занятости, т. к. не могут найти работу самостоятельно. Одним из важных направлений подготовки кадров является сотрудничество учебных заведений с предприятиями, с целью прохождения практики студентами и последующей более ускоренной адаптации на предприятии. В связи с этим, необходимо расширение практики с последующим трудоустройством на постоянное рабочее место. Так в КЦА ДООИТАГ разработана программа по развитию работников-выпускников ТюмГНГУ. Из выпускников ВУЗа, являющихся работниками компании, выделяются наиболее проявившие себя, показавшие свои знания и навыки в работе сотрудники. Для такого сотрудника разрабатывается индивидуальный план развития. Основными требованиями являются диплом о высшем образовании в сфере бурения, знание английского языка и опыт работы в компании не менее года [5, с. 66].

В Омске насчитывается 14 служб занятости. Также, кроме городских служб занятости, есть Региональный центр содействия трудоустройству студентов (РЦСТВ) и выпускников Омского государственного технического университета (ОмГТУ), Центр содействия занятости учащейся молодежи Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ) и Центр содействия трудоустройству выпускников Омского государственного университета (ОмГУ).

Проведенный анализ РЦСТВ показывает, что «...около 50 процентов от общего количества выпускников, обратившихся в бюджетные учреждения службы занятости населения Ом-

ской области, признаются безработными» [4]. Региональный центр содействия трудоустройству выпускников ОмГТУ работает с предприятиями обороной промышленности города Омска. По данным РЦСТВ ОмГТУ за период январь - декабрь 2009 года в бюджетные учреждения службы занятости обратились 158 студентов, выпускников 2-х институтов и 6-ти факультетов ОмГТУ, из них: признаны безработными – 79, трудоустроены – 101, по полученной специальности – 38. За 2010 год обратилось 133 выпускника 3-х институтов и 6-ти факультетов ОмГТУ, из них: признаны безработными – 63, трудоустроены – 84, по полученной специальности – 17 [4]. При этом большинство выпускников устраиваются на работу через знакомых или стараются начать трудовую деятельность на последних курсах обучения.

Существовавшая не одно десятилетие жесткая регламентация сферы занятости предполагает максимальное использование стандартной формы трудоустройства (полное рабочее время).

Исходя из вышесказанного, следует, что стандартная занятость не может решить проблемы присутствующие на рынке труда. Также стандартная занятость ограничивает выбор работника и предусматривает только два варианта: жесткий режим работы или безработица. Нестандартные формы уменьшают количество безработных, дают возможность работникам совмещать занятость с семейными обязанностями, социальной жизнью, учебой, а также учитывать состояние здоровья при трудоустройстве. Необходимо отметить, что за последние десятилетия изменился демографический состав работников: увеличилось число работающих женщин; претерпела изменения политика занятости в отношении пожилых трудящихся, которые получили возможность постепенного перехода на пенсию; а так же, все в большей степени стала стимулировать практика совмещения молодежью профессиональной подготовки с трудовой деятельностью. Важную роль в применении нестандартных форм занятости играет развитие трудового законодательства. Расширению нестандартных форм занятости способствует развитие телекоммуникаций, компьютерной техники.

На российском рынке труда в связи с применением нестандартных форм занятости наблюдается непрерывный рост студенческой занятости. Выделяют следующие причины применения студентами нестандартных форм занятости: финансовые, социальные, влияние

занятости на показатели успеваемости. Первая причина связана с необходимостью финансовой поддержки в период обучения, необходимостью оплаты за обучение, а также с недостаточным доходом. Необходимо отметить, что студенты дневного отделения получают стипендию, но, к сожалению, она значительно меньше величины прожиточного минимума. По мнению Дж. Форда, малый доход является основным фактором для поиска работы [7]. Недостаток финансирования высшего образования принуждает вузы сокращать затраты на образование, делая работу во время учебы более привлекательным способом для студента сообщить работодателю о своей компетентности и производительности.

Молодые люди после окончания учебного заведения сталкиваются с различными проблемами: отсутствие опыта, социальных навыков, необходимостью адаптации на рабочем месте. Эти проблемы вызывают стресс у молодых людей при выходе на рынок труда. Стресс и его развитие - важная проблема, влияющая на работоспособность, производительность труда и на здоровье работников в целом. Ситуация усугубляется еще тем, что молодые люди недостаточно подготовлены к новым условиям. Молодой сотрудник проходит два уровня адаптации, профессиональный и психологический. Профессиональная адаптация – процесс взаимного приспособления работника и организации, основывающийся на постепенном включении сотрудника в трудовой процесс в новых для него профессиональных, социальных и организационно-экономических условиях труда, на её ход влияют индивидуальные характеристики человека, его интересы, установки, особенности интеллекта. Психологическая адаптация - это сложный, длительный, а иногда и болезненный процесс, связанный с изменением внутреннего мира человека [2].

В случае если адаптация прошла неудачно, у молодых людей возникает психологический дискомфорт, это ведет к возникновению и нарастанию таких негативных психических состояний, как беспокойство, эмоциональная напряженность, тревожность, что оказывает существенное влияние на психическое и физическое здоровье молодых специалистов. В связи с этим существует необходимость адаптации потенциальных работников к сложившимся условиям.

Третья причина связана с влиянием занятости на показатели успеваемости. Мнения ученых в данном случае разделились. Одни ученые считают, что занятость студентов

имеет отрицательные последствия: пропуск занятий, снижение успеваемости, другие ученые выделяют положительные - приобретение навыков, коммерческих знаний, рост уверенности в себе. Дж. Ветцель отмечает, что студент больше времени тратит на работу, меньше времени уделяет учебе, поэтому остается меньше времени для занятий, занятия пропускаются, срываются сроки сдачи работ и т.д. [9].

Р. Эренберг и Д. Шерман устанавливают наличие положительного влияния работы в пределах университетского кампуса и отрицательного - работы вне кампуса [6]. Сложность однозначного определения положительного или отрицательного влияния занятости на успеваемость возникает в связи с тем, что студенты трудоустраиваются на полный рабочий день. Работодатели, в свою очередь, в большинстве случаев оценивают наличие опыта работы по окончании обучения. С. Роцин, основываясь на данных российского мониторинга социально-экономического положения и здоровья населения (РМЭЗ/ RLMS), показывает, что работа во время учебы облегчает переход от учебы к работе, эффективно снижая период безработицы [8]. В случае нестандартной занятости молодые люди могут воспользоваться гибким режимом работы, совмещая работу с учебой, что в значительной степени снижают отрицательные последствия занятости на успеваемость. В связи с этим, нестандартная занятость во время учебы позволяет приобрести опыт работы, увеличивает доход, формирует определенные социальные навыки, положительно влияет на успеваемость.

Кроме того, нестандартные формы занятости позволяют студентам работать по будущей специальности. Многие студенты работают практикантами или стажерами с низкой оплатой труда, в то время как доступная студентам занятость в сфере услуг предполагает большую оплату. Поэтому работа студентов во время учебы чаще всего не связана с их будущей профессиональной деятельностью.

По мнению ряда ученых, актуальность приобретают меры по развитию социального партнерства, расширению взаимодействия с органами Минздравсоцразвития России, работодателями, другими партнерами в области профессионального обучения и профессиональной ориентации безработных граждан, незанятого населения и высвобождаемых работников.

Таким образом, перед каждым студентом, который начинает трудовую деятельность во

время обучения, стоит выбор между работой не по специальности с высокой оплатой труда, и работой по специальности с низкой оплатой труда. Многие студенты хотели бы управлять своим свободным временем по своему усмотрению, варьировать начало, окончание и продолжительность рабочего времени, и работать по полученной специальности. В современных условиях нестандартные формы занятости становятся обычной практикой и способствуют привлечению на предприятия молодых работников.

**Библиографический список.**

1. Авилкина Н. И., Герасимова Л. Ф. Информационно-коммуникационная мобильность будущих инженеров // «Вестник СиБАДИ» - 2012. - №3(25). - с. 135-137
2. Адаптация молодого специалиста в новом коллективе / Калиновская И. М. <http://www.ministri.ru/articles-one.php?id=12>
3. Главное управление государственной службы занятости населения Омской области. электронный ресурс [www.omskzan.ru](http://www.omskzan.ru)
4. Региональный центр содействия трудоустройству выпускников ОмГТУ. Данные предоставлены за 2009, 2010, и за первое полугодие 2011 г.
5. Шнепелева Н. В. Подготовка высококвалифицированных специалистов нефтегазовой отрасли из вчерашних выпускников // Вестник СиБАДИ 2010. - №1(15). - с. 65-66.
6. Ehrehberg R. G., Sherman D. R. Employment while in college, academic achievement and postcollege outcomes: a summary of results // The Journal of Human Resources. 1987. Vol. 22. P. 1-23.
7. Ford J., Bosworth D., Wilson R. Part-time work and full-time higher education // Studies in Higher Education. 1995. Vol. 20, No 2. P. 187-202. (6)
8. Roshchin S. Y. The school-to-work-transition: a slough or a ford? // Working Paper WP3/2006/10. Moscow: SU-HSE, 2006
9. Wetzel J. N. Measuring student scholastic effort: an economic theory of learning approach // Journal of Economic Education. 1977. P. 34 - 40.

**PROFESSIONAL PREPARATION OF YOUNG PEOPLE IS ORIENTED TO NON-STANDARD EMPLOYMENT**

I. V. Tsygankova, T. V. Telyatnikova

All greater distribution in modern terms is got by the non-standard forms of employment among students, allowing to decrease the amount of unemployed graduating students, give an opportunity to the young people to combine employment with domestic duties, social life, studies, and also to take into account the state of health at employment.

In the article examined application of non-standard forms of employment by means of telecommunications, computer technique.

*Цыганкова Инга Владимировна - д.э.н., профессор кафедры «ЭиОТ» ОмГТУ.*

*Телятникова Татьяна Викторовна - аспирант кафедры «ЭиОТ» ОмГТУ. Общее количество опубликованных работ: 7. E-mail: [telyatnikova.tatyana@bk.ru](mailto:telyatnikova.tatyana@bk.ru)*

## РАЗДЕЛ VI

# ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

УДК 378.147

### РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАЧЕСТВ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОСРЕДСТВОМ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

И. В. Иванова

**Аннотация.** В статье рассматриваются формы организации учебной деятельности с точки зрения влияния последних на развитие профессиональных и общекультурных компетенций будущих специалистов.

**Ключевые слова:** форма организации обучения, самостоятельность мышления, коммуникативная компетенция, коммуникативная толерантность, профессиональное становление.

#### Введение

В современном мире образование является одним из основных капиталов человека. Образование это социальное явление и, так или иначе, оно отражает изменения, происходящие в обществе, претерпевая различные модификации. Если в предыдущие годы основной целью образования было снабдить студента определенным набором знаний и умений, то сейчас происходит смена приоритетов в целеполагании. Большую роль приобретает развитие общекультурных и профессиональных компетенций, таких как готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе, владение культурой мышления, способностью к восприятию, обобщению и анализу информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. Задача образования подготовить личностей, способных занимать активную гражданскую позицию, умеющих самостоятельно принимать решения, брать за них ответственность. Можно сказать, что такие качества, как самостоятельность мышления, коммуникативная компетентность, умение работать в коллективе, приобретают большую значимость для профессионального становления.

#### Основная часть

Под коммуникативной компетенцией понимается способность устанавливать и поддерживать необходимые контакты с другими людьми, это развивающийся опыт общения между людьми, который формируется в условиях непосредственного взаимодействия [1].

Развитие коммуникативной компетенции происходит в течение всей жизни человека, по

мере его социализации в обществе. Для студентов, которые большую часть времени проводят в учебной среде, процесс социализации происходит во время учебы и общения с ровесниками и преподавательским составом.

Самостоятельность в учебной деятельности прямо связана с самостоятельностью мышления, осознанным выбором вариантов решения познавательной задачи, критической самооценкой всего воспринимаемого, перерабатываемого. Это качество личности выступает как условие творческой деятельности и проявляется в качестве условия для продуктивных мыслительных процессов. Самостоятельность является показателем активности личности и ее высоких способностей к познавательной деятельности. Самостоятельность студента характеризуется умением увидеть новый вопрос, новую проблему и решить ее своими силами. Человек с высокоразвитой самостоятельностью мышления все анализирует, подвергает оценке и обоснованно составляет понятие, осмысливая многообразие связей и отношений, выделяя существенное [2, с.59].

Развитие выше перечисленных качеств является жизненно важным в современном мире. Поэтому в сфере образования идет постоянный поиск новых методов, направленных на формирование условий для развития и самореализации обучающейся личности. Большим потенциалом в данной области обладают формы организации учебной деятельности и их сочетания. Именно через формы организации обучения студенты овладевают определенным социальным опытом и навыками ра-

боты в коллективе, умением слушать и слышать, самостоятельно организовывать свою деятельность.

Однако в современной педагогической науке нет четкого определения такого понятия, как форма организации обучения. Как показал анализ педагогической литературы, спектр понимания данного понятия очень широк: от системы обучения до способа получения образования [2,3,4,5,6,7,8]. В нашей работе под формой организации обучения понимается конструкция отрезка процесса обучения, которая характеризуется определенными способами организации деятельности и сотрудничества студентов [2, с.42].

В большинстве дидактик выделяют три основные формы организации обучения: фронтальную, групповую и индивидуальную. В. К. Дьяченко выделяет четыре формы: индивидуальную, парную, групповую и коллективную [3, с.51]. М. Н. Скаткин занятия в парах постоянного состава относит к групповой форме организации обучения [4, с.240]. И. М. Чередов групповые формы организации обучения подразделяет на звеньевую, бригадную, дифференцированно - групповую и кооперировано-групповую, а помимо индивидуальной формы организации обучения различает индивидуализированную и индивидуализировано-групповую [2, с.45-60].

Рассмотрим формы организации обучения с точки зрения формирования таких качеств личности студента, как коммуникативная компетентность, готовность к кооперации в коллективе, самостоятельность мышления.

Наиболее популярной на сегодняшний день является фронтальная форма организации обучения, которая позволяет одновременно обучать большое количество студентов. При фронтальной форме организации обучения преподаватель руководит деятельностью студентов, выполняющих общую для всех учебную задачу. Данная форма организации обучения обладает широким спектром применения и может использоваться как на различных видах занятий (лекции, семинары, конференции и т. д.), так и разных этапах занятия (формирование знаний, умений и навыков; закрепление, повторение, применение на практике), применяя разнообразные методы обучения [9].

Какие личностные качества можно развить при использовании данной формы организации обучения? Чтобы ответить на этот вопрос, следует проанализировать, каким образом осуществляется фронтальное обучение. Чаще всего данную форму организации обучения

рекомендуется использовать на этапе формирования знаний, умений и навыков или при закреплении и систематизации учебного материала. В таком плане фронтальная форма организации обучения может быть реализована в виде проблемной беседы, когда преподаватель, излагая новый учебный материал, побуждает студентов высказываться, задавая им наводящие вопросы. Если преподавателю удастся создать атмосферу творческой активности, вызвать интерес и поддерживать внимание студентов на протяжении всего времени, вовлекая их в общую коллективную деятельность, то фронтальная форма организации обучения способствует развитию внутриколлективных отношений. Участие в общей работе, совместный поиск, возможность высказаться и обсудить общую проблему сближает людей, помогает им лучше узнать друг друга. Одновременно развиваются коммуникативные навыки, умение общаться, умение слушать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Но результативность фронтального обучения во многом зависит от умения преподавателя должным образом управлять учебно-познавательной деятельностью студентов. Если преподавателю не удастся вовлечь студентов в беседу, и его повествование превращается в сухое изложение фактов, то проявляются отрицательные стороны фронтального обучения: отсутствие обратной связи с группой, отсутствие сотрудничества между студентами, снижение активности последних. В таком случае не происходит какого-либо развития коммуникативных умений студентов. Еще одна проблема заключается в том, часто активность проявляют лишь некоторые студенты, а большая часть, в силу слабой подготовки или некоторых свойств характера придерживается пассивной позиции. В таком случае преподавателю рекомендуется, учитывая индивидуальные особенности студентов, вовлекать в обсуждение темы студентов с разными учебными возможностями. Но как отмечает И. М. Чередов, реализация всех рекомендаций упирается в возможности преподавателя как личности [2, с. 44].

Индивидуальная форма организации обучения предполагает либо самостоятельную работу студентов над заданием, либо непосредственное общение с преподавателем. Индивидуальная форма организации может использоваться при закреплении учебного материала и применении его на практике, когда студентам предлагается выполнить письменные задания, Индивидуальная форма незаменима при проверке усвоения учебного

материала, когда нужно оценить уровень подготовки каждого индивидуально – это текущий или итоговый контроль в устной или письменной форме.

Индивидуализированная форма организации является одним из видов индивидуальной формы. Отличие двух данных форм в том, что при индивидуальной форме организации обучения студенты самостоятельно выполняют одно и то же, тогда как индивидуализация предполагает персональное задание для каждого студента. В первом случае, работая над одинаковыми заданиями, студенты не всегда проявляют самостоятельность, советуются друг с другом, спрашивают товарищей о способе выполнения задания, или попросту списывают, присваивая себе результаты чужого труда. Персональные задания исключают списывание, студенту приходится рассчитывать только на свои знания.

Основным качеством, которое развивают индивидуальная и индивидуализированная формы организации обучения – это самостоятельность. Студент вынужден сам решать поставленную задачу, не надеясь на помощь окружающих. Он сам отвечает за себя, рассчитывает только на свои силы. В случае успешного выполнения задания, испытывает удовлетворение от проделанной работы и ее результата. Помимо самостоятельности данная форма организации обучения при устном, непосредственном общении с преподавателем развивает коммуникативные навыки.

Индивидуализированная форма организации обучения, как никакая другая, позволяет учитывать индивидуальные особенности студента, уровень его подготовки и личностные качества. Но здесь есть нюансы. Индивидуализация может трактоваться двояко. С одной стороны, это могут быть разные задания, но примерно одного уровня сложности. Или задания должны подбираться с учетом учебных возможностей того или иного студента, то есть разного уровня сложности. В таком случае встает вопрос об адекватном оценивании знаний. Возможно ли, что успешное выполнение заданий разного уровня сложности будут оцениваться одинаково, или разница заранее обуславливает оценки работы? И каким образом влияет дифференциация заданий по уровню сложности на самооценку студента? Данные вопросы остаются открытыми и требуют изучения [10].

Тем не менее, индивидуализированная форма организации обучения в первом варианте чаще всего используется на экзаменах или зачетах, при итоговом контроле. Второй

вариант возможен при закреплении учебного материала, во время тренировочных упражнений, когда задания могут подбираться с учетом учебных возможностей того или иного студента, с постепенным уровнем сложности.

Как показал эксперимент, основным недостатком индивидуальной и индивидуализированной форм организации обучения является лишение студентов возможности овладеть способами коллективной учебной деятельности. Для развития данных умений используется групповая форма организации обучения.

Групповая форма организации обучения может использоваться в различных вариантах. Это могут быть подгруппы по 5-6 человек, по 4 человека, триады или пары. Характер работы также может быть различным. Группы могут иметь постоянный или сменный состав, могут быть однородными или нет, работа в группе может идти как над общим, так и над специфическим заданием. Каждая группа работает в своем темпе. Работа строится на принципах самоуправления, с менее жестким контролем преподавателя.

Групповая форма организации обучения, как никакая другая, способствует социализации студентов, формированию коммуникативных умений, поскольку в небольших группах у студента появляется больше возможности и времени высказаться. Если учесть, что успех в выполнении задания и результат зависит от всех членов группы, то студентам приходится учиться работать вместе, налаживать контакты друг с другом, проявлять коммуникативную толерантность, терпимость по отношению к членам группы, прислушиваться к мнению своих товарищей. Помимо всего выше изложенного, групповая форма организации обучения реализует возможность развития лидерских качеств. Однако в данном случае мы не имеем в виду парную форму организации обучения, которая предполагает деятельность в рамках равноправия, тогда как в группах из трех и более студентов, работающих над общим заданием, возможно назначение старшего, обязанностью которого станет распределение заданий и управление деятельностью всей группы. Старшего может назначать преподаватель, или его выбирают члены группы.

Состав групп может быть постоянным или меняться от занятия к занятию. Это зависит от культурной, коммуникативной и эмоциональной ситуации в студенческой группе. Так Е. С. Полат, говоря об обучении в сотрудничестве, по сути это организация группового обучения, рекомендует не создавать постоянных групп

на начальном этапе обучения. Группы не должны меняться только в течение работы над заданием, темой, проектом и т.д. Но если преподаватель видит, в какой-либо группе работа идет слаженно, то такую группу следует оставлять в прежнем составе. В остальных же группах состав следует менять, пока не наладится слаженная работа, что может и не произойти [11, с. 56]. Постоянный состав групп может помочь студентам ближе познакомиться и перенести навыки сотрудничества с уровня только учебной деятельности и на другие отношения [11, с. 57].

Что касается однородности или гетерогенности групп, среди ученых также нет единого мнения. Так И.М. Чередов отмечая эффективность парной формы организации обучения, полагает, что следует объединять учеников, обладающих разными учебными возможностями [2, с.45]. Но тогда в выгодной позиции оказывается слабый студент, так как он пользуется помощью своего товарища, не давая ничего взамен. Если в паре оказываются студенты с примерно одинаковым высоким или средним уровнем подготовки, то такой тандем может оказаться наиболее выгоден для обоих, так как идет процесс взаимообучения. Объединение в пары студентов с низким уровнем подготовки, как правило, не приносит положительных результатов в академическом плане. Та же закономерность наблюдается и при составлении триад и групп из четырех и более человек. В ходе исследования было выявлено, что при объединении в группу студентов с разным уровнем подготовки определенный процент слабых студентов занимает пассивную позицию при решении задач, стоящих перед группой, и основную работу выполняют именно сильные студенты.

Помимо уровня подготовки при составлении малых рабочих групп следует также учитывать взаимные симпатии и антипатии студентов, уровень развития коллектива, микроклимат в студенческой группе. Нецелесообразно объединять студентов, находящихся в состоянии конфликта, это приводит к отсутствию эффективности в работе группы.

Групповая форма организации обучения наиболее эффективна на этапе закрепления знаний, формирования навыков и умений. При правильной организации данная форма позволяет разнообразить учебную деятельность студентов, удовлетворить их потребность в общении, повышает мотивацию к учению, а так же, как было сказано, выше развивает, коммуникативные навыки и навыки сотрудничества, формирует лидерские качества.

Каждая форма организации обучения имеет свои достоинства и недостатки. Для организации успешного учебно-воспитательного процесса необходимо рациональное использование всех основных форм. На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что только такое оптимальное сочетание форм организации учебной деятельности создает условия для развития тех или иных способностей студентов [12]. При фронтальной форме организации обучения студенты учатся слушать и слышать, при индивидуальных формах – рассчитывать на свои силы, планировать свою деятельность, развивают самостоятельность мышления. Групповые формы организации обучения позволяют проявить лидерские способности, учат работать в коллективе, прислушиваться к чужому мнению и отстаивать свое, развивают коммуникативные навыки. Оптимальное сочетание форм организации учебной деятельности представляет собой технологию для развития профессиональных и общекультурных компетенций будущих специалистов.

### Библиографический список

1. Психология: учеб. [Текст] / В. М. Аллахвердов, С. И. Богданов и др.; отв. Ред. А. А. Крылов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. – 752 с.
2. Чередов, И. М. Процесс обучения: методы, формы [Текст]: учеб. пособие / И. М. Чередов – Омск: ОГПУ, 1997. – 77 с.
3. Дьяченко, В.К. Сотрудничество в обучении: о коллективном способе учебной работы [Текст]: Кн. для учителя / В.К. Дьяченко – М.: Просвещение, 1991. – 192 с.
4. Скаткин, М. Н. Дидактика средней школы [Текст] / М. Н. Скаткин – М.: Просвещение 1982. – 324 с.
5. Бабанский, Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе [Текст]/ Ю.К. Бабанский – М.: Просвещение, 1985. –208 с.
6. Махмутов, М. И. Современный урок [Текст]: учеб. пособие / М.И. Махмутов. – 2-е изд. – М.: Педагогика, 1985. – 184 с.
7. 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.
8. Педагогика [Текст]: Учеб. пособие / Под ред. П.И. Пидкасистого. – 2-3 изд., дораб. и испр. – М.: Рос. пед. агентство, 1996. – 602 с.
9. Иванова И. В. Фронтальная форма организации обучения: за и против // Межвузовский сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов и студентов – 2012 – Выл. 9 – с. 91-95 – Рус.
10. Иванова И. В. Применение индивидуализированной формы организации учебной

деятельности при обучении иноязычной речи // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» – 2012 – Книга 3 – с. 262-265 – Рус.

11. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст]: Учеб. Пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров; Под ред. Е. С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 272 с.

12. Иванова И. В. Оптимальное сочетание форм организации обучения в вузе (на примере обучения иностранному языку) // Вестник СибАДИ – 2012 – Вып. 3(25) – с. 137-143 – Рус.

### DEVELOPMENT OF PROFESSIONALLY QUALITIES OF EXPERTS BY MEANS OF FORMS OF THE ORGANISATION OF EDUCATIONAL ACTIVITY

I.V. Ivanova

In article forms of the organization of educational activity from the point of view of influence of the last on development of professional and common cultural competences of the future experts are considered.

*Иванова Инга Витальевна - аспирантка ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований: теория и методика профессионального образования, формы организации учебной деятельности. Общее количество публикаций: 9. e: mail: missis.inga-ivanova@yandex.ru*

УДК 378: 371.321

### ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

В. Ю. Кирничный

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы практико-ориентированной подготовки кадров высшей квалификации в сфере строительства, а также модернизации региональной системы профессионального и непрерывного образования на основе создания строительного кластера.

**Ключевые слова:** профессиональное образование, модернизация, инновации, строительный кластер.

#### Введение

В условиях модернизации российской экономики и усложнения техносферы возникает настоятельная потребность формирования новой матрицы критериев к подготовке специалистов строительного направления, владеющими междисциплинарными знаниями и способных комплексно воспринимать инновационный процесс. Это обуславливает необходимость совершенствования профессиональной подготовки специалистов, которая должна быть такой же динамичной как и складывающиеся в строительной отрасли процессы и способной обеспечивать успешные инновационные преобразования в технологии, организации и экономике строительных предприятий.

#### Основная часть

Стратегическим ресурсом повышения качества профессионального образования является интеграция вуза и производства и

формирование на этой основе содержания и методов обучения, позволяющих адаптировать общетеоретическую и общепрофессиональную подготовку будущих специалистов к перспективным направлениям инновационного развития строительной отрасли [2].

В условиях тесного взаимодействия с инновационным производством у образовательного учреждения появляется ряд дополнительных возможностей, чтобы: регулярно уточнять структуру профессий и специальностей, объем подготовки кадров; постоянно учитывать требования работодателей к содержанию подготовки специалистов за счет совместной разработки стандартов профессионального образования, учебных планов и программ; организовывать практики студентов на оборудовании, действующем в современном производстве; создать условия для систематической стажировки преподавателей на предприятиях для ознакомления с новейшими

типами оборудования и технологическими процессами; совершенствовать целевую подготовку специалистов для конкретного предприятия, повышающую возможности трудоустройства выпускников; пополнять внебюджетные фонды образовательных учреждений за счет совместных проектов, в том числе курсов повышения квалификации работающих, использования учебно-материальной базы для выполнения заказов предприятий и других источников [1]. В связи с этим необходимо создание качественно нового механизма взаимодействия учебного заведения и производственной организации, надежно обеспечивающего образовательный процесс на длительную перспективу, на основе принципов: оперативного реагирования на изменения рынка образовательных потребностей, специализаций и пр.; оптимальности деловых связей; совместного планирования основной деятельности; надёжности партнёрства; долговременности партнёрства; взаимного участия в деятельности контрагентов в целях совершенствования деловых связей по осуществлению основного вида деятельности.

В роли партнеров могут выступать: регулирующие органы, одновременно являющиеся заказчиками и потребителями услуг, основная функция которых - формирование списка компетенций выпускников, разработка на их основе образовательных и профессиональных стандартов и контроль за их применением; саморегулируемые строительные организации, которые также оказывают влияние на разработку и применение стандартов, регулирование спроса и предложения на рынке труда; другие организации и структуры, которые потребляют услуги вуза на постоянной платной основе, участвуют в его развитии, реализуют совместно с вузом долгосрочные целевые программы.

В качестве стратегического инструмента в решении задач активизации инвестиционных процессов важно создание строительного кластера - территориального межотраслевого объединения организаций, задействованных в строительном процессе: предприятий промышленности строительных материалов, строительных проектных организаций, организаций инженерной инфраструктуры, финансово-кредитных, научных организаций [3,4].

Необходимым условием реализации стратегически значимых задач, связанных с формированием строительного кластера инновационного типа, а также с осуществлением модернизационных изменений в строительной отрасли Омского региона в целом, является

создание системы профессионального непрерывного образования, способной адекватно реагировать на инновационные изменения в экономике и запросы рынка. В связи с этим важным становится реструктуризация данной системы, обеспечивающая углубление кооперационных связей всех организаций начального, среднего и высшего профессионального образования. Интеграция их деятельности позволит рационально использовать материально-технические и кадровые ресурсы, успешно решать задачи внедрения эффективных образовательных программ и методов обучения.

В состав объединения учреждений профессионального образования наряду с СибАДИ могут быть включены учреждения СПО, осуществляющие подготовку специалистов для сферы строительства. Функции интегрирующего и координирующего центра в создании системы профессиональной подготовки специалистов, повышение их квалификации и профессиональной переподготовки кадров, обеспечивающей своевременное и эффективное развитие конкурентных преимуществ бизнес-структур строительной отрасли, способна выполнять Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), которая обладает необходимым кадровым и учебно-методическим потенциалом, позволяющим успешно генерировать и транслировать инновации в сфере профессионального образования (рис.1.).

Основной целью кластерной политики в области развития системы непрерывного образования является обеспечение сотрудничества между предприятиями и образовательными организациями, которая реализуется по следующим направлениям:

- мониторинг и прогнозирование потребностей участников кластера в специализированных человеческих ресурсах и планирование, участие в разработке государственного задания на подготовку специалистов;
- совместная разработка образовательных программ основного и дополнительного профессионального образования; общественно-профессиональная аккредитация и оценка качества содержания образовательных программ в интересах развития кластера;
- совместная реализация образовательных программ (материально-техническое, технологическое и кадровое обеспечение в части целевой подготовки);
- организация стажировок и производственной практики на предприятиях кластера.

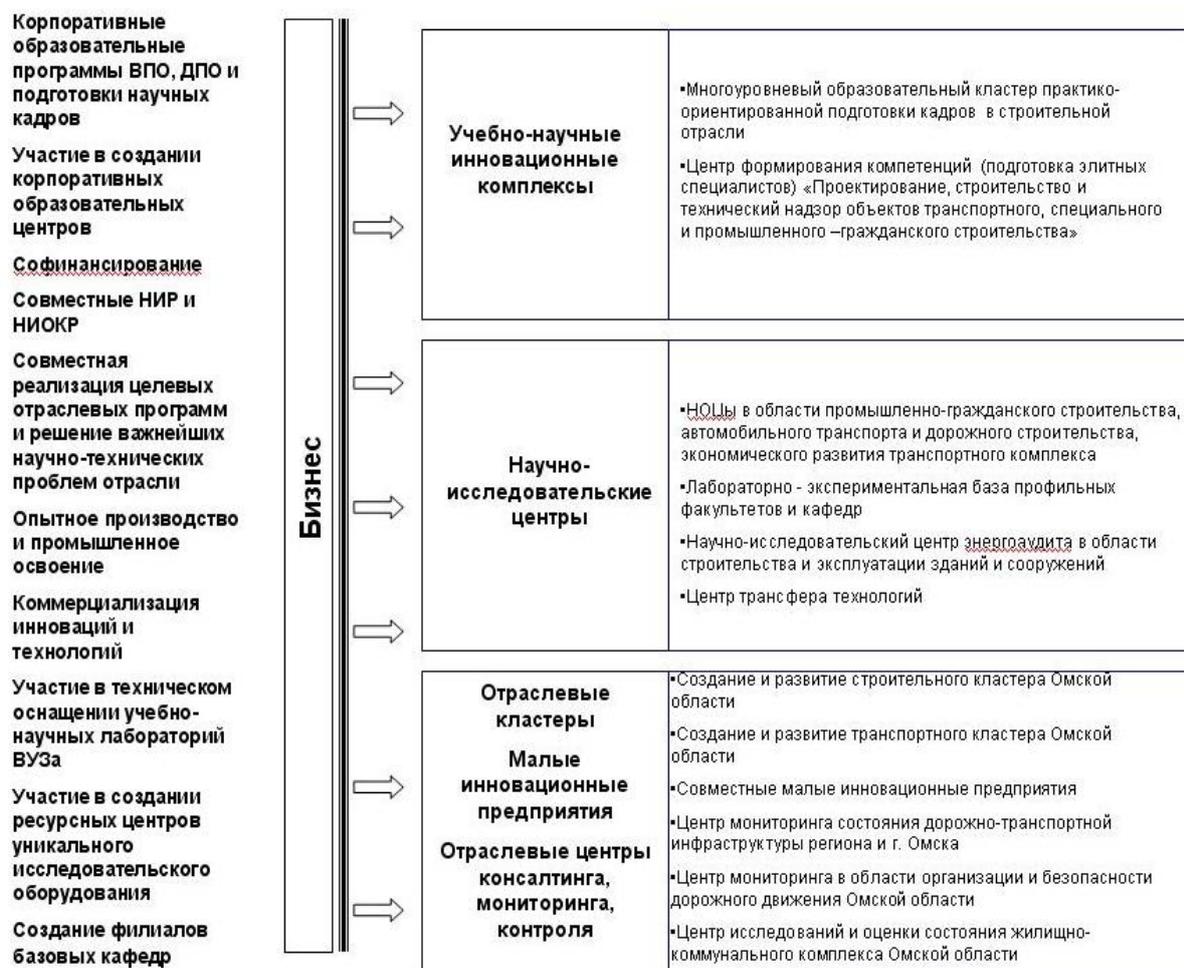


Рис. 1. Приоритетные направления взаимодействия с бизнес - сообществом

Развитие кадрового потенциала важно проводить в рамках подготовки и переподготовки специалистов в сфере строительства, базой которой являются учебные и учебно-производственные зоны, которые размещены на территории СибАДИ, других образовательных и иных организаций. Модернизации системы профессионального образования должна осуществляться на основе Программы развития объединения образовательных учреждений профессионального образования (кластерного типа) на базе вуза, которая предусматривает создание современной системы непрерывного образования подготовки и переподготовки профессиональных кадров на основе интеграции среднего и высшего профессионального образования в рамках развития региональной социально-экономической системы. Данная программа должна отвечать следующим основным критериям:

- направлена на достижение стратегических целей инновационного развития строительной сферы и стимулирование взаимодей-

ствия организаций науки, высшего, среднего и начального профессионального образования, российских и зарубежных компаний в рамках общих проектов и программ развития;

- разработана при участии объединений работодателей;

- обеспечивать сокращение сроков профессиональной подготовки специалистов в учреждениях начального профессионального образования путем расширения практики заочного и дистанционного обучения общеобразовательным дисциплинам, оптимизации программ профессионального образования, укрепления материально-технической базы образовательных учреждений;

- содержать комплекс мероприятий, способствующих повышению престижа рабочих специальностей, включая использование возможностей социальной рекламы, ознакомление учащихся образовательных учреждений с перспективами трудоустройства по выбираемой специальности и условиям работы на предприятиях и в организациях;

- предусматривать меры дополнительной поддержки выпускников учреждений начального и среднего профессионального образования, избравших работу по профильной специальности;

- направлена на приведение содержания и структуры профессиональной подготовки кадров в соответствие с современными потребностями рынка труда и повышение доступности качественных образовательных услуг.

Благоприятные условия для обучения специалистов строительной сферы могут формироваться в рамках регионального строительного технопарка СибАДИ. При этом создание бизнес – инкубатора будет обеспечивать взаимодействие обучаемых и работодателей в процессе проведения семинаров, практик, стажировок и иных мероприятий с целью оказания помощи в быстрой адаптации обучаемых к будущей профессии и освоению практических навыков, в выборе кандидатов на должности, а также персонального целевого обучения по заказу работодателей.

Для прохождения производственных практик обучающихся на основе договоров-соглашений может использоваться производственная база предприятий – участников строительного кластера.

Создание инновационной и практико-ориентированной системы профессионального и непрерывного образования предполагает определение потребности в специалистах, которое должно осуществляться на основе мониторинга рынка труда в строительном комплексе, а также в соответствии с потребностями развития строительного рынка региона. Функции по обеспечению непосредственных связей между работодателями и потенциальными работниками, а также обеспечению характера подготовки, соответствующего практическим потребностям сферы строительства, могут реализоваться через Информационно-аналитический координационный центр. Информационно-аналитический координационный центр должен формировать информационную базу кадров, разрабатывать рекомендации по количеству и категориям специалистов для предприятий, заниматься вопросами профориентации и трудоустройства.

Важное значение приобретает развитие международного сотрудничества с целью интеграции строительного комплекса региона в международный рынок, заимствование опыта зарубежных стран в области строительства, строительных технологий и материалов, а

также в сфере подготовки специалистов. Сотрудничество с зарубежными вузами, организациями и исследовательскими учреждениями может осуществляться по следующим направлениям: сотрудничество в области учебных и научно-инновационных связей между участниками строительного кластера и ведущими зарубежными высшими учебными заведениями; организация и расширение стажировок для участников строительного кластера в ведущих зарубежных учебных учреждениях; участие в международных научных программах; привлечение ученых с мировым именем для преподавания и ведения исследований; реализация совместных инновационных проектов; изучение и внедрение современных зарубежных технологий; обеспечение механизмов поддержки импорта отдельных передовых зарубежных технологий; вывод на международный рынок отечественных инновационных продуктов; размещение исследовательских центров ведущих зарубежных компаний на базе строительного технопарка СибАДИ; проведение международных научно-практических конференций.

### **Заключение**

В современных условиях, когда профессиональное образование в его не разрывной связи с наукой, превращается в определяющий фактор модернизации экономики и общества, возникла настоятельная необходимость проведения качественных изменений в региональной системе профессионального образования в сфере строительства. При этом важным становится разработка механизмов взаимодействия рынка образовательных услуг и рынка труда строительной сферы, включая взаимодействие образовательных учреждений с организациями и предприятиями строительной отрасли.

Формирование кадровой базы важно направлять на углубление кооперации образовательных структур с передовыми компаниями строительного сектора, проектными и научными организациями. Это должно способствовать эффективному диалогу бизнеса и образования и выработке таких квалификационных требований, которые позволят выпускать специалистов, востребованных на рынке труда.

### **Библиографический список**

1. Алыгина М. Бизнес и вуз: вертикальная интеграция// Высшее образование в России. 2005.- №12.

2. Бирюков В.В. Финансово-экономические аспекты развития академии //Высшее образование в России.- 2011.- №1.

3. Кирничный В.Ю. Приоритеты и механизмы модернизации автомобильно-дорожного комплекса// Вестник СибАДИ.- 2011.- №4. С. 58-61.

4. Кирничный В.Ю., Лочан С.А. Программно-целевое управление инновациями в сфере ЖКХ// Экономика образования.- 2012.- №3.

### **PRACTICE-ORIENTED TRAINING HIGHLY QUALIFIED SPECIALISTS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

V. Y. Kirnichny

Questions of practice-oriented training of highly qualified personnel in the construction and modernization of the regional system of professional and continuing education through the creation of construction cluster.

*Кирничный Владимир Юрьевич – доктор экон. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – модернизация Российской экономики, организационно-экономические механизмы развития строительства и транспорта.*

## Требования к оформлению научных статей, направляемых в “Вестник СибАДИ”

**О рассмотрении** поступивших материалов. В редакции все поступившие статьи направляются на рецензирование. Выказанные 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 ФГБОУ ВПО СибАДИ.

**Об оформлении.** Материалы необходимо предоставить в электронном и бумажном виде. Объем статьи не должен превышать **7 страниц**.

Статья представляется в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный. **Поля:** верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.

**Заголовок.** В верхнем левом углу листа проставляется УДК (размер шрифта 10 пт.). Далее по центру полужирным шрифтом 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.).

**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 в тексте** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки [1]. Ссылки должны быть *последовательно пронумерованы*.

Ниже основного текста 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 библиографического списка, 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.

**Формулы** необходимо набирать в редакторе формул Microsoft Equation.

**Таблицы и иллюстрации (с расширением JPEG, GIF, BMP) предоставляются в отдельных файлах.** И 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 отдельных файлах**.

В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: **на рисунке 1.., в таблице 3.**

**Реферат статьи**, предназначенный для публикации в реферативном журнале, составляется на русском и английском языках и помещается в отдельном файле.

**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 со статьей предоставляют:**

1. **ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ** о возможности опубликования в открытой печати.

2. **РЕЦЕНЗИЯ** специалистов с учёной степенью.

3. Лицензионный договор между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами.

**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. 3236. тел. (3812) 65-23-45

Выпускающий редактор «Вестника СибАДИ» - Юренко Татьяна Васильевна

сот. тел. 89659800019

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 5 (27) - 2012**

## **Главный редактор**

**В. Ю. Кирничный**  
Ректор ФГБОУ ВПО «СИБАДИ»

## **Заместитель главного редактора**

**В. В. Бирюков**  
Проректор по научной работе

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. 3226. тел. (3812) 65-23-45

Компьютерная верстка  
Юренко Т.В.

Ответственный за выпуск  
Юренко Т.В.

Печать статей произведена с оригиналов,  
подготовленных авторами.

Подписано в печать 15. 11. 2012  
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial  
Печать оперативная. Бумага офсетная  
Усл. печ. л. 21,9. Тираж 500 экз.

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. - № 5 (27). - 2012. – 175 с.

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

*Свидетельство о регистрации* ПИ № ФС77-50593 от 11 июля 2012 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 г.

Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory.

С 2009 года представлен в Научной Электронной Библиотеке **eLIBRARY.RU** и включен в **Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)**.

Редакционная коллегия осуществляет экспертную оценку, рецензирование и проверку статей на плагиат

*Редакционная коллегия:*

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

**Зам. главного редактора** – Бирюков В. В. д-р экон. 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:*

<b>Витвицкий Е. Е.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Волков В. Я.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Галдин Н. С.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Епифанцев Б. Н.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Жигадло А. П.</b>	д-р пед. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Кадисов Г. М.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Матвеев С. А.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Мещеряков В. А.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Мочалин С. М.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Плосконосова В. П.</b>	д-р филос. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Пономаренко Ю. Е.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Прокопец В. С.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Сиротюк В. В.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Смирнов А. В.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Щербаков В. С.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";

*Editorial board*

<b>Kirnichny V.</b>	Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Editor-in-chief
<b>Birukov V.</b>	Doctor of Economical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief
<b>Arkhipenko M.</b>	Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor
<b>Yurenko T.</b>	Publishing Editor

*Members of editorial board*

<b>Vitvitsky E.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Volkov V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Galdin N.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Epifantzev B.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Jigadlo A.</b>	Doctor of Pedagogical Science, Professor SibADI
<b>Kadisov G.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Matveev S.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Mescheryakov V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Mochalin S.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Ploskonosova V.</b>	Doctor of Philosophy, Professor SibADI
<b>Ponomarenko Yu.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Prokopets V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Sirotyk V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Smirnov A.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI
<b>Scherbakov V.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI

Адрес редакции: 644080. Россия, г. Омск, пр. Мира, 5, каб. 3226.

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 11.07.2012 г. – издается 6 раз в год

Омск 2012

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

<b>Д. С. Алешков, Н. Ю. Урусова</b> Влияние кинематических характеристик питателя и базовой машины фрезерно-роторного снегоочистителя на процесс отделения стружки	7
<b>Д. В. Балагин</b> Методика оценки рабочего процесса дизеля по изменению температуры трубопроводов насоса высокого давления	10
<b>Е. Е. Витвицкий, Т. В. Самусова</b> Совершенствование оперативного планирования автомобильных перевозок грузов помашинными отправками в городах	15
<b>Н. С. Галдин, С. В. Курбацкая, О. В. Курбацкая</b> Особенности проектирования основных механизмов мостовых кранов	21
<b>В. П. Денисов, А. П. Домбровский, О. О. Мироничева</b> Повышение надежности эксплуатации автомобиля при управлении системой охлаждения двигателя внутреннего сгорания	25
<b>Д. Н. Коротаев, Б. Ш. Алибаева</b> Повышение эффективности восстановления стальных деталей методом электроискрового легирования	30
<b>П. Ф. Кривоусов</b> Нормативы и основные расчеты в планировании марша автомобильных колонн при осуществлении воинских автомобильных перевозок	35
<b>В. Н. Кузнецова, А. Н. Шаймарданов</b> Повышение производительности холодных фрез посредством адаптивного управления	40
<b>А. В. Трофимов, А. В. Проценко</b> Математическая модель расчета значения нормируемого расхода топлива на основе данных получаемых от технических средств контроля	43

### РАЗДЕЛ II

#### СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

<b>Г. Л. Горынин, О. Г. Горынина</b> Исследование напряженно-деформируемого состояния трехслойного двутавра в пространственной постановке	49
<b>А. М. Каримов, Е. В. Цыганкова</b> Инновационный подход в сохранении и воссоздании облика Казачьей Слободы в современной структуре Омска	54
<b>Ю. В. Краснощёков</b> Эффективность антенных опор, возводимых на ограниченной площади	60
<b>В. Е. Русанов</b> Эффективность применения фибробрызгбетона в мосто – и тоннелестроении	65
<b>А. В. Смирнов, Е. В. Андреева</b> Динамическое напряженное состояние слоев дорожных одежд конструкций, изгибаемых колебательным волновым полем	68
<b>И. Л. Чулкова</b> Известково-реставрационные композиты	71

### РАЗДЕЛ III

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

<b>А. О. Лисин</b> Система автоматизации моделирования виброзащитных устройств строительных машин	78
<b>В. В. Михеев, Д. А. Сагайдак, А. А. Свенч, Р. Р. Файзуллин</b> Алгоритмы обработки информации при передаче и хранении данных, основанные на процедуре разделения секрета	82
<b>С. В. Савельев, Г. Г. Бурый</b> Экспериментальные исследования «активной области» деформируемой среды при вибрационном уплотнении	88
<b>М. А. Чижик, В. Я. Волков, Е. Я. Сурженко</b> Программное обеспечение для построения графических оптимизационных моделей многофакторных процессов	95

<b>И. Л. Чулкова</b>	Автоматизированное проектирование строительных композитов	101
<b>Е. В. Шендалева</b>	Модели газотурбинных двигателей в пространстве состояний: динамический аспект	106
<b>В. С. Щербаков, А. В. Жданов, В. В. Меньков</b>	Интерфейс системы автоматизации проектирования гидроприводов рулевого управления	111

РАЗДЕЛ IV  
**ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

<b>В. В. Алещенко, А. А. Кораблева</b>	Организационно-экономические аспекты развития малого инновационного предпринимательства на территории субъекта федерации	116
<b>Н. Г. Гавриленко</b>	Особенности развития транспортного комплекса России в современных условиях	123
<b>Т. Б. Дороболук</b>	Системная парадигма деловой среды: модель - объект	129
<b>В. Ю. Кирничный</b>	Совершенствование технологий и методов строительного производства в условиях создания инновационного кластера	136
<b>В. А. Коробова</b>	Документооборот как основа контроллинга на промышленных предприятиях	141
<b>Б. Г. Хаиров</b>	Формирование отношений властных и предпринимательских структур региона на принципах логистического администрирования	148
<b>А. А. Цикунов</b>	Оценка перспектив развития проектов частно - государственного партнерства	152
<b>И. В. Цыганкова, Т. В. Телятникова</b>	Профессиональная подготовка молодежи, ориентированная на нестандартную занятость	160

РАЗДЕЛ V  
**ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

<b>И. В. Иванова</b>	Развитие профессионально качеств специалистов посредством форм организации учебной деятельности	164
<b>В. Ю. Кирничный</b>	Практико-ориентированная подготовка кадров высшей квалификации в сфере строительства	168

## CONTENTS

### PART I

#### TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

<b>D. S. Aleshkov, N. Y. Urusova</b> Influence kinematics characteristic's of auger and base machine of snow blower in process is cutting of snow chip	7
<b>D. V. Balagin</b> Technique of an estimation of working process diesel engine on change of temperature pipelines of the pump a high pressure	10
<b>E. E. Vitvitskiy, T. V. Samusova</b> Improvement of operational planning the road transport of goods in the machinery shipments of in the cities	15
<b>N. S. Galdin, S. V. Kurbatskaya, O. V. Kurbatskaya</b> Features of designing of the basic mechanisms of bridge cranes	21
<b>V. P. Denisov, A. P. Dombrovsky, O. O. Mironicheva</b> Increase of the automobile maintenance reliability by control of an internal combustion engine cooling system	25
<b>D. N. Korotaev, B. S. Alimbaeva</b> Increase of efficiency of restoration of the steel details method of the electro spark alloying	30
<b>P. F. Krivousov</b> Guidelines and principle calculations of planning of automobile march under the realization of the military automobile traffic	35
<b>V. N. Kuznetsova, A. N. Shaimardanov</b> Increase productivity of cold milling machine by means adaptive control	40
<b>A. V. Trofimov, A. V. Protsenko</b> Mathematical model of calculating values of normalized fuel based on data obtained from the technical means of control	43

### PART II

#### ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

<b>G. L. Gorynin, O. G. Gorynina</b> The study of the stress-strain state in a three-layer i-beam in a three-dimensional formulation	49
<b>A. M. Karimov, E. V. Tsygankova</b> An innovative approach in the conservation and reconstruction of the kazachia sloboda in the modern structure of Omsk	54
<b>Y. V. Krasnoshekov</b> Application of model of component bar for the calculation of flag from the glued boards	60
<b>V. E. Rusanov</b> Efficiency of fibre reinforced shotcrete in bridges and tunnels application	65
<b>A. V. Smirnov, E. V. Andreeva</b> Dynamic tension of layers road clothes of the designs bent oscillatory wave field	68
<b>I. L. Chulkova</b> Limestone - restoration composites	71

### PART III

#### MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

<b>A. O. Lisin</b> Automation system modeling of vibroprotection devices construction machinery	78
<b>V. V. Mikheev, D. A. Sagaidak, A. A. Svench, R. R. Faizullin</b> Data processing algorithms based on secret sharing applied to the transmission and storage of the information	82
<b>S. V. Saveliev, G. G. Buriy</b> Environment at vibrating consolidation	88
<b>M. A. Chizhik, V. Y. Volkov, E. Y. Surzhenko</b> Graphic modeling's software of multifactorial processes	95
<b>I. L. Chulkova</b> The automated design of construction composites	101
<b>E. V. Shendaleva</b> Gas turbine engine simulation in state space: dynamic aspect	106

<b>V. S. Sherbakov, A. V. Zhdanov, V. V. Menkov</b> The system interface design automation hydraulic steering	111
--	-----

**PART IV  
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

<b>V. V. Aleshenko, A. A. Korableva</b> The organizational and economic aspects of small innovative business in the subject of federation	116
<b>N. G. Gavrilenko</b> Features of development of the transport complex of russia in modern conditions	123
<b>T. B. Dorobolyuk</b> System paradigm of business environment: model–object	129
<b>V. Y. Kirnichny</b> Improved technology and construction methods of production in a cluster of innovation	136
<b>V. A. Korobova</b> Flow of documents as the controlling basis at the industrial enterprises	141
<b>B. Khairov</b> Formation of relations the power and business structures area on the principles logistics administration	148
<b>A. A. Tsikunov</b> The assessment of development prospects of the private and state partnership projects	152
<b>I. V. Tsygankova, T. V. Telyatnikova</b> Professional preparation of young people is oriented to non-standard employment	160

**PART V  
GRADUATE EDUCATION**

<b>I.V. Ivanova</b> Forms of the organisation of educational activity	164
<b>V. Y. Kirnichny</b> Practice-oriented training highly qualified specialists in the construction industry	168

**РАЗДЕЛ I**

**ТРАНСПОРТ.**

**ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

---

УДК 625.76

**ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИТАТЕЛЯ  
И БАЗОВОЙ МАШИНЫ ФРЕЗЕРНО-РОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ  
НА ПРОЦЕСС ОТДЕЛЕНИЯ СТРУЖКИ**

Д. С. Алешков, Н. Ю. Урусова

***Аннотация.** Рассматривается вопрос взаимодействия фрезы питателя с разрабатываемым слоем снега. Приводятся уравнения траектории движения точки фрезы в вертикальной плоскости, а также условие, определяющее характер взаимодействия фрезы со снежной стружкой в зависимости от угловой скорости фрезы и поступательной скорости движения базовой машины.*

***Ключевые слова:** фрезерно-роторный снегоочиститель, эффективность, фреза, траектория движения.*

**Введение**

Обеспечение содержания дорог особенно в зимнее время является неотъемлемой частью развития национальной транспортной системы и повышения эффективности экономического развития регионов [2, 5].

Одной из особенностей работы фрезерно-роторного снегоочистителя является то, что он объединяет два самостоятельных процесса: отделение и транспортирование снежной массы и ее отбрасывание в заданном направлении. При этом повышение эффективности работы фрезерно-роторного снегоочистителя невозможно без интенсификации каждого из этих процессов, формирующих технологический цикл работы снегоочистителя [7].

**Основная часть**

С точки зрения повышения эффективности фрезерно-роторных снегоочистителей актуальным является знание основных закономерностей влияния отдельных характеристик машины на работу фрезы [3].

Рассмотрим процесс отделения стружки снега фрезой питателя снегоочистителя в вертикальной плоскости, совпадающей с направлением движения базовой машины.

Уравнение траектории движения точки фрезы в этой плоскости описывается известным соотношением [1, 3, 4, 6]:

$$z = R \cos \omega \cdot t ,$$

$$x = V \cdot t + R \sin \omega \cdot t , \quad (1)$$

где  $t$  – рассматриваемый интервал времени,  $R$  – радиус фрезы,  $\omega$  – угловая скорость вращения фрезы,  $V$  – скорость движения снегоочистителя.

В зависимости от соотношения  $V$  и  $\omega$  уравнение циклоиды может принимать два вида, которые характеризуются наличием двух точек пересечения (см. рис. 1), или одной (см. рис. 2).

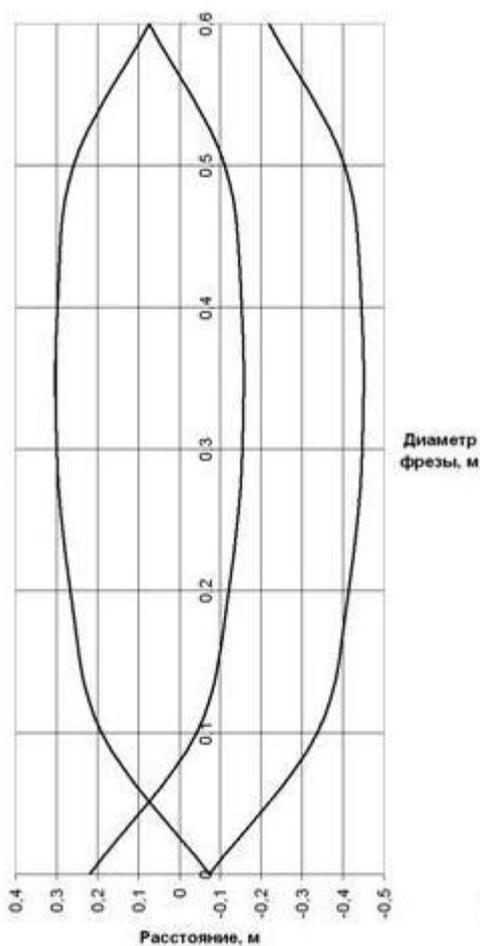


Рис. 1. Траектория движения точки фрезы при  $R = 0,3$  м,  $V = 1,4$  м/с,  $\omega = 30$  рад/с

Важно знать, при каких условиях присутствует тот или иной вид циклоиды, т.к. от того, какую траекторию описывает точка фрезы, будет зависеть время и место ее контакта с элементом снежной стружки и соответственно динамические характеристики самой снежной стружки. Проведем анализ системы (1) и определим наличие касательных в данной функции.

Для этого в системе уравнений (1) вычислим производные по параметру  $t$  [3]:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{dR \cos \omega \cdot t}{dt} = -R\omega \sin \omega \cdot t,$$

$$\frac{dx}{dt} = V + R\omega \cos \omega \cdot t.$$

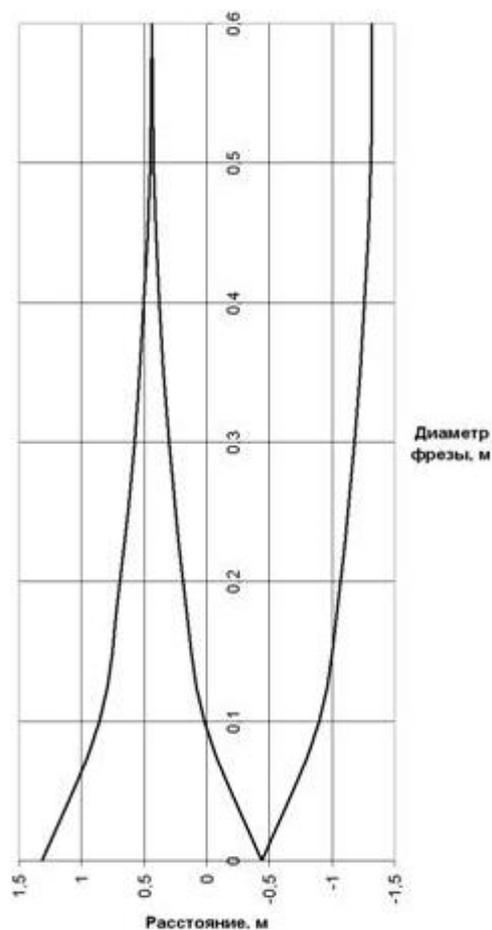


Рис. 2. Траектория движения точки фрезы при  $R = 0,3$  м,  $V = 1,4$  м/с,  $\omega = 5$  рад/с

Затем определяем производную по  $x$ , имеем [3]:

$$\frac{dz}{dx} = \frac{-R\omega \sin \omega \cdot t}{V + R\omega \cos \omega \cdot t} = \infty.$$
 (2)

Уравнение для нахождения вертикальной касательной определяется из выражения (2) и имеет вид:

$$\frac{dz}{dx} = \infty.$$
 (3)

Очевидно, равенство (3) будет выполняться только при условии:

$$V + R\omega \cdot \cos \omega \cdot t = 0.$$
 (4)

Для нахождения корней уравнения (4), выразим из (4) время,  $t$ :

$$t = \frac{1}{\omega} \arccos\left(-\frac{V}{R\omega}\right), \quad (5)$$

в этой точке касательная к исследуемой кривой вертикальна.

Произведем подстановку (5) в систему (1), после ряда преобразований имеем:

$$z = -\frac{V}{\omega}$$

$$x = \frac{V}{\omega} \arccos\left(-\frac{V}{R\omega} + R\sqrt{1 - \frac{V}{R\omega}}\right). \quad (6)$$

Второе уравнение системы (6) накладывает ограничение на существование вертикальной касательной:

$$1 - \frac{V}{R\omega} \geq 0$$

или

$$\frac{V}{\omega} \leq R. \quad (7)$$

При этом очевидно, что одна точка касания к кривой (1) будет в случае, когда:

$$1 - \frac{V}{R\omega} = 0$$

или

$$\frac{V}{\omega} = R. \quad (8)$$

Таким образом, циклоида будет иметь вид, изображенный на рис. 2, когда параметры фрезерно-роторного снегоочистителя удовлетворяют (8).

При выполнении условия:

$$\frac{V}{\omega} < R, \quad (9)$$

траектория движения точек фрезы в плоскостях XOZ будет иметь две точки пересечения.

Область решения (8) представлена на рис. 3.

Соответственно множество решений (9) будет располагаться ниже поверхности, изображенной на рис. 3.

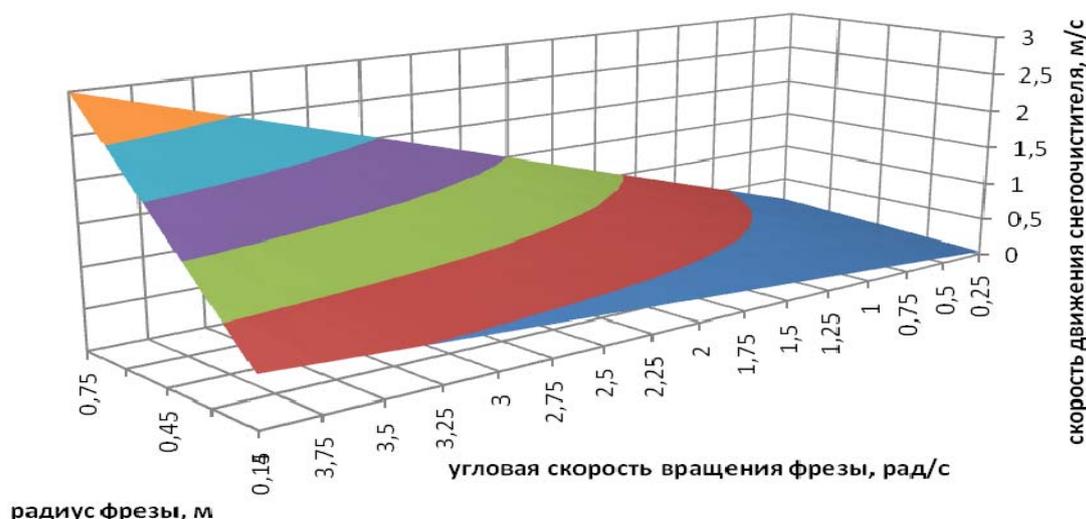


Рис. 3. Поверхность, определяющая характер движения точки фрезы в плоскости XOZ

### Заключение

Таким образом, принимаемые кинематические параметры фрезы и базовой машины должны являться элементами представленного множества, удовлетворяющего условию (9), что обеспечит высокую эффективность транспортирования снега к загрузочному окну питателя фрезерно-роторного снегоочистителя.

### Библиографический список

1. Бермант А. Ф. Краткий курс математического анализа [Текст]: учебное пособие / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. 15-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2009. – 736 с.: ил.
2. Бирюков В. В. Оценка эффективности инвестиционных проектов развития транспортных систем: эволюция и развитие подходов // Вестник СибАДИ. 2012. - № 2 (24). С. 97 – 101.
3. Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст]: в 2 т.: учебное пособие / Н. С. Писку-

нов. - Изд. стер. - М.: Интеграл-Пресс, 2006. - ISBN 5-89602-014-7. Т. 1. - 2006. - 415 с.: рис., табл.

4. Иванов А. И., Мишин В. А. Снегоочистители отбрасывающего действия. – М.: Машиностроение, 1981. – 159 с.: ил.

5. Кирничный В. Ю. Национальная транспортная система: тенденции и факторы развития в современных условиях // Вестник СибАДИ. 2012. - № 2 (24). С. 102 – 106.

6. Научные труды молодых ученых, аспирантов и студентов [Текст]: межвузовский сборник: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки (с международным участием) / СибАДИ; ред. В. Ю. Кирничный [и др.]. - Омск: СибАДИ, Вып. 9. 2012. - 331 с. / К вопросу движения снежной стружки под действием винтовой лопасти питателя в зоне резания / Н. Ю. Урусова. - С. 273-276.

7. Перспективы развития роторных снегоочистителей на базе трактора ЗТМ-60 (ЗТМ-82) [Текст] / Д. С. Алешков // Современные проблемы транспортного строительства, автомобилизации и высокоинтеллектуальные научно-педагогические технологии : тез. докл. на Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию образования СибАДИ / СибАДИ. - Омск, 2000. - Т. 3: Машины и процессы в строительстве / отв. ред. В. Б. Пермяков. - С. 19-20.

### INFLUENCE KINEMATICS CHARACTERISTIC'S OF AUGER AND BASE MACHINE OF SNOW BLOWER IN PROCESS IS CUTTING OF SNOW CHIP

D. S. Aleshkov, N. Y. Urusova

The question of auger interaction with cutting snow layer is investigated. Present equations trajectory of moving point auger in vertical plane and condition is defining character interaction auger with snow chip in dependency angle speed of auger and moving speed of base machine.

*Алешков Денис Сергеевич – канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Техносферная безопасность» факультета «Экономика и управление» Сибирской автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований: подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины. Общее количество опубликованных работ: 15. E-mail: kaf\_bzhd@sibadi.org*

*Урусова Наталья Юрьевна – учебный мастер кафедры «Техносферная безопасность» факультета «Экономика и управление» Сибирской автомобильно-дорожной академии. Основные направления научных исследований: подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины. Общее количество опубликованных работ: 2. E-mail: urusova\_n@mail.ru*

УДК 629.424.3:621.436

### МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРЫ ТРУБОПРОВОДОВ НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Д. В. Балагин

**Аннотация.** В статье приводятся методика и результаты экспериментальных исследований тепловых процессов в трубопроводах высокого давления топливной аппаратуры дизелей.

**Ключевые слова:** топливная аппаратура, дизель, тепловизионный контроль, трубопровод высокого давления, топливный насос высокого давления, форсунка, цилиндр, пирометр, тепловизор, термограмма.

В настоящее время на кафедре «Локомотивы» Омского государственного университета путей сообщения ведется разработка технологии тепловизионного контроля топливной аппаратуры (ТА) дизелей на основе визуализации температурных полей нагнетательных трубопроводов.

На нагрев узлов и элементов топливной системы высокого давления дизеля влияет множество факторов:

– температура в цилиндре дизеля, которая в свою очередь определяется состоянием цилиндропоршневой группы (компрессионные и маслосъемные кольца), характеристиками топливной аппаратуры (угол опережения подачи топлива, давление и продолжительность впрыска), температурой охлаждающей воды;

– излучение деталей дизеля имеющих высокую температуру поверхности (блок дизеля, выхлопной коллектор);

– техническое состояние и качество работы отдельных элементов топливной аппаратуры (нагнетательный клапан и плунжерная пара топливного насоса высокого давления (ТНВД), сопловой наконечник форсунки) [1–3].

Рассмотреть всю совокупность факторов на данном этапе исследований без каких-либо ограничений не представляется возможным.

Например, неизвестно в какой степени на нагрев форсунки и нагнетательного трубопровода влияет температура в цилиндре дизеля. Очевидно, предположить, что форсунка (охлаждаемая водой и циркулирующим топливом), находясь в плотном контакте с цилиндрической крышкой, воспринимает значительное количество теплоты. Кроме того, обладая определенной массой и толщиной стенок, является инерционной в скорости изменения температуры. Следовательно, контроль температуры нагрева форсунки не даст однозначной оценки, что является причиной отклонения температуры поверхности от нормы (состояние поршневых колец или изменение характеристик топливоподачи по причине ухудшения состояния отдельных элементов форсунки).

Нагнетательный трубопровод находится в плотном соединении с форсункой. Очевидно, что он также воспринимает какую-то долю теплоты от цилиндрической крышки (через форсунку) и подвержен воздействию теплового излучения блока дизеля. Топливные системы высокого давления дизелей с ТНВД блочного типа (ПД1М, К6S310DR и т. д.) имеют нагнетательные трубопроводы длиной до 1,5 м [4].

Поэтому, можно предположить, что температура в средней части трубопровода (и далее к ТНВД) в значительной степени будет определяться техническим состоянием соплового наконечника форсунки, нагнетательного клапана и плунжерной пары ТНВД и параметрами самой топливной аппаратуры (цикловая подача топлива). Главными параметрами топливоподачи, определяющими температуру поверхности (нагрева) нагнетательного трубопровода являются давление, температура и расход циркулирующего топлива. В свою очередь они зависят от множества других факторов (техническое состояние элементов топливной аппаратуры, температура окружающей среды, плотность топлива). Кроме того, давление в нагнетательном трубопроводе за цикл изменяется в значительных пределах (от 20 до 70 МПа) по сложному закону и зависит от режима работы силовой установки тепловоза (режим холостого хода, частичной нагрузки или номинальной мощности) [5].

Для подтверждения предположения о различной степени нагрева нагнетательных трубопроводов в зависимости от технического состояния топливной аппаратуры (форсунка, ТНВД) и предварительной оценки о возможности проведения теплового (тепловизионного, пирометрического) контроля их работоспособности проведен ряд экспериментов на дизеле 6ЧН16/22,5 фирмы Skoda кафедры «Локомотивы» (рисунок. 1).



Рис. 1. Дизель 6ЧН16/22,5, тепловизор ИРТИС 2000 и пирометр Raytek MiniTemp

Дизель 6ЧН16/22,5 – четырехтактный, с газотурбинным наддувом, номинальная мощность – 147 кВт, при частоте вращения коленчатого вала 750 мин<sup>-1</sup>. В топливной системе высокого

давления используются ТНВД блочного типа. Технические характеристики двигателя приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики дизеля 6ЧН16-22,5

Номинальная мощность, $N_e$ , кВт	147
Номинальная частота вращения коленчатого вала, $n_d$ , мин. <sup>-1</sup>	750
Число цилиндров, $Z$	6
Диаметр цилиндров, $D$ , м	0,160
Ход поршня, $S$ , м	0,225
Рабочий объем цилиндра, $V_h$ , м <sup>3</sup>	0,004524
Степень сжатия, $\epsilon$	13,4-13,5
Порядок работы цилиндров	1-5-3-6-2-4
Удельный эффективный расход топлива, $g_e$ , кг/(кВт·ч)	0,241
Удельный расход масла, $g_m$ , кг/(кВт·ч)	0,00545
Среднее эффективное давление $P_e$ , МПа	0,84
Давление надувочного воздуха $P_k$ , МПа	0,126-0,130
Максимальное давление сгорания $P_z$ , МПа	7,1-7,5
Давление в конце сжатия $P_c$ , МПа	3,8-4,2
Давление открытия иглы форсунки $P_\phi$ , МПа	25,0 ± 0,5

Для проведения бесконтактного теплового контроля использовались пирометр Raytek MiniTemp и портативный компьютерный термограф (тепловизор) ИРТИС 2000, состоящий из: ИК-приемной камеры, компьютера

типа «NOTEBOOK», и специального программного обеспечения (рисунок 1). Технические характеристики приборов приведены в таблице 2, 3.

Таблица 2 - Технические характеристики тепловизора ИРТИС-2000

Приемник	InSb, охлаждение жидким азотом
Спектральный диапазон	3 – 5 мкм
Пространственное разрешение	<2mrad
Поле зрения камеры	25×20 град
Время сканирования кадра	1,5 с
Чувствительность к перепаду температуры на уровне 30°	0,05°
Диапазон измерения температуры	От минус 20 до плюс 200 °С
Точность измерения	± 1 %
Время автономного режима работы	5 ч
Масса прибора	1,8 кг

Таблица 3 - Технические характеристики пирометра Raytek MiniTemp

Диапазон измерений	-18 ... 275°C (-30 ... 200±C)
Точность (при температуре окружающей среды 23±C)	±2%, но не меньше ±2°C в диапазоне -1° 275°C; ±3°C в диапазоне -18 ± -1°C
Воспроизводимость	±2% от ИВ, но не меньше ±2°C
Время отклика; спектральный отклик	500 мсек. (95% от ИВ); 7 ... 18 м
Коэффициент излучения	фиксированный 0.95
Рабочая температура	0 ... 50°C
Вес / Габариты	227 гр./152 x 101 x 38 мм
Лазер (Класс II)	Laser Point6

На первом этапе, для общей оценки технического состояния цилиндропоршневой группы, топливной аппаратуры и качества протекания рабочего процесса были определены (при помощи максиметра (рисунок 2) давление сжатия ( $P_c$ ) и максимальное давление сгорания ( $P_z$ ) по цилиндрам. Газы из ци-

линдра двигателя поступали к манометру, проходя через невозвратный клапан. При включенных топливных насосах манометр показывал давление сгорания, а при выключенной подаче топлива – давление в конце сжатия. Ошибка измерений не превышала 0,03 МПа и является незначительной.



Рис. 2. Максиметр, дизель 6ЧН16/22,5

Установлено, что в I, II и III цилиндрах не создается необходимое давление сгорания. Очевидно, что при удовлетворительном техническом состоянии цилиндропоршневой группы причина заключается в качестве работе топливной аппаратуры.

Эксперимент по контролю температуры нагрева нагнетательных трубопроводов проводился в следующей последовательности:

- подготовка к работе тепловизора и пирометра;
- запуск дизеля; прогрев дизеля при частоте вращения 450 мин<sup>-1</sup> в течение 10 мин.;

- включение нагрузочного реостата;
- вывод дизеля на вторую ступень нагрузки;
- работа дизеля на второй ступени нагрузки в течение 20 мин.;
- проведение пирометрического и тепловизионного контроля температуры поверхности нагнетательных трубопроводов;
- переустановка форсунок по цилиндрам и повторение вышеперечисленных операций;
- анализ полученных результатов.

Результаты пирометрического контроля представлены в таблице 4, в которой приве-

дены для различных цилиндров дизеля давления воздуха в конце процесса сжатия ( $P_c$ ), максимальная величина давления сгорания топлива ( $P_z$ ) и температура на поверхности трубопроводов ( $t_{тр}$ ). Исследования проведены

для режимов работы дизеля на малых нагрузках. Температура на поверхности трубопровода определялась на расстоянии 40 см от ТНВД.

Таблица 4 - Влияние процессов происходящих в цилиндрах дизеля на температуру нагнетательных трубопроводов ТА

Режим малых нагрузок	Параметр	Цилиндр					
		1	2	3	4	5	6
$N_e = 22,7 \text{ кВт}$ $n = 450 \text{ мин}^{-1}$	$P_c$ , МПа	2,4	2,4	2,3	2,3	2,4	2,5
	$P_z$ , МПа	2,6	3,5	3,2	4,85	4,9	5,1
	$t_{тр}$ , °С (40см)	33,3	34,2	32,9	39,2	39,8	41,5
Опыт № 2 после смены положения форсунок		Замена форсунок					
		4	5	6	1	2	3
$N_e = 24 \text{ кВт}$ $n = 450 \text{ мин}^{-1}$	$P_c$ , МПа	2,3	2,4	2,5	2,4	2,4	2,3
	$P_z$ , МПа	5,2	4,95	5,0	2,8	3,2	3,1
	$t_{тр}$ , °С (40см)	41,2	40,1	39,4	35,3	35,2	34,9

Одновременно с пирометрическим контролем проводилось термографирование топливной аппаратуры дизеля, при первоначаль-

ном расположении форсунок по цилиндрам (рисунок 3).

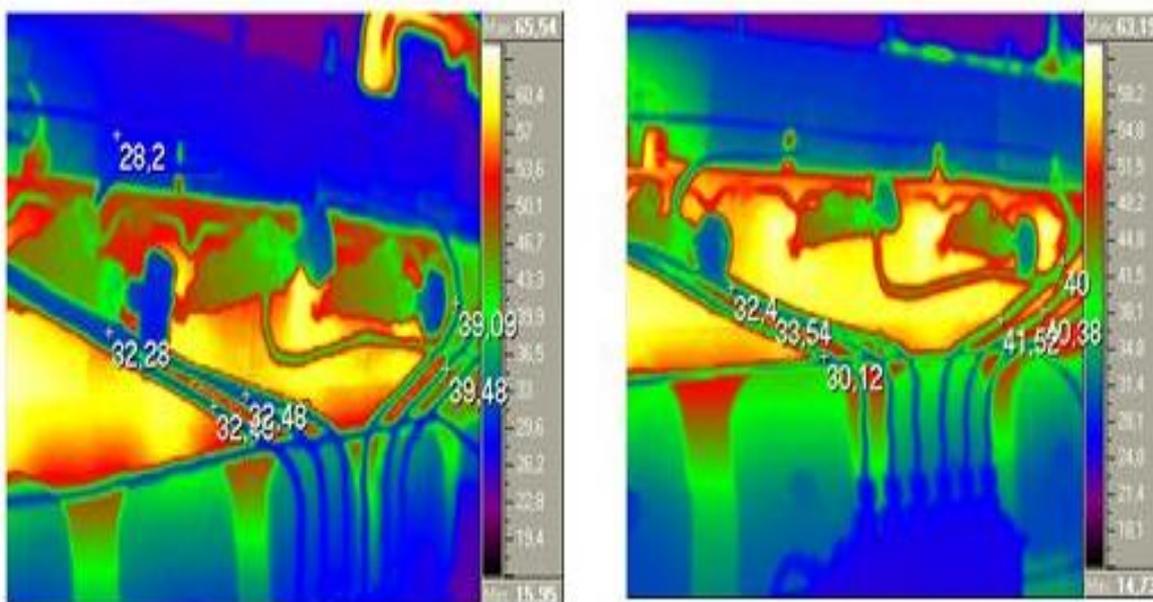


Рис. 3. Термограммы трубопроводов высокого давления после 20 мин работы дизеля под нагрузкой

Эксперимент проводился на дизеле, имеющем удовлетворительное состояние цилиндропоршневой группы, следовательно, возможное влияние поршневых колец на давление и температуру в цилиндре было исключено.

Анализ результатов эксперимента пока-

зал, что температура поверхности нагнетательного трубопровода свидетельствует о неудовлетворительном техническом состоянии топливной аппаратуры (форсунок). Правомочность принятого заключения подтверждается переустановкой форсунок по цилинд-

рам и определением максимального давления сгорания (таблица 4).

В конце работы можно сделать следующие выводы:

1. Предложена методика оценки рабочего процесса в цилиндрах дизеля по температуре трубопроводов насоса высокого давления.

2. Необходимы дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования влияния температуры трубопровода на оценку состояния топливной аппаратуры и цилиндропоршневой группы дизеля.

### Библиографический список

1. Лышевский А. С. Питание дизелей: учебное пособие / А. С. Лышевский. – Новочеркасск: Типография политехн. института, 1974. – 468 с.

2. Криворудченко В. Ф. Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта: учебник для вузов ж.-д. трансп. / Р. А. Ахмеджанов, В. Ф. Криворудченко. – М.: Маршрут, 2005. – 436 с.

3. Гуревич А. Н. Топливная аппаратура тепловозных и судовых двигателей типа Д100 и Д50: учебное пособие / А. Н. Гуревич, З. И. Сурженко, П. Т. Клепач. – М.: Машиностроение, 1968. – 248 с.

4. Локомотивные энергетические установки : учебник для вузов ж.-д. трансп. / А. И. Володин, В.

З. Зюбанов, В. Д. Кузьмич и др. ; под. общ. ред. А. И. Володина. – М.: ИПК «Желдориздат», 2002. – 718 с.

5. Блинов П. Н. Совершенствование технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры тепловозных дизелей: дис. ... д-ра техн. наук. Омск, 1986. – 178 с.

### TECHNIQUE OF AN ESTIMATION OF WORKING PROCESS DIESEL ENGINE ON CHANGE OF TEMPERATURE PIPELINES OF THE PUMP A HIGH PRESSURE

D. V. Balagin

In the article, the technique and results of experimental research thermal processes in pipelines of a high pressure of fuel equipment of diesel engines are resulted.

*Балагин Дмитрий Владимирович - инженер кафедры «Локомотивы» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС). Основные направления научной деятельности: Разработка методики теплоэнергетической визуализации двигателей внутреннего сгорания с целью диагностирования их технического состояния. Общее количество опубликованных работ: 10. e-mail: balagin@mail.ru*

УДК 656.13.02

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ПО МАШИНЫМИ ОТПРАВКАМИ В ГОРОДАХ

Е. Е. Витвицкий, Т. В. Самусова

**Аннотация.** Потребность выполнения обязательств по договорам перевозки грузов обуславливает необходимость их выполнения путем учета в оперативном планировании вероятностного характера транспортного процесса.

**Ключевые слова:** грузовые автомобильные перевозки, оперативное планирование, вероятность, гарантированная перевозка груза.

### Введение

Необходимость выполнения на практике взятых на себя обязательств Перевозчиком, по договору перевозки, требует, на стадии планирования, наличия инструмента, позволяющего оценить возможности Перевозчика в конкретных эксплуатационных условиях с учетом вероятного характера транспортного процесса.

### Основная часть

Известно, что автомобили не просто перевозят грузы на маршрутах, а выполняют работу в автотранспортных системах перевозок грузов (АТСПГ) [1].

Перевозка грузов осуществляется на основании договора, ему предшествует оперативное планирование, основной задачей которого является определение величин пока-

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

зателей работы, возможных к выполнению, в заданных эксплуатационных условиях и потребного количества транспортных средств.

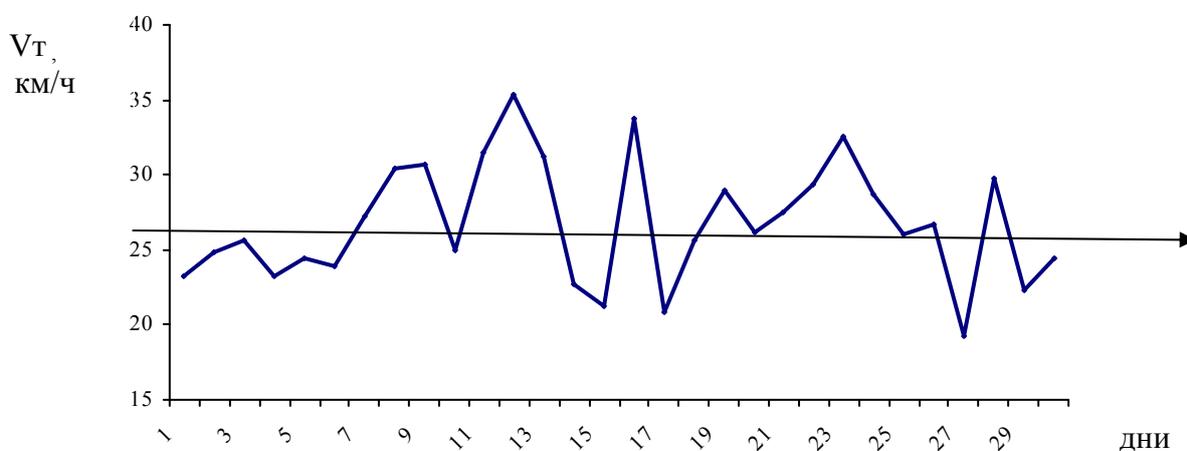
Рассмотрим решение задачи при перевозке грузов в наименее сложной АТСПГ – в микросистеме, на примере работы одного автомобиля по маятниковому маршруту, с обратным не груженым пробегом, при перевозке строительных грузов в г. Омске, из карьера на объект ООО «ЗЖБИ № 7», при следующих

условиях: грузоподъемность автомобиля ( $q$ ) = 17 т, холостой пробег ( $l_x$ ) = 17 км, пробег с грузом ( $l_r$ ) = 17 км, время в наряде ( $T_n$ ) = 8 ч., нулевой пробег первый ( $ln_1$ ) принимаем равным нулю, класс груза 1. Величины среднетехнической скорости ( $V_T$ ) и времени погрузки-выгрузки ( $t_{пв}$ ) получены на основе натурных наблюдений и представлены в таблице 1, столбец 2 и 3.

Таблица 1- Величины среднетехнической скорости и времени погрузки-выгрузки

Порядковый номер дня наблюдения	Среднетехническая скорость $V_T$ , км·ч	Время простоя под погрузкой-разгрузкой $t_{пв}$ , ч
1	23,2	0,55
2	24,8	0,62
3	25,7	0,53
4	23,2	0,70
5	24,5	0,72
6	23,9	0,63
7	27,2	0,75
8	30,4	0,48
9	30,7	0,50
10	25,0	0,67
11	31,5	0,80
12	35,3	0,82
13	31,2	0,73
14	22,7	0,69
15	21,2	0,71
16	33,8	0,51
17	20,9	0,47
18	25,7	0,52
19	28,9	0,83
20	26,2	0,59
21	27,5	0,95
22	29,3	0,49
23	32,5	0,55
24	28,7	0,77
25	26,0	0,62
26	26,7	0,64
27	19,2	0,51
28	29,7	0,62
29	22,3	0,63
30	24,4	0,78

Изменения величин  $V_T$  и  $t_{пв}$  в периоде наблюдений представлено на рисунках 1 и 2.



где  $\longrightarrow$  среднее значение наблюдаемого показателя

Рис. 1. Динамика  $V_T$  в периоде наблюдений

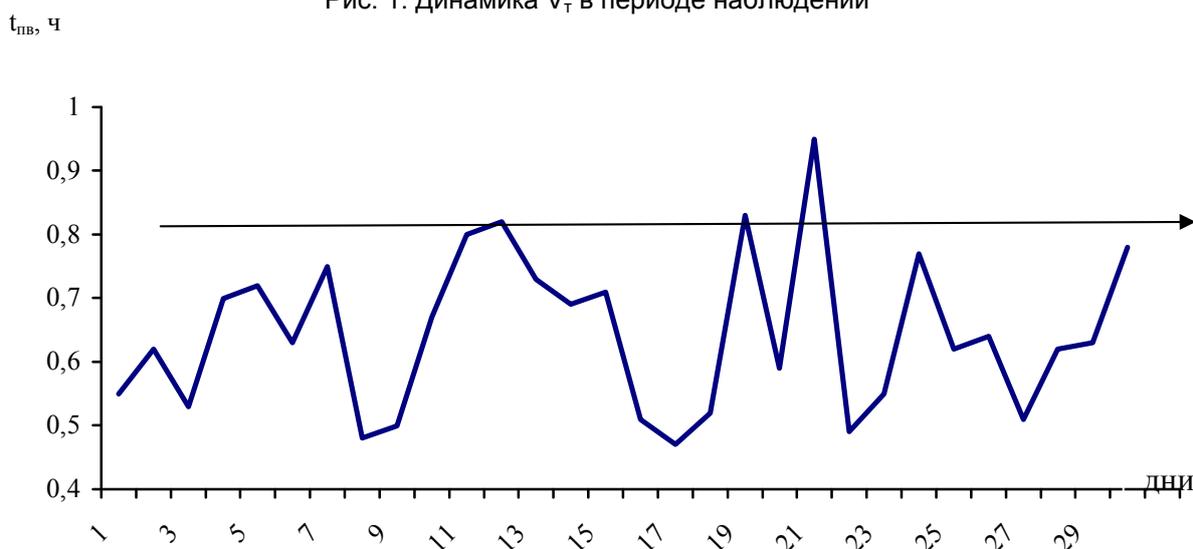


Рис. 2. Динамика  $t_{пв}$  в периоде наблюдений

Данные таблицы 1 и рис. 1, 2 подтверждают, что величины  $V_T$  и  $t_{пв}$  вероятностные и принимают различные значения. Определено, что величина  $V_T$  находится в пределах  $26,2 \pm 4,1$  км/ч., а величина  $t_{пв}$  в пределах  $0,73 \pm 0,12$  ч.

Спроектируем перевозку грузов в микро-системе, при исходных данных, изложенных выше, при  $V_T = 26,2$  км/ч.,  $t_{пв} = 0,73$  ч., используя модель [1].

Результаты расчета: возможное количество ездов – 4,0 (таблица 2. столбец 2); выработка автомобиля в тоннах за смену – 68,0, выработка автомобиля в тонно-километрах за смену – 1156,0, общий пробег автомобиля –

136,0 км, фактическое время нахождения автомобиля в наряде – 8,1 ч., принимаем в качестве плана в исходных эксплуатационных условиях.

Планирование перевозок грузов в микро-системе, с учетом вероятностных величин  $V_T$  и  $t_{пв}$ , произведем, используя разработанную в СибАДИ модель [1].

Выполним расчет числа ездов по каждому дню наблюдений, используя полученные величины  $V_T$ ,  $t_{пв}$  и выше упомянутую вероятностную модель микро-системы [2], результаты представим в таблице 2, столбец 3.

Таблица 2 - Величины числа ездов

Порядковый номер дня наблюдения	Число ездов, рассчитанное по средним величинам $V_T$ и $t_{пв}$	Число ездов, рассчитанное по вероятностным величинам $V_T$ и $t_{пв}$
1	4	5
1	4	3
2	4	4
3	4	4
4	4	3
5	4	3
6	4	3
7	4	4
8	4	5
9	4	4
10	4	3
11	4	4
12	4	4
13	4	4
14	4	3
15	4	3
16	4	5
17	4	3
18	4	4
19	4	3
20	4	4
21	4	3
22	4	4
23	4	5
24	4	4
25	4	4
26	4	4
27	4	3
28	4	4
29	4	3
30	4	3

По результатам расчетов (см. табл. 2) установлено, что из 30 дней наблюдаемого периода, в тринадцати днях (43,33 %), план перевозок, определенный по средним значениям  $V_T$ ,  $t_{пв}$ , выполнен не будет. Исходя из действий, предпринимаемых на практике, где для выполнения плана перевозок добавляют еще автомобили к имеющимся [3], поступим аналогично. Для добавления автомобиля в микросистему потребуются денежные средства. Рассчитаем объем денежных средств, исходя из того, что автомобиль будет работать на условиях почасовой оплаты. Например, предприятие ООО «ЗЖБИ №7» предоставляет подвижной состав, исходя из повременного

тарифа 800 рублей за час работы и минимальным заказом на 3 часа.

Рассчитаем затраты на перевозку грузов при средних значениях  $V_T$  и  $t_{пв}$ , округляя время в наряде фактическое до целого в большую сторону, при превышении целого числа более чем 0,1 ч. Среднее время нахождения одного автомобиля в наряде за один день равно 8,1 часа (округляем до 8 часов), следовательно затраты за 30 дней составят:

$$З = 8 \cdot 800 \cdot 30 = 192000 \text{ руб.}$$

Фактическое время нахождения в наряде в микросистеме одного автомобиля представлено в таблице 3.

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 3 - Время в наряде и затраты на перевозку груза

Порядковый номер дня наблюдения	Среднетехническая скорость $V_T$ , км·ч	Время простоя под погрузкой-разгрузкой $t_{пв}$ , ч	Фактическое время в наряде, ч	Округленное время в наряде, ч	Фактические затраты, руб.
1	23,2	0,55	7,33	8,00	6400
2	24,8	0,62	7,28	8,00	6400
3	25,7	0,53	6,75	7,00	5600
4	23,2	0,70	7,93	8,00	6400
5	24,5	0,72	7,74	8,00	6400
6	23,9	0,63	7,5	8,00	6400
7	27,2	0,75	7,38	8,00	6400
8	30,4	0,48	7,43	8,00	6400
9	30,7	0,50	7,48	8,00	6400
10	25,0	0,67	7,44	8,00	6400
11	31,5	0,80	6,98	7,00	5600
12	35,3	0,82	6,65	7,00	5600
13	31,2	0,73	6,73	7,00	5600
14	22,7	0,69	5,81	6,00	4800
15	21,2	0,71	6,14	7,00	5600
16	33,8	0,51	7,08	7,00	5600
17	20,9	0,47	7,57	8,00	6400
18	25,7	0,52	6,71	7,00	5600
19	28,9	0,83	7,44	8,00	6400
20	26,2	0,59	6,90	7,00	5600
21	27,5	0,95	5,94	6,00	4800
22	29,3	0,49	7,67	8,00	6400
23	32,5	0,55	7,46	8,00	6400
24	28,7	0,77	7,23	8,00	6400
25	26,0	0,62	7,06	7,00	5600
26	26,7	0,64	7,02	7,00	5600
27	19,2	0,51	5,96	6,00	4800
28	29,7	0,62	6,49	7,00	5600
29	22,3	0,63	7,86	8,00	6400
30	24,4	0,78	8,00	8,00	6400
Итого			212,96	223,00	178400

Фактические затраты (табл. 3, столбец 6) за 30 дней составят 178400 рублей, т.е на 13600 рублей меньше, при этом будет не выполнено 13 ездов за 13 дней.

Время выполнения одной ездки, в дни, когда план не будет выполнен, представлено также в таблице 4, столбец 4.

Таблица 4 - Время выполнения одной ездки и затраты на дополнительный автомобиль

Порядковый номер дня наблюдения	Среднетехническая скорость $V_T$ , км·ч	Время простоя под погрузкой-разгрузкой $t_{пв}$ , ч	Время выполнения одной ездки, ч	Время заказа автомобиля, ч.	Затраты, руб.
1	23,2	0,55	2,02	3,00	2400
4	23,2	0,70	2,17	3,00	2400
5	24,5	0,72	2,11	3,00	2400
6	23,9	0,63	2,05	3,00	2400

Продолжение таблицы 4 - Время выполнения одной ездки и затраты на дополнительный автомобиль

10	25,0	0,67	2,03	3,00	2400
14	22,7	0,69	2,19	3,00	2400
15	21,2	0,71	2,31	3,00	2400
17	20,9	0,47	2,10	3,00	2400
19	28,9	0,83	2,01	3,00	2400
21	27,5	0,95	2,19	3,00	2400
27	19,2	0,51	2,28	3,00	2400
29	22,3	0,63	2,15	3,00	2400
30	24,4	0,78	2,17	3,00	2400
Итого			27,78	39,00	31200

Для обеспечения плана перевозок грузов в рассматриваемом примере, в течение 30 дней, потребуется  $178400+31200=209600$  руб., что на 17600 рублей больше, чем по расчету с использованием средних значений  $V_T$  и  $t_{пв}$ .

#### **Заключение**

Полученная сумма есть денежные средства для найма дополнительного автомобиля, в те дни, когда план перевозок не выполняется и поэтому эта сумма должна быть заранее учтена в стоимости услуг в договоре, для гарантированной перевозки груза.

#### **Библиографический список**

1. Грузовые автомобильные перевозки: Монография/Николин В. И., Мочалин С. М., Витвицкий Е. Е. – Омск: Изд-во «Вариант – Сибирь», 2004. – 480 с.
2. Ловыгина Н. В. Оптимизация планирования перевозок грузов помашинными отправлениями с учетом влияния вероятностных факторов. Дис. канд. техн. наук. – Тюмень, 2010., 161 с.
3. Грузовые автомобильные перевозки: учебник. Доп. УМО по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов / Вельможин А.В., Гудков В. А., Миротин Л. Б., Куликов А. В.. - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 560 с.

#### **IMPROVEMENT OF OPERATIONAL PLANNING THE ROAD TRANSPORT OF GOODS IN THE MACHINERY SHIPMENTS OF IN THE CITIES**

E. E. Vitvitskiy, T. V. Samusova

The need of the obligations under the contract of carriage of goods stipulates the necessity of their implementation by taking into account the operative planning of the probabilistic nature of the transport process.

*Евгений Евгеньевич Витвицкий - д.т.н, доцент, Зав. кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте», ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: Теория грузовых автомобильных перевозок. Общее количество опубликованных работ: 171. e-mail: kaf\_oput@sibadi.org*

*Самусова Татьяна Владимировна - аспирант, ФГБОУ ВПО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия» (СибАДИ), Основные направления научной деятельности: Теория грузовых автомобильных перевозок. Общее количество опубликованных работ: 11 e-mail: kaf\_oput@sibadi.org*

УДК 621.87:681.5

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Н. С. Галдин, С. В. Курбацкая, О. В. Курбацкая

**Аннотация.** Приведены основные сведения об общих принципах проектирования механизмов мостовых кранов.

**Ключевые слова:** мостовой кран, механизмы, проектирование.

### Введение

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов во многих отраслях промышленности, строительства невозможны без использования подъемно-транспортных машин. Применение которых позволяет исключить тяжелый ручной труд при выполнении основных и вспомогательных

производственных операций, погрузочно-разгрузочных работах [1, 2, 6].

Краны мостового типа (рис. 1) являются разновидностями подъемно-транспортных машин. Мостовые краны общего назначения, снабженные в основном грузовым крюком, предназначены для выполнения массовых погрузочно-разгрузочных работ.

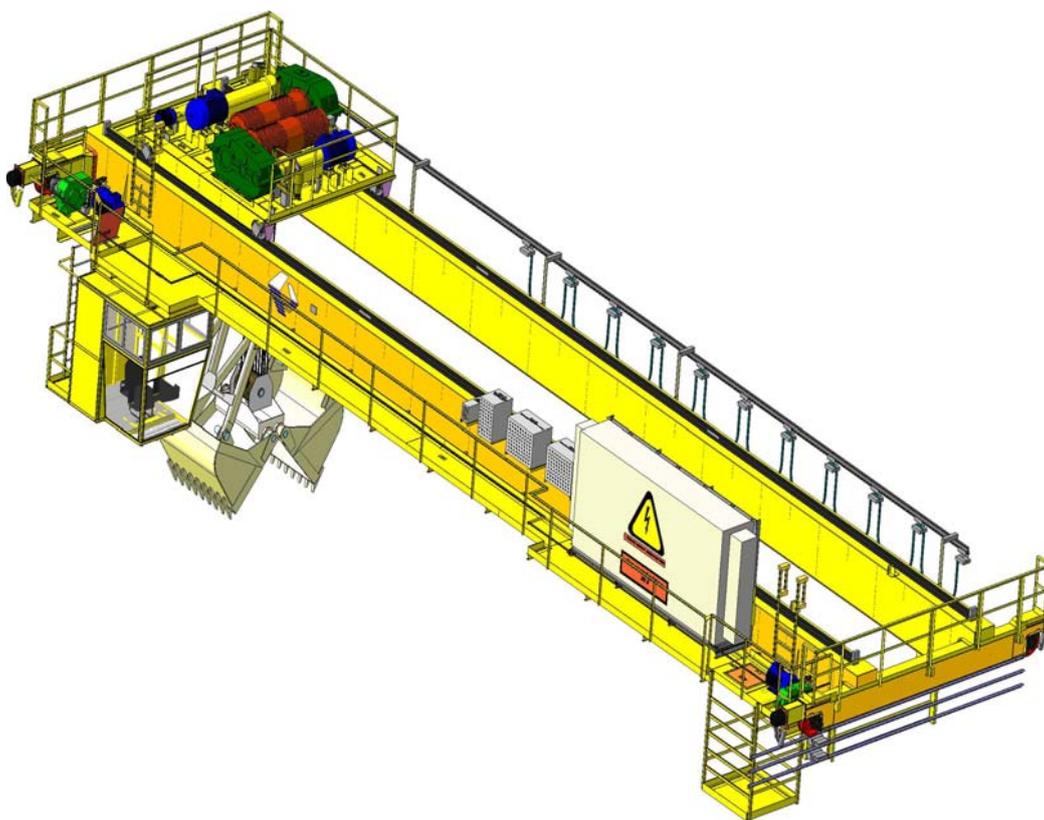


Рис. 1. Общий вид специального мостового крана с грейферным оборудованием

Краны мостового типа являются одними из наиболее универсальных средств механизации монтажных и погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях. Поэтому важное значение имеет совершенствование мостовых кранов, направленное на повышение их основных параметров: грузо-

подъемности; производительности и точности выполнения работ; расширение номенклатуры по грузоподъемности; использование различных видов приводов; улучшение их технических характеристик и качества.

### Проектирование мостовых кранов

Мостовые краны являются динамической системой, которая представляет собой совокупность различных подсистем, состояние которых изменяется во времени под воздействием различных возмущений.

Ведущим принципом автоматизированного проектирования мостового крана является представление его в виде иерархической системы. Иерархическими называются системы, имеющие многоуровневую структуру (рис.2).

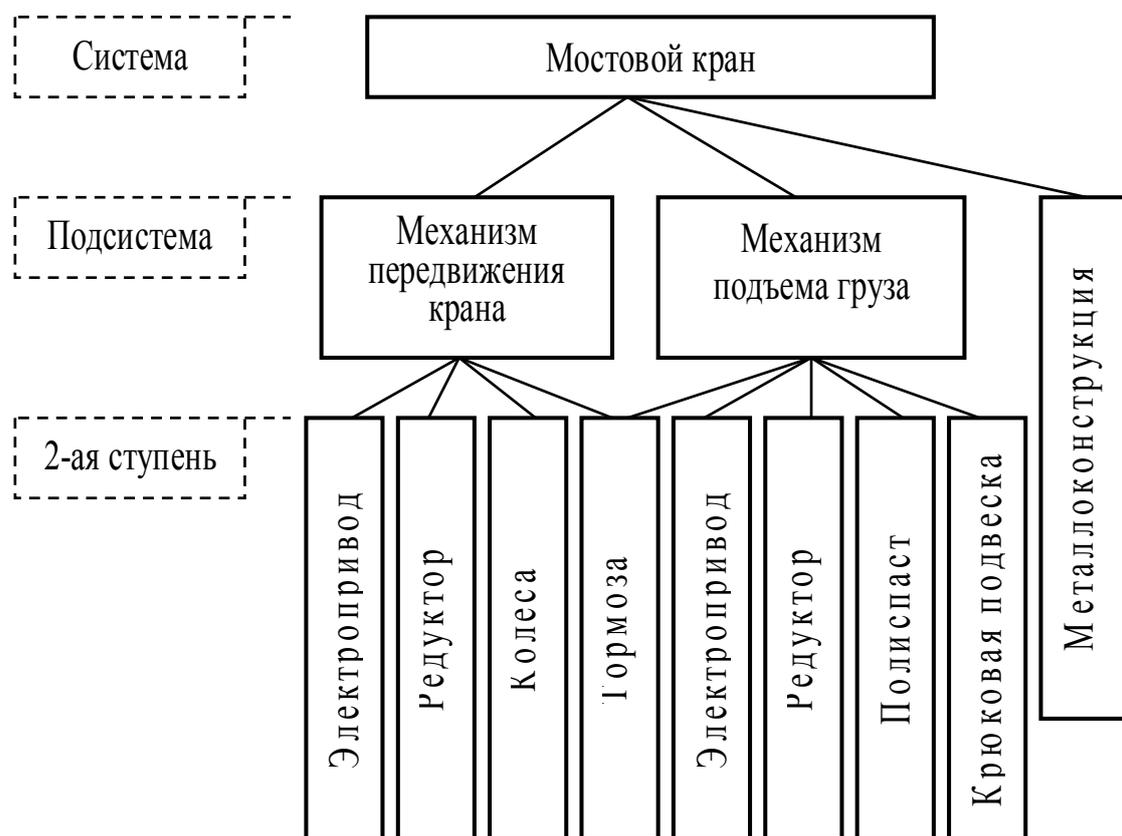


Рис. 2. Иерархическая структура мостового крана

Составные части иерархической системы при проектировании могут рассматриваться как самостоятельные части целого. Каждая из частей первой ступени (подсистемы), в свою очередь, делится на более мелкие составные части: сборочные единицы, агрегаты, которые образуют вторую ступень элементов иерархической структуры системы.

Проектирование мостовых кранов, при котором необходимо рассматривать большое число вариантов конструкций, параметров, изменять и уточнять математическую модель, представляет процесс, включающий синтез структуры объекта, выбор параметров элементов, исследование математической модели, анализ результатов и принятие решения.

Создание любого объекта включает следующие стадии: техническое задание (ТЗ), техническое предложение, эскизный проект, технический проект, разработка рабочей документации.

Этапы процесса проектирования мостового крана показаны на рис. 3. Из рисунка видно, что проектирование начинается с разработки технического задания, тщательного анализа возможных решений. Затем создается математическая модель разрабатываемого объекта (процесса). Построив математическую модель, приступают к ее исследованию, изучению ее свойств, стремясь выяснить, в какой мере разработанный объект соответствует своему назначению.

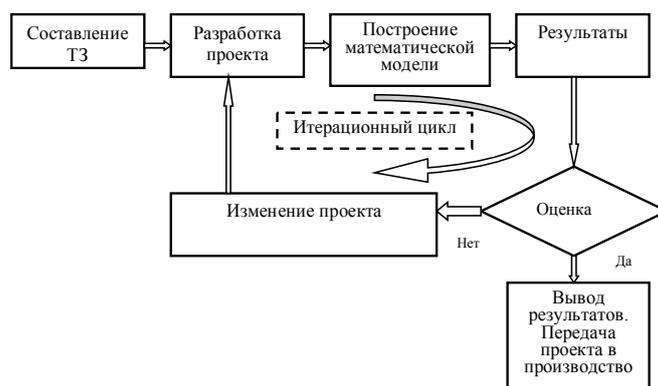


Рис. 3. Процесс проектирования мостового крана

В целом для процесса проектирования характерна итерационная цикличность, причем на некоторых этапах приходится выполнять большие объемы самых разнообразных вычислений.

Идея итерационного метода, т.е. метода последовательных приближений поиска точного или оптимального решения, или, наконец, наиболее рационального решения, когда нет достаточно четких критериев оценки результатов, не является новой при выполнении обычных проектных и конструкторских работ.

Исходной информацией для проектирования служит ТЗ, где приведены основные требования к проектируемому объекту. Проектант-разработчик, получив ТЗ, на основании своего опыта, известных ему аналогов и интуиции намечает первоначальный приближенный вид решения – принципиальную схему, некоторые конструктивные формы, взаимодействие элементов и т.д.

Затем, с помощью расчетных методов, различных критериев оценки, он анализирует полученное решение и вносит определенные изменения в первоначальный вариант. Далее весь цикл анализа и корректировки решения повторяется.

При обычном методе проектирования разработчик, затрачивая много времени, стремится одним, максимум двумя исправлениями, получить желаемый, наиболее подходящий результат. В автоматизированном проектировании применяется тот же итерационный метод. Но реализация метода существенно отличается от обычного.

Машинная итерация отличается быстродействием. Благодаря быстродействию можно осуществить большое число итераций, проработать множество различных вариантов и получить при этом высокую степень оптимизации.

Машинная итерация позволяет использовать расчетные и оценочные программы, применять специальные, хорошо разработанные методы оптимизации.

Принципиальное отличие процесса итераций при обычном и машинном проектировании состоит в том, что в обычном методе проектант-разработчик стремится к минимальному числу итераций, пытаясь за один проход решить все вопросы, при машинной итерации разработчик стремится решить задачу путем последовательных приближений за счет многократного повторения циклов.

Основой автоматизированных систем проектирования (САПР) становятся математические методы. При этом роль человека-проектанта-разработчика не принимается, а повышается, так как постановка задач и принятие окончательных решений остается за человеком [3, 5].

В настоящее время реальный подход к проектированию объектов заключается в наиболее полном сочетании возможностей вычислительной техники по переработке больших объемов информации и умении проектанта-разработчика оценивать ситуацию на основе качественных требований и суждений и выполнять функции, требующие воображения, интуиции и способности учитывать различные факторы, не предусмотренные первоначальной программой.

При решении задач проектирования требуется не только осуществление автоматизации, но и выбор оптимального решения.

Параметр – величина, характеризующая свойства или режим работы объекта. В общей постановке системная модель мостового крана характеризуется:

совокупностью определяющих проект требований (внешние параметры) –

$$y_1, y_2, \dots, y_m;$$

совокупностью параметров, определяющих проект (внутренние параметры) –

$$x_1, x_2, \dots, x_n;$$

целевой функцией (критерием или критериями качества), позволяющей выбирать среди альтернативных проектов лучший, обеспечивающий экстремальное значение целевой функции.

Формирование математической модели проекта предполагает:

- получение уравнений связи внутренних и внешних параметров

$$\begin{aligned} y_1 &= f(x_1, x_2, \dots, x_n); \\ y_2 &= f(x_1, x_2, \dots, x_n); \\ &\dots \end{aligned} \quad (1)$$

$$y_m = f(x_1, x_2, \dots, x_n);$$

- наложение ограничений на значения внешних параметров, т.е. учет требований:

$$\begin{aligned} \varphi_1(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_1]; \\ \varphi_2(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_2]; \\ \dots \\ \varphi_m(y_1, y_2, \dots, y_m) \{ \leq, =, \geq \} [y_m]; \end{aligned} \quad (2)$$

- наложение ограничений на внутренние параметры:

$$\begin{aligned} \psi_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_1]; \\ \psi_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_2]; \\ \dots \\ \psi_n(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} [x_n]. \end{aligned} \quad (3)$$

В каждом из условий (2) и (3) может быть любой из знаков  $\leq, =, \geq$ , однако если в условиях (3) знак равенства приводит лишь к резкому сокращению числа альтернативных вариантов рассматриваемых проектов, то в условиях (2) – к невозможности получения области существования проекта [3, 4].

Рабочее окно определения параметров механизма передвижения мостового крана приведено на рис. 4.

Разработана методика автоматизированного моделирования подсистемы мостового крана, которая позволяет рассчитать сопротивление передвижению мостового крана. Повышение эффективности мостовых кранов во многом определяется выбором конструктивных, энергетических и рабочих параметров его элементов с учетом назначения и выполняемых функций.

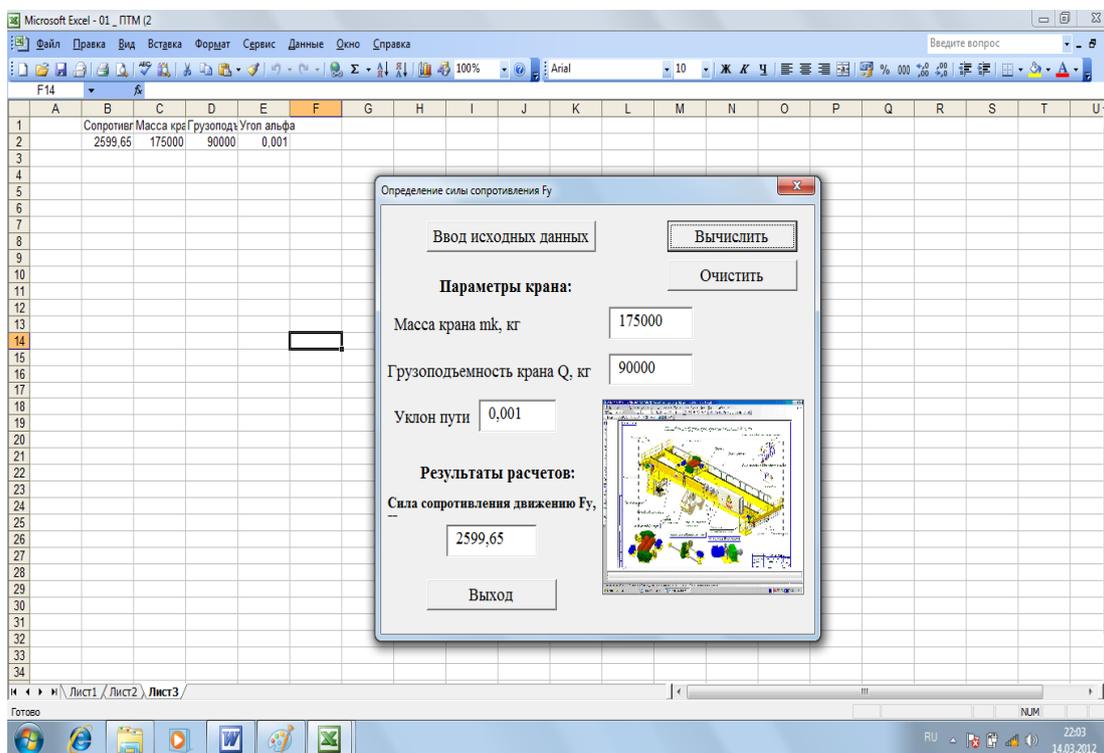


Рис. 4. Фрагмент расчета параметров мостового крана

### Выводы

Проектирование мостового крана, являющегося сложной динамической системой, представляет собой итерационный процесс, связанный с последовательным улучшением системы, принятием уточняющих конструктивных решений. Каждый цикл включает в себя анализ эффективности объекта проектирования, влияния на него характеристик элементов системы и ограничений.

### Библиографический список

1. Александров М. П. Подъемно-транспортные машины: Учеб. для машиностроит. спец. вузов / М.П.Александров. – М.: Высш. шк., 1985. – 520 с.
2. Гохберг М. М. Справочник по кранам: В 2 т. Т. 2. Характеристики и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы, их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М.П. Александров, М. М. Гохберг, А. А. Ковин и др.; Под общ. ред. М. М. Гохберга. – М.: Машиностроение, 1988. – 559 с.
3. Керимов З. Г. Автоматизированное проектирование конструкций / З. Г. Керимов, С.А.Багиров. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.
4. Матвеевко А. М. Проектирования гидравлических систем летательных аппаратов: Учебник для авиационных вузов / А. М. Матвеевко, И. И. Зверев. – М.: Машиностроение, 1982. – 296 с.
5. Норенков И. П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем / И.П.Норенков. – М.: Высш. школа, 1980. – 311 с.
6. Ремизович Ю. В. Транспортно-технологические машины / Ю. В. Ремизович. – Омск: СибАДИ, 2011. – 160 с.

УДК 621.43.629

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В. П. Денисов, А. П. Домбровский, О. О. Мироничева

**Аннотация.** Предложен метод повышения надежности функционирования автомобиля в экстремальных условиях эксплуатации, например, при длительном нахождении в транспортной пробке и высокой заборной температуре. Предлагается способ устранения перегрева двигателя внутреннего сгорания реализацией режима пульсирующего изменения скорости теплоносителей в системе охлаждения.

**Ключевые слова:** полосовой фильтр, система охлаждения двигателя внутреннего сгорания, частота вращения электропривода, автоматическое управление.

### Введение

Основным фактором, влияющим на техническую эксплуатацию автомобиля, является

## FEATURES OF DESIGNING OF THE BASIC MECHANISMS OF BRIDGE CRANES

N. S. Galdin, S. V. Kurbatskaya,  
O. V. Kurbatskaya

The basic data on the general principles of designing of mechanisms of bridge cranes are resulted

*Галдин Николай Семенович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - теория и проектирование многоцелевых гидроударных рабочих органов ДСМ. Имеет более 210 опубликованных работ. E-mail: galdin\_ns@sibadi.org*

*Курбацкая Светлана Владимировна – инженер кафедры «Компьютерные информационные автоматизированные системы» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование систем. Имеет 4 опубликованные работы.*

*Курбацкая Ольга Владимировна – инженер кафедры «Подъемно-транспортные, тяговые машины и гидропривод» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление исследований – автоматизированное проектирование систем. Имеет 4 опубликованные работы.*

надежная работа двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Сегодня к двигателям внутреннего сгорания транспортных средств выдвигаются

гаются жесткие требования по многим параметрам, таким как высокая мощность и, одновременно, экономичность, надежность и долговечность. С увеличением мощности двигателей транспортных средств для обеспечения их оптимального теплового режима ужесточаются требования к эффективности систем охлаждения. Данное требование особенно актуально для автомобилей, которые функционируют в экстремальных условиях, например, при нахождении транспортного средства длительное время в пробке в жаркую погоду. Рассмотрим возможности уменьшения температуры охлаждающей жидкости без изменения конструкции системы охлаждения путем управления процессом охлаждения.

### **Обоснование метода понижения температуры ДВС.**

Известно, что турбулентность теплоносителей приводит к увеличению их охлаждения. Турбулентность можно создать, например: увеличив число Рейнольдса (увеличив линейную или угловую скорость); увеличив число Релея (нагрев среды); увеличив число Прандтля (уменьшив вязкость), или задав сложный вид внешней силы (хаотичная сила) [1]. Опыт эксплуатации транспортных средств и эксперименты, проведенные на двигателях В-2 и А-41М, показали, что пульсирующее изменение скоростного режима течения теплоносителей при работе двигателя в неустановившемся режиме влияет на количество отводимого с водой тепла и приводит к увеличению последнего на 6-10 %. В результате этого температура воды на выходе из радиатора уменьшается в среднем (в пределах изменения степени неравномерности момента сопротивления от 0,2 до 0,8 и периода изменения нагрузки от 1 до 4с) на 3-12 % по сравнению с установившимся стационарным режимом [2]. Пульсирующее изменение скоростного режима течения теплоносителей возникает в связи с тем, что под действием момента сопротивления (внешняя сила), действующего на транспортное средство, который носит случайный характер (хаотичная сила), случайным образом меняется частота вращения коленчатого вала двигателя. Коленчатый вал двигателя вращает, как вентилятор, так и насос. Этот режим приводит к турбулентности, и как следствие, к увеличению процесса охлаждения ДВС.

На современных транспортных средствах широко используется электропривод вентилятора и начал применяться электропривод на-

соса [3]. Таким образом, появилась возможность реализации пульсирующего режима течения теплоносителей с помощью управления работой электроприводов, как вентилятора, так и насоса [4].

При использовании транспортных средств могут возникать экстремальные ситуации, когда традиционные методы управления насосом и вентилятором не позволяют поддерживать температуру двигателя в допустимых пределах. Располагая электроприводом, как насоса, так и вентилятора можно воспроизвести пульсирующее изменение скоростного режима течения теплоносителей, что позволит уменьшить температуру теплоносителя на выходе из радиатора. Для этого необходимо разработать алгоритм управления работой вентилятора и насоса, который позволит осуществить пульсирующее изменение скоростного режима теплоносителей. Для реализации алгоритма получим основные характеристики случайного процесса, при осуществлении которого и возникает эффект дополнительного охлаждения ДВС.

Найдем законы изменения частоты вращения вентилятора и насоса, приводящие к турбулентности течения теплоносителей. Для этого рассмотрим протекание технологических процессов указанных выше технических средств. Необходимо подчеркнуть, что рабочие процессы машин, на которых установлены выше указанные двигатели В-2 и А-41М, сопровождаются колебаниями нагрузки, действующими на транспортное средство, и изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя, а, следовательно, и колебаниями частоты вращения, как насоса, так и вентилятора. Эти процессы в большинстве случаев относятся к классу стационарных случайных процессов. Получим основные вероятностные характеристики процесса изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя, используя основные вероятностные характеристики сил сопротивления (моментов сопротивления) и динамические свойства транспортных средств.

Для получения основных вероятностных характеристик процессов изменения частоты вращения вентилятора и насоса рассмотрим работу агрегата при работе двигателя на одной из ветвей его механической характеристики (регуляторной или корректорной), при этом момент сопротивления приведен к валу двигателя. Рассматриваемая динамическая система представлена на рис.1.



Рис. 1. Моделирование агрегата как динамической системы

Входами рассматриваемой динамической системы являются математическое ожидание  $m_M$  и дисперсия  $\sigma_M^2$  случайного момента сопротивления на валу двигателя. Выходы – математическое ожидание  $m_\omega$  и дисперсия  $\sigma_\omega^2$  угловой скорости вала двигателя.

Математическое ожидание случайного процесса на выходе динамической системы – угловой скорости вала двигателя – определяется следующим образом:

$$m_c = k_a m_\omega, \quad (1)$$

где  $k_a$  – коэффициент передачи системы. Согласно механической характеристике двигателя  $k = c_e$ , где  $c_e$  – коэффициент наклона регуляторной или корректорной ветви механической характеристики двигателя.

Для реализации алгоритмов управления режимами работы электроприводов определим дисперсию крутящего момента электродвигателей.

#### Определение дисперсии крутящего момента

Для определения дисперсии крутящего момента необходимо знать автокорреляционные функции колебаний нагрузки. Экспериментально получены для колебаний нагрузки, действующей на транспортные средства, автокорреляционные функции и нормированные спектральные плотности, которые аппроксимируются выражениями [5]:

$$R(\tau) = \sigma_M^2 e^{-\alpha\tau} \cos \beta\tau; \quad (2)$$

$$S_e(\omega) = 2\alpha\sigma_M^2 \frac{\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2}{(\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2)^2 - 4\beta^2\omega^2}, \quad (3)$$

В работе [5] приведены диапазоны параметров  $\alpha$  и  $\beta$  – коэффициентов, характеризующих затухание автокорреляционной функции

и частоту периодической составляющей процесса, соответственно.

Передаточная функция двигателя по каналу «изменение момента сопротивления – изменение крутящего момента» представляется оператором [6]:

$$W_d(p) = \frac{k_a}{T_a p + 1},$$

где  $T_a$ ,  $k_a$  – постоянная времени и коэффициент усиления агрегата;  $p$  – оператор Лапласа.

Тогда модуль частотной характеристики рассматриваемого звена

$$|W_d(j\omega)| = \frac{k_a}{\sqrt{T_a^2\omega^2 + 1}}. \quad (4)$$

Используя выражение (3), где входом служит изменение момента нагрузки, а выходом – изменение крутящего момента, и выражение (4) для модуля частотной характеристики рассматриваемого канала, получим выражение для спектра мощности выходной величины

$$S_e(\omega) = \frac{2\alpha k_a^2 (\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2) \sigma_M^2}{(T_a^2 \omega^2 + 1) [(\alpha^2 + \beta^2 + \omega^2)^2 - 4\beta^2 \omega^2]}.$$

Для определения дисперсии выходной величины необходимо вычислить интеграл

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_e(\omega) d\omega.$$

Получим аналитическое выражение дисперсии выходной величины, применив теорию вычетов [5]. Подынтегральная функция вида

$$f(z) = \frac{2\alpha k_a^2 \sigma_M^2 (\alpha^2 + \beta^2 + z^2)}{(T_a^2 z^2 + 1) [(\alpha^2 + \beta^2 + z^2)^2 - 4\beta^2 z^2]};$$

$$z = e^{-j\omega},$$

является аналитической в верхней полуплоскости за исключением полюсов

$(\beta + j\alpha), (-\beta + j\alpha), j/T_a$ . Кроме того,  $\lim_{|z| \rightarrow \infty} z^2 f(z) = 0$ , то есть является конечной величиной.

Найдем вычет функции  $f(z)$  относительно полюса первого порядка  $j/T_a$

$$\begin{aligned} \operatorname{res} f(z) &= \lim_{z \rightarrow j/T_a} (z - j/T_a) f(z) = \\ &= \frac{\alpha^2 T_a k_a^2 \sigma_M^2 (\alpha^2 T_a^2 + \beta^2 T_a^2 - 1)}{j((\alpha^2 T_a^2 + \beta^2 T_a^2 - 1)^2 - 4\beta^2 T_a^2)} \end{aligned}$$

Найдем вычет функции  $f(z)$  относительно полюса первого порядка  $(\beta + j\alpha)$

$$\begin{aligned} \operatorname{res} f(z) &= \lim_{z \rightarrow \beta + j\alpha} (z - \beta - j\alpha) f(z) = \\ &= \frac{\alpha k_a^2 \sigma_M^2 (T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2) - 2j\alpha\beta T_a^2 + 1)}{2j\{[1 + T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2)]^2 + 4\alpha^2 \beta^2 T_a^2\}} \end{aligned}$$

Найдем вычет функции  $f(z)$  относительно полюса первого порядка  $(-\beta + j\alpha)$

$$\begin{aligned} \operatorname{res} f(z) &= \lim_{z \rightarrow -\beta + j\alpha} (z + \beta - j\alpha) f(z) = \\ &= \frac{\alpha k_a^2 \sigma_M^2 (T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2) + 2j\alpha\beta T_a^2 + 1)}{2j\{[1 + T_a^2 (\beta^2 - \alpha^2)]^2 + 4\alpha^2 \beta^2 T_a^2\}} \end{aligned}$$

Тогда дисперсия крутящего момента

$$\begin{aligned} \sigma_\omega^2 &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} S_e(\omega) d\omega = \\ &= \frac{1}{2\pi} \left( \operatorname{res} f(z) + \operatorname{res} f(z) + \operatorname{res} f(z) \right) \end{aligned}$$

Окончательно, аналитическое выражение для вычисления дисперсии крутящего момента

$$\sigma_\omega^2 = \frac{2k_a^2 \sigma_M^2 [\alpha T_a^3 (\alpha^2 + \beta^2) + T_a^2 (-\alpha^2 + \beta^2) - \alpha T_a + 1]}{T_a^4 (\alpha^2 + \beta^2)^2 + 2T_a^2 (-\alpha^2 + \beta^2) + 1}$$

Полученные вероятностные характеристики необходимо реализовать при работе электрических двигателей вентилятора и насоса.

### Синтез формирующего фильтра пульсаций частоты вращения

Для осуществления пульсаций сигнала необходимо получить дискретную передаточную функцию формирующего фильтра, позволяющую сформировать выходной случайный

сигнал с требуемой спектральной плотностью. При синтезе формирующего дискретного фильтра воспользуемся методом спектрального разложения [5,7], руководствуясь следующим.

Известно, что при воздействии дискретного белого нормированного шума на дискретный линейный фильтр с передаточной функцией

$$K(z) = \frac{A(z)}{B(z)}$$

на выходе фильтра будет дискретный случайный процесс со спектральной плотностью, равной квадрату модуля передаточной функции:

$$\begin{aligned} F(z) &= \left| \frac{A(z)}{B(z)} \right|^2 = \frac{A'(z) A'(z^{-1})}{B'(z) B'(z^{-1})} = \\ &= |K^*(z)|^2 = |K(z^{-1})|^2 \end{aligned} \quad (5)$$

где  $K^*(z)$  и  $K(z^{-1})$  – дискретная передаточная функция формирующего фильтра для операторов прямого и обратного сдвигов, соответственно;

$A'(z) (A'(z^{-1})), B'(z) (B'(z^{-1}))$  – полиномы числителя и знаменателя  $K^*(z) (K(z^{-1}))$ .

Входным сигналом формирующего фильтра является нормально распределенный дискретный белый шум  $\xi(n)$ , то есть некоррелированная последовательность случайных чисел с математическим ожиданием  $M_\xi = 0$  и дисперсией  $\sigma^2 = 1$ . Генерация белого шума  $\xi(n)$  производится программно с помощью датчика случайных чисел.

Пульсации сигнала реализуем в виде стационарного случайного сигнала с полосовым частотным спектром, нормированная корреляционная функция которого для непрерывного процесса описывается выражением [2]:

$$R(\tau) = e^{-\tilde{\alpha}|\tau|} \cos \tilde{\beta}\tau$$

Выбор корреляционной функции данного вида делает возможным формировать пульсации в требуемой полосе частот, изменяя параметры  $\tilde{\alpha}$  и  $\tilde{\beta}$ .

Нормированная корреляционная функция дискретного процесса

$$R(n) = e^{-\alpha n} \cos \beta n,$$

где  $\alpha = \tilde{\alpha}\Delta t$ ;  $\beta = \tilde{\beta}\Delta t$ ;  $\Delta t$  – интервал дискретизации по времени.

Спектральная плотность для дискретного случайного процесса является двусторонним дискретным преобразованием Лапласа от его корреляционной функции

$$F(z) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} R(n)e^{-j\omega n} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} R(n)z^n.$$

Для получения двустороннего дискретного преобразования Лапласа воспользуемся соотношением

$$F(z) = F^+(z) + F^+(z^{-1}) - R(0), \quad (6)$$

где  $F^+(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} R(n)z^n$  – одностороннее z-преобразование корреляционной функции.

Тогда

$$F^+(z) = \sum_{n=0}^{+\infty} R(n)z^n = \sum_{n=0}^{+\infty} (e^{-\alpha n} \cos \beta n)z^n.$$

По таблице z-преобразований [7] получим

$$F^+(z) = \frac{1 - ze^{-\alpha} \cos \beta}{1 - 2ze^{-\alpha} \cos \beta + z^2 e^{-2\alpha}} = \frac{1 - z\gamma \cos \beta}{1 - 2z\gamma \cos \beta + z^2 \gamma^2}; \quad \gamma = e^{-\alpha}$$

Следовательно, спектральная функция  $F(z)$  в соответствии с выражением (6) принимает вид

$$F(z) = \frac{1 - z\gamma \cos \beta}{1 - 2z\gamma \cos \beta + z^2 \gamma^2} + \frac{1 - z^{-1}\gamma \cos \beta}{1 - 2z^{-1}\gamma \cos \beta + z^{-2}\gamma^2} - 1$$

После приведения к общему знаменателю и приведения подобных членов получим:

$$F(z) = \frac{-z^{-1}[(1-\gamma^2)\gamma \cos \beta - z(1-\gamma^4) + z^2(1-\gamma^2)\gamma \cos \beta]}{(1-2z\gamma \cos \beta + z^2\gamma^2)(1-2z^{-1}\gamma \cos \beta + z^{-2}\gamma^2)}$$

или после введения новых обозначений:

$$F(z) = \frac{-z^{-1}(A_0 + A_1z + A_0z^2)}{|1 + B_1z + B_2z^2|^2}, \quad (7)$$

$$A_0 = (1 - \gamma^2)\gamma \cos \beta;$$

$$\text{где } A_1 = -(1 - \gamma^4);$$

$$B_1 = -2\gamma \cos \beta; \quad B_2 = \gamma^2$$

Произведем факторизацию спектральной функции  $F(z)$ , то есть разобьем выражение в правой части (7) на два сомножителя в соответствии с (5).

Знаменатель выражения (7) уже представляет собой произведение двух сомножителей: необходимо разложить на множители только числитель. Найдем корни числителя:

$$v_{1,2} = \frac{-A_1 \pm \sqrt{A_1^2 - 4A_0^2}}{2A_0} = v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 1}; \quad v_0 = \frac{1 + \gamma_0}{2\gamma \cos \beta}$$

Так как уравнение  $A_0 + A_1z + A_0z^2 = 0$  является симметричным, то любой из его корней  $v_{1,2}$  можно использовать в разложении, например,  $v_1$ . Тогда числитель можно представить в виде

$$-z^{-1}(A_0 + A_1z + A_0z^2) = \rho(z - v_1)(z^{-1} - v_1); \quad \rho = \frac{A_0}{v_1}$$

Таким образом, дискретная передаточная функция формирующего фильтра для реализации случайного процесса с корреляционной функцией  $R(\tau) = e^{-\tilde{\alpha}|\tau|} \cos \tilde{\beta}\tau$  имеет вид:

$$K(z^{-1}) = \frac{a_0 + a_1z^{-1}}{b_0 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2}},$$

где  $a_0 = -v_1\sqrt{\rho}$ ;  $a_1 = \sqrt{\rho}$ ;  $b_1 = B_1$ ;  $b_2 = B_2$ .

Для реализации в микроконтроллере случайного сигнала с полосовым частотным спектром представим формирующий фильтр рекуррентной зависимостью

$$\tilde{\xi}(n) = a_0\xi(n) + a_1\xi(n-1) - b_1\tilde{\xi}(n-1) - b_2\tilde{\xi}(n-2), \quad (8)$$

где  $\xi$ ,  $\tilde{\xi}$  – входной и выходной сигналы формирующего фильтра, соответственно;

$a_0, a_1, b_1, b_2$  – параметры формирующего фильтра, зависящие от  $\alpha$  и  $\beta$ .

Таким образом, реализация алгоритма полюсового фильтра в соответствии с выражением (8) позволяет осуществить пульсирующее течение теплоносителей в контуре охлаждения ДВС.

#### **Заключение**

Получены основные вероятностные характеристики системы управления электроприводом, реализующей пульсирующее течение теплоносителей в контуре охлаждения ДВС, оснащенного электроприводами насоса и вентилятора.

Применение предлагаемого метода позволит увеличить эффект охлаждения ДВС в экстремальных условиях, тем самым повысить надежность эксплуатации автомобиля.

#### **Библиографический список**

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736с.
2. Деев А. Г., Четощников В. И. Некоторые вопросы к теории теплоотдачи при неустановившемся режиме работы двигателя. //Вестник Алтайского государственного аграрного университета №5 (67), 2010.-с.74-77.
3. Денисов В. П., Матяш И. И., Мироничева О. О. Управление системой охлаждения двигателей внутреннего сгорания на основе нечеткого логического вывода.//Вестник СибАДИ №3(25)/2012.-с.11-18.
4. Беляков В. Е. Перспективные системы управления электроприводами.//Вестник СибАДИ №4(10)/2008. с.74-80.
5. Крутов В. И. Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания. М.: Машиностроение. 1989. 416с.
6. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. 832 с.

УДК 621.9.048:621.92

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ**

Д. Н. Коротаев, Б. Ш. Алимбаева

**Аннотация.** В работе методом SWOT проанализированы сильные, слабые стороны метода электроискрового легирования, перспективы развития и опасности, сопровождающие данную технологию. Выявлены пути увеличения толщины формируемого покрытия на изношенных стальных поверхностях деталей автомобилей. Экспериментальными исследованиями установлено, что применение электродов на основе карбида вольфрама и карбида титана с добавками компонентов, образующих

## **INCREASE OF THE AUTOMOBILE MAINTENANCE RELIABILITY BY CONTROL OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE COOLING SYSTEM**

V. P. Denisov, A. P. Dombrovsky,  
O. O. Mironicheva

In this article have been considered the possibility of increasing of the automobile performance reliability in extreme conditions of operation; for example, locate in traffic congestion and high ambient temperature. The new method of removal of the internal combustion engine overheat by realization of a mode pulsing change coolant speed in cooling system is offered.

*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 более 70, e-mail: vpdenisov@mail333.com.*

*Домбровский Андрей Петрович, аспирант, СибАДИ основное направление научных исследований – автоматизированное проектирование системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания, общее количество публикаций 4, 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 4, e-mail: olga.mironicheva@mail.ru*

с материалом поверхности неограниченные твердые растворы и выполняющих роль флюсов, позволяет формировать легированные покрытия с максимальной толщиной.

**Ключевые слова:** автомобильный транспорт, восстановление, электроискровое легирование, SWOT-анализ, толщина покрытия, легирующий электрод.

### Введение

Эффективная эксплуатация автомобильного транспорта обеспечивается высоким уровнем его технического обслуживания и ремонта, наличием необходимого числа запасных частей. Сбалансированное обеспечение запасными частями авторемонтных подразделений, как показывают технико-экономические показатели, целесообразно осуществлять с учетом периодического восстановления работоспособности деталей после изнашивания [1].

Исследования ремонтного фонда (автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт) показали, что в среднем около 20 % деталей – негодных, 25...40 % – годных, а остальные 40...55 % – подлежат восстановлению [2]. Процент негодных деталей можно значительно снизить на авторемонтном предприятии, если оно будет располагать эффективными способами восстановления и упрочнения.

К числу современных технологий восстановления и упрочнения поверхностей металлических деталей относится электроискровое легирование (ЭИЛ), позволяющее получать покрытия с уникальными физико-механическими и триботехническими свойствами [3].

Данный метод, основан на явлении электрической эрозии материалов при искровом разряде в газовой среде, полярного переноса продуктов эрозии на катод (деталь), на поверхности которого формируется покрытие измененной структуры и состава. Эффективность этих изменений определяется составом, структурой, свойствами материалов электродов, межэлектродной средой и технологическими режимами обработки. Благодаря значительной гамме материалов, которые можно использовать при электроискровом легировании, участию межэлектродной среды в процессе формирования поверхностных слоев, этим методом можно в широких пределах изменять механические, триботехнические, электрические и другие свойства рабочих поверхностей деталей машин.

Несмотря на неоспоримые преимущества технологии, использование деталей, обработанных ЭИЛ, в промышленности весьма незначительно. Широкое применение этого способа сдерживается слабой управляемостью

процессами, сопровождающими ЭИЛ, и как следствие, целенаправленным формированием эксплуатационных свойств.

Цель работы состоит в повышении конкурентоспособности технологии ЭИЛ с использованием методики SWOT-анализа и выявлении возможностей увеличения толщины покрытий на изношенных поверхностях стальных деталей при реализации искровой обработки на различных технологических режимах.

### Основная часть

Для определения конкурентной позиции технологии электроискрового легирования на рынке упрочняющих и восстанавливающих методов, воспользуемся методикой SWOT-анализа. SWOT-анализ строится на выявлении сильных и слабых сторон технологии, а также возможностей, которые можно развить, и опасностей, которые ей угрожают.

**Сильные стороны** — это достоинства технологии, которые выделяют ее среди конкурентов. Такими достоинствами могут быть локальность обработки любым токопроводящим материалом, низкая энергоемкость, формирование более качественных покрытий, чем у методов-конкурентов, экологическая чистота, простота выполнения технологических операций и др.

**Слабые стороны** — это недостатки технологии, требующие немедленного устранения, иначе эти недостатки станут сильными сторонами методов-конкурентов. Слабыми сторонами могут быть недостаточная толщина покрытия, нагрев обрабатываемой детали и возникновение остаточных напряжений и деформаций, неравномерность, пористость покрытия, возникновение трещин, низкая производительность процесса и др. Определив слабые стороны методов-конкурентов, можно превратить их в свои достоинства.

**Возможности** — это перспективные направления развития технологии. В качестве возможностей могут быть возросшая активность заказчиков восстановления деталей, автоматизация и повышение производительности метода, снижение себестоимости технологии восстановления, расширение номенклатуры применяемых для создания покрытий материалов.

**Опасности** — это потенциальные осложнения, которые могут повредить технологии

восстановления. К опасностям можно отнести появление новых методов-конкурентов, повышение стоимости легирующих элементов, возможные простои из-за отказов в системе материально-технического снабжения и др.

Качественный анализ технологии ЭИЛ, связанный с определением трех наиболее значимых составляющих метода, представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Качественный анализ формирования покрытий методом ЭИЛ

<b>Сильные стороны</b> 1. Высокая прочность сцепления покрытия и материала основы. 2. Отсутствие нагрева всей детали в процессе обработки, что не влияет на основную структуру металла. 3. Высокая микротвердость и износостойкость покрытия.	<b>Слабые стороны</b> 1. Малая толщина покрытия. 2. Высокая шероховатость покрытия. 3. Низкая производительность.
<b>Возможности</b> 1. Расширение диапазона энергетических режимов (энергии в импульсе). 2. Расширение номенклатуры легирующих электродов. 3. Введение газовой среды в межэлектродный промежуток.	<b>Опасности</b> 1. Повышение остаточных напряжений в покрытии и поверхностном слое. 2. Несплошность покрытия. 3. «Отслаивание» покрытия.

В дальнейшем экспертным методом определяем степень влияния друг на друга сильных (S), слабых сторон (W), возможностей (O) и опасностей (T). Для этого вводим следующую шкалу влияния в баллах: 2 – сильное

влияние, 1 – среднее влияние, 0 – влияние отсутствует. Результаты метода SWOT представлены в виде количественно анализа в таблице 2.

Таблица 2 - Количественный анализ формирования покрытий методом ЭИЛ

		Сильные стороны			Слабые стороны			Итого	Значимость факторов, %
		1	2	3	1	2	3		
Опасности	1	0	2	1	1	0	1	5	42
	2	1	0	1	1	2	1	5	42
	3	2	1	1	2	0	1	7	58
Возможности	1	1	1	1	1	2	1	7	58
	2	2	1	2	2	1	2	10	83
	3	0	1	2	2	0	1	6	50
Итого		6	6	8	9	5	7		
Значимость факторов, %		50	50	67	75	42	58		

Средняя значимость сильной стороны – 56 %, слабой стороны – 58 %, возможностей – 64 %, опасностей – 47 %.

Согласно полученным результатам, технология ЭИЛ недостаточно эффективна и стабильна, так как средний процент сильной стороны меньше слабой; в то же время средний процент возможностей превышает опасности. Представленные в таблице 2 результаты показывают, что наиболее значимой сла-

бой стороной метода ЭИЛ является малая толщина формируемого покрытия, а наибольший резерв повышения эффективности ЭИЛ заложен в возможности расширения номенклатуры легирующих электродов.

В этих условиях необходимо разработать план мероприятий по повышению эффективности технологии ЭИЛ за счет использования возможностей (табл. 3).

Таблица 3 - План мероприятий по повышению эффективности и конкурентоспособности технологии ЭИЛ

№ п/п	Факторы	№ п/п	Мероприятия
2	Усиление слабых сторон	2.1	Увеличение толщины покрытия.
		2.2	Уменьшение шероховатости покрытия.
		2.3	Повышение производительности технологии.
3	Исследование возможностей	3.1	Расширение диапазона энергетических режимов (энергии в импульсе).
		3.2	Расширение номенклатуры легирующих электродов.
		3.3	Введение газовой среды в межэлектродный промежуток.

Для исследования формирования покрытий в качестве объекта экспериментальных исследований использовались образцы из конструкционной легированной стали 15ХГН2Т, применяемой при изготовлении первичного вала коробки передач автомобилей.

Обработку образцов осуществляли на установке ЭИЛ модели IMES-1001 с технологическими режимами: емкость конденсаторов  $C = 34$  мкФ и  $240$  мкФ; напряжение в импульсе  $U = 80$  В и  $160$  В; время обработки -  $2$  мин/см<sup>2</sup>.

При проведении ЭИЛ использовали стандартный легирующий электрод марки Т15К6, а также электрод с составом 50 % WC-Co, 50 % Ni-Cr-B-Si и электрод Ш2 с минеральным сырьем Дальневосточного региона на основе TiC-Ni-Cr-Al-ШЛК (шеелитовый концентрат CaWO<sub>4</sub>).

Толщину наносимых покрытий измеряли на горизонтальном оптиметре ИКГ-3. Результаты измерения толщины формируемого покрытия представлены на рис. 1.

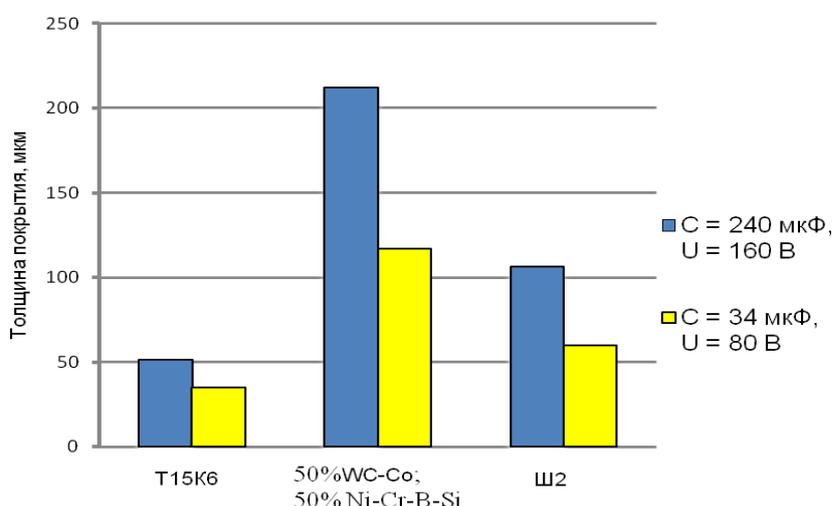


Рис. 1. Влияние материала легирующего электрода на толщину покрытия образца из стали 15ХГН2Т

Из полученных диаграмм следует, что с повышением энергетических режимов установки ЭИЛ (разрядной емкости конденсаторов и напряжения импульса) толщина покрытия увеличивается вне зависимости от материала легирующего электрода.

При использовании электрода на основе карбида вольфрама с добавками компонентов, образующих с материалом поверхности неограниченные твердые растворы, а также играющих роль флюсов (50 % WC-Co, 50 % Ni-Cr-B-Si), получена наибольшая толщина леги-

рованного покрытия ( $\approx 210$  мкм). Введение в состав электрода бора и кремния в качестве флюсов уменьшает образование оксидных пленок в формируемом покрытии, что оказывает положительное влияние на сплошность и равномерность последнего. Кроме того, введение бора целесообразно с целью уменьшения эрозионной стойкости легирующих электродов и, как следствие, интенсификации массопереноса на обрабатываемую поверхность [4].

Использование в составе легирующего электрода на основе карбида титана Ш2 минерального сырья Дальневосточного региона – шеелитового концентрата, также приводит к формированию покрытий с толщиной превышающей толщину покрытий, получаемых стандартными электродами марки Т15К6. Данный факт может быть связан с тем, что минеральное сырье выполняет одновременно роль микролегирующих добавок поверхностного слоя и создает защитную атмосферу в зоне искровой обработки, что создает условия для более интенсивного массопереноса материала легирующего электрода, препятствуя выгоранию эрозионных частиц.

### Заключение

На основе SWOT-анализа определены сильные, слабые стороны, возможности и опасности технологии восстановления и упрочнения изношенных поверхностей методом электроискрового легирования. Установлено что повышение эффективности и достижение конкурентных преимуществ метода возможно путем расширения номенклатуры электродных легирующих материалов и исследования влияния энергетических режимов искрового разряда на толщину покрытий.

Экспериментальными исследованиями установлено, что увеличение энергетических режимов ЭИЛ (емкости конденсаторов и напряжения в импульсе), а также применение электродов на основе карбида вольфрама и карбида титана с добавками флюсообразующих компонентов и минерального сырья Дальневосточного региона (шеелитового концентрата) способствует увеличению толщины формируемых покрытий.

### Библиографический список

1. Кузнецова В. Н. Анализ влияния изнашивания трибосистем машин на их долговечность // Вестник СибАДИ. 2012. - №3 (25). С. 41-47.
2. Дюмин И. Е. Ремонт автомобилей / И. Е. Дюмин, Г. Г. Трегуб. – М.: Транспорт, 1999. – 280 с.
3. Коротаев Д. Н. Субструктурное поверхностное упрочнение деталей трибосистем методом

электроискрового легирования / Д. Н. Коротаев, Е. В. Иванова // Перспективные материалы, 2011. - №2. – С. 98-102.

4. Николенко С. В. Новые электродные материалы для электроискрового легирования / С. В. Николенко, А. Д. Верхотуров. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 218 с.

### INCREASE OF EFFICIENCY OF RESTORATION OF THE STEEL DETAILS METHOD OF THE ELECTROSPARK ALLOYING

D. N. Korotaev, B. S. Alimbaeva

In work as the SWOT method weaknesses of a method of an electrospark alloying, the development and danger prospects accompanying this technology are analysed strong. Ways of increase in thickness of a formed covering on worn-out steel surfaces of details of cars are revealed. By experimental researches it is established that application of electrodes on the basis of carbide of tungsten and carbide of the titan with additives of the components which are forming with a material of a surface unlimited firm solutions and carrying out a role of gumbolls, allows to form the alloyed coverings with the maximum thickness.

*Коротаев Дмитрий Николаевич - доктор технических наук, доцент. Профессор кафедры «Экономика и управление дорожным хозяйством» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основные направления научной деятельности: материаловедение, трибология, стандартизация, управление качеством. Общее количество опубликованных работ: 80. e-mail: drums99@mail.ru*

*Алимбаева Ботагоз Шайдуловна - преподаватель кафедры «Технология производства». Военный учебно-научный центр сухопутных войск «Общевойсковая академия вооруженных сил Российской Федерации» (филиал, г. Омск). Кафедра технологии производства Основные направления научной деятельности: материаловедение. Общее количество опубликованных работ: 7. e-mail: botashka77@mail.ru*

УДК 355.691.1

## НОРМАТИВЫ И ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТЫ В ПЛАНИРОВАНИИ МАРША АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛОНН ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ВОИНСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

П. Ф. Кривоусов

***Аннотация.** На основании изложенного в статье материала определяется время, которое необходимо автомобильной колонне на выполнение задачи по осуществлению воинских автомобильных перевозок, путем проведения математических расчетов. Табл. 2. Формул. 11. Библ. 4.*

***Ключевые слова:** марш, нормативы, расчет продолжительности.*

**Материально-техническое обеспечение** является составной частью всестороннего обеспечения Вооруженных Сил и представляет собой комплекс мероприятий, направленных на удовлетворение материальных, технических, транспортных, ветеринарно-санитарных, бытовых и других потребностей войск, обеспечения базирования авиации и сил флота в целях поддержания боевой готовности и боеспособности войск (сил) для выполнения поставленных задач.

Одной из основных задач материально-технического обеспечения войск в мирное и военное время является выполнение различных видов воинских перевозок и подвоза материальных средств.

Он организуется и осуществляется в любых условиях обстановки в интересах полного и бесперебойного материального обеспечения войск (сил), для накопления, восстановления и поддержания на складах установленных норм запасов материальных средств

Подвоз материальных средств включает планирование, подготовку материальных, транспортных и погрузочно-разгрузочных сил и средств, погрузку, перевозку материальных средств (различными видами транспорта) и их выгрузку [1].

Основными требованиями к подвозу материальных средств являются: бесперебойность (непрерывность), комплексность, устойчивость, минимальное количество перегрузок, оперативность, высокая скорость движения запасов, максимальная механизация погрузочно-разгрузочных работ, гибкость и управляемость.

Осуществляя воинские автомобильные перевозки, подразделения и части материально-технического обеспечения совершают марши к местам погрузки и выгрузки материальных средств.

Что - же представляет собой марш?

**Марш** – это организованное передвижение войск в колоннах по дорогам и колонным путям в целях выхода в назначенный район в установленное время в полном составе в готовности к немедленному выполнению боевой задачи. Во всех случаях марш совершается скрытно. Марш автомобильных колонн в составе подразделений и частей осуществляется обычно в тылу своих войск. В этих условиях личный состав колонн должен быть готов к отражению ударов с воздуха, действовать против диверсионно - разведывательных групп, в условиях воздействия высокоточного оружия, применения средств дистанционного минирования. Все марши совершаются, как правило, ночью, или в других условиях ограниченной видимости [2].

После марша автомобильные подразделения сосредотачиваются в пункте дислокации или в другом назначенном районе.

Время марша автомобильных соединений, частей и подразделений складывается из времени их движения к местам загрузки материальными средствами, времени выполнения погрузочных работ, времени движения по маршруту и времени разгрузки.

Движение осуществляется в походном порядке, установленном начальником колонны.

Успешность осуществления воинских автомобильных перевозок во многом зависит от точности тактических расчетов на марш. Требования, предъявляемые к расчетам – это своевременность и точность.

Требование своевременности расчетов вызвано необходимостью безотлагательного принятия решения на организацию и осуществление перевозок. Поэтому результаты расчетов должны быть получены в сроки, продолжительность которых диктуется обстановкой.

Максимально возможную быстроту расчетов определяют иногда как оперативность ра-

боты. Между тем оперативность работы помимо быстроты включает и другое важное требование-точность расчетов. Только сочетание быстроты расчетов с их объективной правильностью, точностью можно определить как оперативность расчетного обеспечения.

При планировании автомобильных перевозок в основу расчетов принимаются следующие усредненные нормативы:

**1. Продолжительность работы водителя** – время, в течение которого водитель выполняет транспортную работу (погрузка, движение, выгрузка). Оно установлено 10-12 часов в сутки, остальное время (12-14ч) расходуется на обслуживание техники, на отдых, прием пищи. Кроме того, в суточный баланс входит затрата времени на привалы – 3-4 часа и ежесуточный отдых 6-8 часов. Начальник колонны должен всегда, особенно в напряженный период марша, проявлять всемерную заботу о сохранности физических сил и поддержании высокого морального духа водителей. В этих целях, а также для приема пищи, проверки состояния техники, вооружения и перевозимых материальных средств в ходе марша назначаются привалы, дневной (ночной) отдых. Места привалов и отдыха выбираются по карте, а затем уточняются по результатам разведки. Привалы назначаются через каждые три-четыре часа движения продолжительностью до одного часа и один привал - продолжительностью до двух часов во второй половине суточного перехода.

Если расстояние перевозки не превышает половины суточного перехода автомобильной колонны, отдых личного состава, прием горячей пищи и техническое обслуживание автомобилей организуются, как правило, в районах погрузки (разгрузки).

При перевозке грузов на расстояния, превышающие нормы суточного пробега, назначается ночной или дневной отдых на маршрутах перевозок.

При совершении марша на большие расстояния через каждые три-пять суточных переходов, при необходимости, может предоставляться суточный отдых.

Для дневного (ночного) и суточного отдыха назначаются районы, которые по возможности выбираются вне населенных пунктов, в местах, имеющих источники воды, естественную маскировку и укрытия, обеспечивающие за-

щиту от ядерного, высокоточного оружия и других средств поражения.

**2. Суточный пробег** – путь, пройденный автомобилем за сутки, км. В различных звеньях подвоза нормы суточного пробега в зависимости от состояния дорог, времени простоя под грузовыми операциями, плеча подвоза и других причин различны и в среднем принимаются:

- в войсковом звене подвоза - 150 км
- в армейском - 200 км
- во фронтовом - 250 км
- для автотранспорта центра - 300 км и более.

**3. Плечо подвоза** – расстояние (в километрах) от пункта погрузки до пункта выгрузки. Плечо подвоза автотранспортом соответствующего звена, как правило, не должно превышать половины величины суточного пробега.

**4. Среднетехническая скорость движения (км /ч)** – отношение пройденного пути (участка, маршрута или за сутки) к времени движения (на том же участке, маршруте или за сутки) [4].

$$V_{\text{ср}} = \frac{L}{t_{\text{д}}}, \quad (1)$$

где  $L$  – протяженность определенного участка, км;

$t_{\text{д}}$  – время движения (без учета времени простоев), ч.

При планировании автомобильных перевозок величину среднетехнической скорости берут в пределах 30 км/ч.

**4. Средняя маршевая (эксплуатационная) скорость.**

$$V_{\text{ср}} = \frac{L}{t_{\text{н}}}, \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние, пройденное автомобилем за рабочий день, км;

$t_{\text{н}}$  – время нахождения автомобиля в наряде, ч.

**6. Время простоя автотранспорта под грузовыми операциями** – время, необходимое для погрузки или разгрузки отдельного автомобиля, (автомобильного подразделения):

Нормы времени на загрузку автомобилей и автомобильных колонн со средствами механизации приведены в таблице 1.

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 – Нормы времени на загрузку автомобилей и автомобильных колонн

Наименование	Продолжительность погрузки, мин	
	днем	ночью
Автомобиль грузоподъемностью от 4 до 7 т	15	20
Автомобиль грузоподъемностью выше 7 т	20	25
Автомобильный взвод в составе автомобилей грузоподъемностью от 4 до 7 т	45	60
То же, при грузоподъемности автомобилей свыше 7 т	60	80
Автомобильная рота в составе автомобилей грузоподъемностью от 4 до 7 т	120	180
То же, при грузоподъемности автомобилей свыше 7 т	180	240

При ручном способе выполнения погрузочно-разгрузочных работ нормы времени увеличиваются в 1,5 раза.

Нормы времени на налив и слив горючего колонн автомобильных частей и подразделений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Нормы на налив и слив горючего автомобильных колонн

Состав колонны	Продолжительность, мин	
	налива*	слива**
Автомобильный взвод с топливоцистернами на 4000 л	20-30	<u>20-30</u> 20-30
То же, с топливоцистернами на 8000 л	30-40	<u>30-40</u> 30-40
Автомобильная рота с топливоцистернами на 4000 л	60-90	<u>20-30</u> 60-90
То же с топливоцистернами на 8000 л	90-120	<u>30-40</u> 90-120
Автомобильный батальон с топливоцистернами на 4000 л	180-270	<u>60-90</u> 180-270
То же с топливоцистернами на 8000 л	270-360	<u>90-120</u> 270-360

Примечания:

\*При наличии на полевом складе механизированной заправки на 20-25 топливоцистерн одновременно.

\*\*В числителе приведены нормы времени при наличии механических насосов на топливоцистернах, в знаменателе – при налив (сливе) горючего с помощью мотопомп.

В целях обеспечения высокой организованности совершения марша подразделений, своевременности его начала, обеспечения каждому автомобилю и подразделению возможности занять свое место в колонне, назначаются:

1. При совершении марша по одному маршруту:

- исходный пункт;

- пункт регулирования;

2. При совершении марша по нескольким маршрутам:

- исходный рубеж;

- рубеж регулирования.

Как правило, автомобильная колонна, назначенная для выполнения воинских перевозок, совершает марш по одному маршруту. Исходный пункт назначается на удалении, обеспечивающем вытягивание колонны и набор заданной скорости движения. В зависимости от глубины колонны и условий местности он может быть назначен на удалении 5-10 км от передней границы района расположения подразделения. Дистанции между машинами назначаются в зависимости от скорости движения, условий местности. Обычно они со-

ставляют 0,1 от средней скорости движения. В цифровом выражении это будет равно 25-50 км/ч.

Опыт боевых действий и проведения учебных доказывает, что каждый командир в своей практической деятельности постоянно сталкивается с необходимостью принимать решения. В современных условиях практически нельзя принять оптимальное решение на марш, не научившись правильно предвидеть возможные последствия того или иного варианта действий. Любая целесообразная деятельность, в том числе и военная, обязательно включает в себя предвидение её результатов. А это, прежде всего – умение просчитать алгоритм предстоящих боевых действий, производить тактические расчеты.

Однако, не зная содержание методик расчетов, командир не в состоянии судить об их достоинствах и недостатках, о достоверности полученных расчетов путем данных, т.е. не сможет правильно определить свое отношение к ним.

Возможны две крайности: преклонение перед расчетными данными и, наоборот, недооценка расчетов. Обе эти крайности одинаково вредны и недопустимы.

Следовательно, отличное знание методик тактических расчетов является необходимым условием успешной работы не только для непосредственных исполнителей расчетов, но и для командиров и начальников, использующих результаты этих расчетов [2].

В данной статье, предлагаю рассмотреть опытом опробованные методики расчета элементов марша, а именно, расчет продолжительности марша при осуществлении воинских автомобильных перевозок.

**Расчет продолжительности марша автомобильной колонны** при выполнении воинских автомобильных перевозок предназначен для определения времени, необходимого для выполнения задачи на перевозку. Она включает в себя выполнение определенного перечня расчетов:

**1. Продолжительность вытягивания походной колонны к исходному пункту.**

Методика расчета предназначена для определения времени начала движения колонны, с тем, чтобы она своевременно, в установленный срок прошла назначенный исходный пункт.

Исходными данными являются удаление района расположения автомобильного подразделения от исходного пункта и скорость движения при вытягивании колонны [3].

**Формула расчета:**

$$T_n = T - \frac{D_0 \times 60}{V_0}, \quad (3)$$

где,  $T_n$  – время начала движения колонны, ч. мин.;

$T$  – время прохождения назначенного пункта головой колонны, ч. мин (задано старшим начальником);

$D_0$  – удаление исходного пункта от района расположения автомобильного подразделения, км;

60 – коэффициент перевода часов в минуты;

$V_0$  – скорость движения походной колонны при вытягивании, км/ч.

**2. Время прибытия автомобильной колонны в пункт погрузки материальных средств:**

$$T_{пр} = T_n + T_{дс1} + T_{от}, \quad (4)$$

где  $T_n$  – время начала движения, ч. мин;

$T_{дс1}$  – время на движение автомобильной колонны от исходного пункта до пункта погрузки, ч. мин;

$T_{от}$  – время на привалы, дневной (ночной) отдых, ч. мин;

**3. Время движения автомобильной колонны от пункта формирования до пункта погрузки:**

$$T_{дс1} = \frac{L_1}{V_{сп1}}, \quad (5)$$

где  $L_1$  – расстояние от исходного пункта до пункта погрузки, км;

$V_{сп1}$  – среднетехническая скорость движения, км/ч.

**4. Время окончания погрузки материальных средств:**

$$T_{ок} = T_{пр} + T_{прк}, \quad (6)$$

где  $T_{прк}$  – время простоя колонны под загрузкой, ч. мин;

**5. Время прибытия колонн в пункт выгрузки материальных средств:**

$$T_{пр} = T_{ок} + T_{дс2} + T_{от}, \quad (7)$$

где  $T_{дс2}$  – время на движение колонн от пункта погрузки до пункта выгрузки, ч. мин;

$T_{от}$  – время на привалы, дневной (ночной) отдых, ч. мин.

$$T_{\text{дв}} = \frac{L_2}{V_{\text{ср2}}}, \quad (8)$$

где  $L_2$  – расстояние от пункта погрузки до пункта выгрузки, км;

$V_{\text{ср2}}$  – среднетехническая скорость движения на участке маршрута, км/ч.

**6. Время конца разгрузки материальных средств  $T_{\text{кв}}$ :**

$$T_{\text{кв}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{пр}}, \quad (9)$$

где  $T_{\text{пр}}$  – время простоя колонн под разгрузкой, ч.

**7. Время прибытия автомобильных колонн в пункт сосредоточения после выгрузки материальных средств  $T_{\text{пс}}$ :**

$$T_{\text{пс}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{дв2}} + T_{\text{пр}}, \quad (10)$$

где  $T_{\text{дв2}}$  – время движения колонн от пункта погрузки до пункта сосредоточения, ч.

$$T_{\text{дв2}} = \frac{L_3}{V_{\text{ср3}}}, \quad (11)$$

где  $L_3$  – расстояние от пункта выгрузки до пункта сосредоточения, км;

$V_{\text{ср3}}$  – среднетехническая скорость движения на участке маршрута от пункта выгрузки до пункта сосредоточения, км/ч.

Естественно, если поставленная задача на выполнение воинских автомобильных перевозок предполагает несколько погрузочных и разгрузочных операций, то и количество расчетов увеличивается.

Методика расчета эвакуационных перевозок аналогична вышеизложенной. Полученные результаты расчетов заносятся в форму план-расчета на выполнение воинских автомобильных перевозок.

В настоящее время при перевозке автотранспортными предприятиями промышленных грузов, как правило, используются одиночные автомобили. Методика расчета времени на перевозки, рассмотренная в данной статье – приемлема и для планирующих органов данных организаций. Она может использоваться на занятиях со студентами факультета «Автомобильный транспорт» по специальности «Организация перевозок и управления на транспорте» со студентами факультета

«Экономика и управление» по специальности «Логистика и управление цепями поставок».

Совершенствование управления войсками в современных условиях является объективной необходимостью и одной из главных задач командиров и офицеров штабов.

Тактические расчеты выполняются с целью получения необходимых количественных данных для правильной оценки обстановки и принятия обоснованных решений. Тактические расчеты должны производиться своевременно и точно. А это возможно лишь при условии хорошего знания и владения методикой расчетов.

Методика расчетов – важный инструмент в руках командира и офицера штаба, обеспечивающий дальнейшее повышение качества управления войсками.

#### Библиографический список

1 Кривоусов П. Ф. Методика расчета потребного количества автомобильного транспорта для осуществления перевозок снабженческих и эвакуационных грузов // Вестник СибАДИ. 2012. № 3 (25). С. 21-26.

2. Леонтьев А. Н., Ахметов Р. Р., Попов И. А., Цветков А. Н., Кривоусов П. Ф., Тактика как искусство подготовки и ведения общевойсковой боя, Омск, учебное пособие-2010.

3. Вайнер А. Я. Тактические расчеты, М.: Вентиздат, 1977.

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

#### GUIDELINES AND PRINCIPLE CALCULATIONS OF PLANNING OF AUTOMOBILE MARCH UNDER THE REALIZATION OF THE MILITARY AUTOMOBILE TRAFFIC

P. F. Krivousov

Under the stated information material we can define the time which is necessary for automobile column for performance of the task of realization of the military automobile traffic by means of mathematical calculations. Tab. 2. Formulas. 11. Bibliography. 4.

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

УДК 625.731.08

## ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХОЛОДНЫХ ФРЕЗ ПОСРЕДСТВОМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

В. Н. Кузнецова, А. Н. Шаймарданов

**Аннотация.** В данной статье обосновывается необходимость применения адаптивного управления холодной фрезой, анализируется влияние на производительность холодной фрезы. С помощью программного обеспечения AMEsim 4.2 разработана имитационная модель холодной фрезы с системой адаптивного регулирования мощности. Проведено исследование работы имитационной модели, результаты сверены с данными, полученными в эксперименте с реальной холодной фрезой.

**Ключевые слова:** адаптивное управление, холодная фреза, рабочая скорость, потребляемая мощность.

Быстроизменяющиеся свойства внешней среды, с которой взаимодействуют дорожная фреза, неполнота информации о динамике машины, сложность моделирования рабочих процессов затрудняют проектирование и настройку системы автоматического управления (САУ) рабочими процессами холодной фрезы. Ручная подстройка параметров систем, основанная на опыте эксплуатации, не гарантирует качественной работы. Отсюда вытекает необходимость создания адаптивных САУ, подстраивающихся под изменение внешних условий и параметров дорожной фрезы [1].

Исходя из вышесказанного неадаптивные методы управления машиной, не подходят, так как они предусматривают наличие достаточного объема априорных сведений о внутренних и внешних условиях работы машины еще на предварительной стадии разработки системы, которые затем используются при проектировании САУ. Не учитывают быстроизменяющиеся свойства внешней среды и при этом характер их изменения случаен. Чем полнее информация о характеристиках системы и условиях ее работы, тем обычно выше качество неадаптивного управления [2]. Вследствие высокого уровня неопределенности системы, неадаптивные контроллеры могут необоснованно снижать производительность системы.

Основными факторами, влияющими на производительность холодной фрезы при условии, что техническое состояние машины соответствует документации производителя (то есть машина исправна и показатели отвечают заявленным требованиям производителя), являются быстроизменяющиеся свойства внешней среды, опыт и квалификация оператора, износ резцов фрезерного барабана.

Для того, чтобы добиться производительности, близкой к максимальной, заявленной

изготовителями машины, необходимо исключить эти факторы. Приведенные факторы выбраны исходя из следующих оснований, выявленных в процессе эксплуатации машины. Оператору зачастую трудно выбирать оптимальный режим работы исходя из своей квалификации и опыта. Не говоря уже о молодых специалистах. Износ резцов фрезерного барабана не учитывается вовсе, а ведь износ резцов снижает скорость движения фрезы, а значит и производительность.

За оптимальный режим работы в исследовании принят режим, близкий к идеальному, то есть режим, при котором двигатель работает на номинальной выходной мощности. При этом производительность холодной фрезы близка к максимальной.

Применение в системе управления мощностью холодной фрезы адаптивного контроллера исключает перечисленные нежелательные факторы, так как система является нелинейной, характер изменения параметров системы не определен и случаен. Адаптивные системы работают с большим уровнем неопределенности системы. Они, несомненно, подходят, поскольку допускают гораздо более высокий уровень неопределенности системы с тем, чтобы улучшить производительность. В отличие от контроллеров с постоянным коэффициентом усиления, которые поддерживают заданные коэффициенты в рамках закона управления с обратной связью для поддержания устойчивых характеристик, адаптивные контроллеры прямо или косвенно регулируют коэффициенты усиления обратной связи для поддержания устойчивости при замкнутом контуре управления и улучшают характеристики, несмотря на неопределенность системы. Поэтому адаптивный метод управления используются в управление мощностью холодной фрезы. Здесь возникает

проблема в том, как выбрать самый эффективный параметр управления мощностью.

Эффект приспособления к изменяющимся условиям в адаптивных системах достигается за счет того, что часть функций по получению, обработке и анализу недостающей информации о рабочем процессе осуществляется не проектировщиком на предварительной стадии, а самой системой в процессе ее нормальной эксплуатации [3].

В качестве основного управляющего параметра выбрана скорость перемещения холодной фрезы, так как проведенное исследование и полученная математическая модель холодной фрезы выявило квадратичную зависимость между потребляемой мощностью холодной фрезы и скоростью. В свою очередь общая потребляемая мощность холодной фрезы это сумма мощности потребляемой приводом двигателей машины и приводом фрезерного барабана холодной фрезы.

В систему адаптивного управления холодной фрезой введен пропорционально интегральный дифференциальный (ПИД) контроллер.

Основываясь на параметрах реальной машины, теоретическом анализе, экспериментальных результатах разработана имитационная модель холодной фрезы с помощью программного обеспечения Advanced Modeling Environment for performing Simulations of engineering systems (AMESim), с адаптивным контроллером и без адаптивного контроллера.

Результаты моделирования и экспериментальные данные сведены в таблицу 1, где средняя частота вращения двигателя  $n$ , средняя выходная мощность  $P$ , средняя рабочая скорость  $v$  и коэффициент использования номинальной мощности двигателя  $K_B$ . Нижний индекс 1 и 2 соответственно без и с адаптивным регулятором мощности, а  $v_3$  экспериментальная скорость, а  $\eta_1$  величина роста рабочей производительности.

Когда машина не оснащена адаптивным регулятором мощности, средняя скорость машины  $10,44 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$ , а изменения амплитуды скорости только  $1 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$  в то время как вариация изменения частоты вращения двигателя  $117 \text{ об}\cdot\text{мин}^{-1}$ . Вариация выходной амплитуды мощности двигателя  $42 \text{ кВт}$ , средняя выходная мощность составляет лишь  $115,6 \text{ кВт}$ , а коэффициент использования двигателя номинальной мощности двигателя  $87,5 \%$ .

После того как адаптивный регулятор мощности установлен на машине, производительность повышается. Частота вращения двигателя более гладкая кривая, как показано на рисунке 1. Средняя выходная мощность двигателя  $128,9 \text{ кВт}$  (рисунок 2) коэффициент использования номинальной мощности двигателя увеличивается на  $10,2 \%$ . Средняя скорость  $11,11 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$ , а производительность увеличивается на  $6,32 \%$ . Скорость машины с адаптивным контроллером на  $0,6 \text{ м}\cdot\text{мин}^{-1}$  больше, чем без контроллера (рисунок 3), в то время как средняя выходная мощность двигателя увеличивается на  $13,44 \text{ кВт}$  (таблица 1).

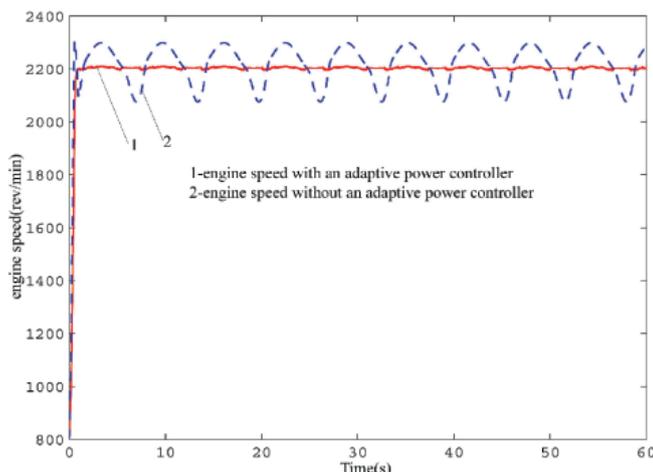


Рис. 1. Синусоида амплитуды изменения частоты вращения двигателя, об/мин. во времени, с:  
 1 - кривая с адаптивным контроллером,  
 2 - кривая без адаптивного контроллера

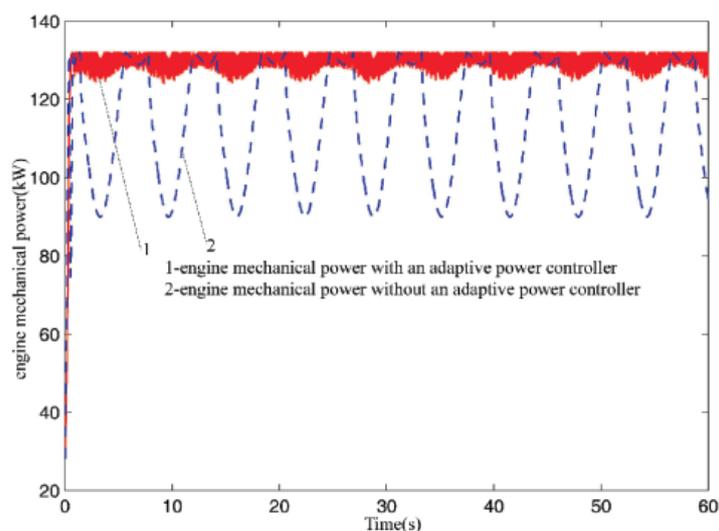


Рис. 2. Синусоида амплитуды изменения выходной мощности двигателя, кВт во времени, с:  
1 - кривая с адаптивным контроллером, 2 - кривая без адаптивного контроллера

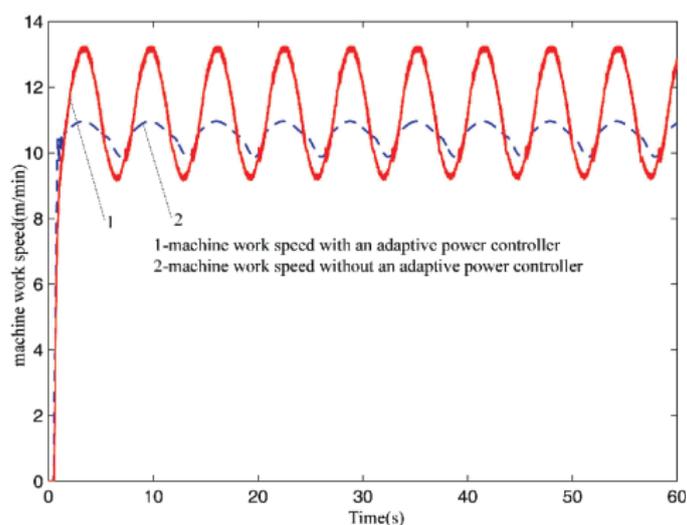


Рис. 3. Синусоида амплитуды изменения рабочей скорости, м/мин. во времени, с:  
1 - кривая с адаптивным контроллером, 2 - кривая без адаптивного контроллера

Таблица 1. - Характеристическое сравнение машины с и без адаптивной системы регулирования

$a_p$ , см	$n_1$ , об/мин.	$n_2$ , об/мин.	$p_1$ , кВт	$p_2$ , кВт	$K_{B1}$ , %	$K_{B2}$ , %	$v_1$ , м/мин.	$v_2$ , м/мин.	$v_3$ , м/мин.	$\eta_1$ , %
4	2210	2201	115,56	129	87,5	97,7	10,44	11,11	10,2	6,32
8	2198	2200	115,76	130,1	87,7	98,6	4,51	4,88	4,25	8,2
16	2195	2199	116	131,1	87,9	99,3	2,34	2,56	2,29	9,4

Погрешность скорости машины между скоростями полученными моделированием и экспериментальными в пределах 6 %.

Результаты показывают, что выбор скорости машины, как адаптивного параметра, регулирующего мощность, не только позволяет регулировать нагрузку фрезы, но и стабилизировать ее. Машина может также осуществлять самонастройку и устанавливать коэффициент использования номинальной мощности двигателя в наибольшем его значении.

Использования скорости движения холодной фрезы как управляющего параметра обосновано и эффективно. Двигатель холодной фрезы может обеспечивать номинальную мощность и работать с наибольшей производительностью самонастройкой адаптивной системы управления мощностью.

### Библиографический список

1. Мещеряков В. А. Нейросетевое адаптивное управление тяговыми режимами землеройно-транспортных машин: Монография. – Омск: ОмГТУ, 2007. – 219 с.
2. Теория автоматического управления: Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А. А. Воронов, Д. П. Ким, В. М. Лохин и др.; Под ред. А. А. Воронова. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1986. – 504 с.
3. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.

4. Кокорин А. В. Математическая модель системы управления рабочим органом строительно-дорожной машины с фрезерным барабаном // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2009. Т. 5. № 11. С. 187-189.

5. Meyer M. D., Amekudzi A., O'Har J. P. Transportation asset management systems and climate change adaptive systems management approach // Transportation Research Record. 2010. № 2160. С. 12-20.

### INCREASE PRODUCTIVITY OF COLD MILLING MACHINE BY MEANS ADAPTIVE CONTROL

V. N. Kuznetsova, A. N. Shaimardanov

This article explains the need for adaptive control milling machine, analyzes the impact of the performance milling machine. With software AMEsim 4.2 developed simulation model milling machine with adaptive power control. A study of the simulation model, the results are verified with the data obtained in the experiment with the real milling machine.

*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*

*Шаймарданов А. Н. – аспирант ФГБОУ ВПО «СибаДИ».*

УДК 625.75

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЗНАЧЕНИЯ НОРМИРУЕМОГО РАСХОДА ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПОЛУЧАЕМЫХ ОТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

А. В. Трофимов, А. В. Проценко

**Аннотация.** Выявлены закономерности формирования погрешности показаний пробега автомобиля получаемых от технических средств контроля установленных на автомобиле. Установлены закономерности формирования коэффициента условий движения на основе данных получаемых от технических средств контроля установленных на автомобиле. Предложена математическая модель расчета нормируемого расхода топлива с использованием данных получаемых от технических средств контроля.

**Ключевые слова:** технические средства контроля, система слежения и контроля ГЛОНАСС, тахограф, нормируемое значение расхода топлива, учитываемый пробег, коэффициент условий движения.

Списание затрат на топливо на автомобильном транспорте происходит согласно методики нормирования расхода топлива предложенной НИИАТ. Наиболее подробно данная методика описана в методических рекомендациях «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте» (утверждена распоряжением Минтранса России № АМ-23-Р от 14.03.2008 г.) [1].

Методика НИИАТ основана на корректировании нормы расхода топлива поправочным коэффициентом. Норма расхода топлива подразумевает установленное значение меры его потребления при работе автомобиля конкретной модели, марки, модификации. При нормировании расхода топлива различают базовое значение расхода топлива, которое определяется для каждой модели, марки, модификации автомобиля в качестве общепринятой нормы, и расчетное нормируемое значение расхода топлива, учитывающее условия эксплуатации автомобиля.

Согласно данной методики нормирования для легковых автомобилей и автобусов без дополнительного отопителя салона нормативное значение расхода топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot D), \quad (1)$$

где  $Q_n$  - нормативный расход топлива, л;  
 $H_s$  - базовая норма расхода топлив на пробег автомобиля, л/100 км;  
 $S$  - пробег автомобиля, км;  
 $D$  - поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Базовые значения расхода топлива на сегодняшний день для большинства марок и моделей автомобилей установлены в методических рекомендациях [1]. Значения на вновь поступающие автомобили разрабатываются в установленном порядке НИИАТом.

Расчет базовых норм ведется согласно «Методики определения базовых норм расхода топлива на автомобильном транспорте» Р 03112134-0367-97 [2]. Базовая норма расхода топлива рассчитывается как средневзвешенная величина расходов топлива АТС, полученных в заездах по типизированным маршрутам по формуле:

$$H_s = D_r \cdot H_{s_{гор}} + D_{ам} \cdot H_{s_{ам}}, \quad (2)$$

где  $D_r$  – доля движения транспортного средства по типизированному городскому маршруту;  
 $D_{ам}$  – доля движения транспортного средства по типизированному маршруту по автомагистрали;

$H_{s_{гор}}$  – величина расхода топлива автомобиля при движении по типизированному городскому маршруту, л/100 км;

$H_{s_{ам}}$  – величина расхода топлива автомобиля при движении по типизированному маршруту по автомагистрали, л/100 км;

Величины коэффициентов весоности для легковых, грузовых автомобилей и автобусов полной массой до 3,5 т составляют  $D_r=0,5$ ,  $D_{ам}=0,5$ . Однако данные значения коэффициентов весоности расходов необъективны, потому что они даны для среднестатистического транспортного средства и не отражают реальные условия эксплуатации конкретного автомобиля на предприятии. Интенсивность движения в условиях современного города в большинстве своем представляет процесс постоянного изменения скорости – частых разгонов и торможений. Движение с установленной скоростью ничтожно мало по сравнению движением с постоянным изменением скоростного режима. Однако при определенных условиях автомобиль в городских условиях может двигаться с интенсивностью присущей загородному режиму (ночное время, кольцевые автодороги и т.д.). То же относится и к движению в загородном режиме – периодически при движении за городом можно столкнуться с высокой интенсивностью движения (ремонт автодороги, авария, снежные метели, обвалы горных пород и т.д.).

Поправочные коэффициенты выбираются исходя из условий и режимов эксплуатации автомобилей. Однако в методических рекомендациях НИИАТ не указано какую именно величину надбавки выбирать при определении данных коэффициентов, есть только условная градация данных коэффициентов. Таким образом, величины применяемых надбавок берутся по верхним границам или исходя из собственного опыта лица ответственного за определение нормируемого расхода топлива. Одной из надбавок, всегда участвующей при нормировании расхода топлива, является надбавка, зависящая от режимов эксплуатации автомобиля. Пример данных надбавок приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Повышающие/понижающие надбавки, зависящие от режимов эксплуатации автомобиля

№ п/п	Обоснование повышения/ снижения нормы расхода топлива	Допустимая величина повышения/ снижения	Примечание
1	Работа автотранспорта в городах с населением:  свыше 3 млн. чел от 1 до 3 млн. чел от 250 тыс. до 1 млн. чел от 100 до 250 тыс. чел до 100 тыс. чел	Надбавка  до 25% до 20% до 15% до 10 % до 5%.	Последнее – в «городах, поселках городского типа и других крупных населенных пунктах (при наличии регулируемых перекрестков, светофоров или других знаков дорожного движения)»
2	При работе на дорогах общего пользования I, II и III категорий за пределами пригородной зоны на равнинной слабохолмистой местности	Снижение до 15%.	высота над уровнем моря до 300 м

Однако необходимо учитывать реальные режимы и условия движения автомобиля это удобно делать коэффициентом условий движения  $K_{уд}$ . Таким образом, надбавки зависящие от режимов эксплуатации автомобиля: движение в загородном режиме и в городах с населением будут учитываться одним общим коэффициентом условий движения  $K_{уд}$ . Формула нормируемого расхода топлива (1) приобретает следующий вид:

$$\left\{ \begin{aligned} Q &= 0,01 \cdot H_p \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot (D + K_{уд})) \\ 0,85 &\leq K_{уд} \leq 1,25 \end{aligned} \right. \quad (3)$$

При этом коэффициент  $K_{уд}$  лежит в пределах от 0,85 – понижающая надбавка при движении за пределами пригородной зоны, до 1,25 - работа автотранспорта в городах с населением свыше 3 млн. человек.

Пробег  $S$  при расчете нормируемого значения расхода топлива берется по записям в путевой документации, которую заполняют водители согласно данных одометра. Однако одометр, как и любой измерительный прибор обладает погрешностью показаний. Согласно опыта эксплуатации механический одометр имеет собственную погрешность до 5 %. В зависимости от условий эксплуатации автомобиля, износа узлов и агрегатов, использования нештатных запчастей. Суммарная погрешность прибора может достигать 12-15 %. Электромеханические одометры точнее механических, но все же погрешность 5-7 %. Электронные одометры совершенней электромеханических, однако точность их показаний зависит от состояния ходовой части автомобиля. Суммарная погрешность данных приборов не превышает 5% в случае, если про-

водится дополнительная тарифовка на тестовом участке пути.

Кроме того, некоторые руководители автотранспортных предприятий издают распоряжения, согласно которым показания пройденного пути учитываются по данным системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС, однако ее показания также обладают достаточно высокой погрешностью [3]. Система спутникового контроля на базе ГЛОНАСС полностью лишена погрешностей, обусловленных конструктивными особенностями автомобиля, и никак от них не зависит от системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС работает следующим образом: блок считывает данные о своем местонахождении, а затем при помощи мобильной связи по каналам Internet отсылает эти данные на сервер, где они обрабатываются, и выстраивается картина передвижения транспортного средства. Однако свои координаты блок запрашивает не постоянно, а с определенной периодичностью, настраиваемой пользователями системы. Данное обстоятельство приводит к потерям в анализе пройденного пути. Кроме того на точность показаний системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС влияет сложность городского плана [4,5], а именно:

- 1) количество поворотов на всем пути следования автомобиля;
- 2) высотные здания, затрудняющие или искажающие получаемые сигналы со спутника;
- 3) протяженность туннелей, подземных гаражей и т.п. при проезде которых блок ССК в принципе не может принимать и отсылать сигналы.

Также учет показаний пробега осуществляется по данным тахографа, но и он облада-

ет погрешностью, так согласно ЕСТР [6] настроенный тахограф в эксплуатации может иметь погрешность показаний пробега не выше  $\pm 4\%$ .

Однако и данное значение погрешности показаний пробега является достаточно высокой величиной. Поэтому необходимо нивелировать погрешность показаний технических средств контроля тахографа и системы спутникового контроля на базе ГЛОНАСС для получения реальной величины пробега автомобиля. Для этого в работе вводится величина  $S_{уч}$ , которая будет корректировать показания пробега получаемые от технических средств контроля на основе данных о показаниях погрешности данных систем.

Тогда с учетом коэффициента  $K_{уд}$  и  $S_{уч}$  формула для определения значения нормируемого расхода топлива будет записываться как функция величины базовой нормы расхода топлива, пробега автомобиля и поправочных коэффициентов.

$$Q_n = f(H_s; S_{уч}; D; K_{уд}), \quad (4)$$

Таким образом, влияя на значение нормируемого расхода топлива можно путем уточнения надбавок  $K_{уд}$  и установления более точной величины пробега  $S_{уч}$ , так как базовые нормы расхода топлива  $H_s$  изменять нельзя.

Учитываемый пробег по тахографу есть функция от величин погрешностей настройки

тахографа, приборной, износа шин и случайной.

$$S_{уч\ тах} = f(\Delta_{настр}; \Delta_{прибор}; \Delta_{ипш}; \Delta_{случ}), \quad (5)$$

где  $\Delta_{настр}$  - погрешность настройки, %;  
 $\Delta_{прибор}$  - приборная погрешность, %;  
 $\Delta_{ипш}$  - длина окружности колеса при настройке, мм;  
 $\Delta_{случ}$  - длина окружности колеса фактическое, мм.

Учитываемый пробег по системе слежения и контроля на базе ГЛОНАСС есть функция от средней технической скорости, периода репликации и доли движения в городе.

$$S_{уч\ сск} = f(V_T; T_p; D_r), \quad (6)$$

где  $V_T$  - средняя техническая скорость, км/ч;

$T_p$  - период репликации, с;

$D_r$  - доля движения в городском режиме;

Коэффициент условий движения есть функция от средней технической скорости, оптимальной скорости и доли движения в городе.

$$K_{уд} = f(V_T; V_o; D_r). \quad (7)$$

Блок-схема математической модели расчета нормируемого расхода топлива с использованием данных технических средств контроля представлена на рисунке 1.

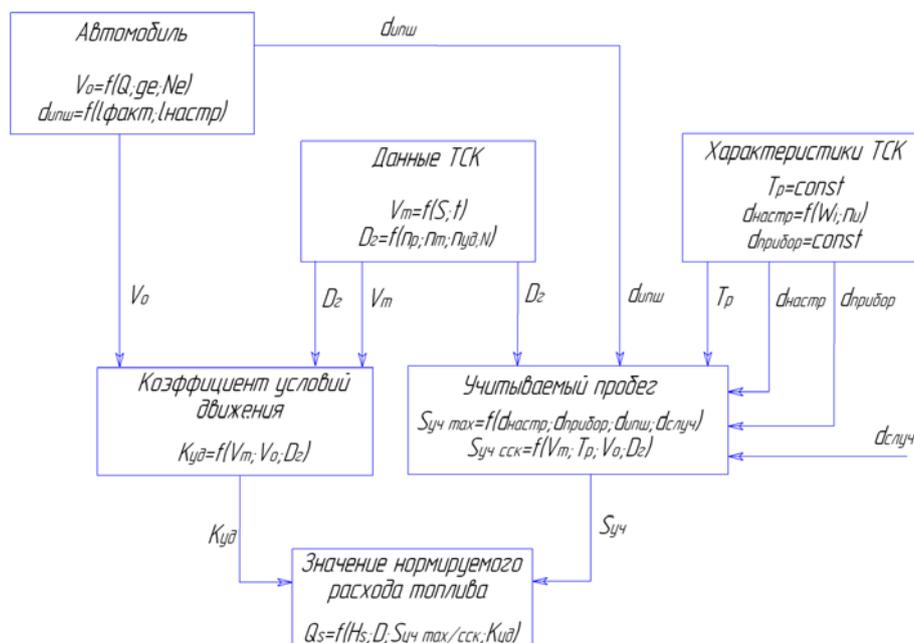


Рис. 1. Блок-схема математической модели расчета нормируемого расхода топлива с использованием данных технических средств контроля

Возникает необходимость анализа закономерностей формирования учитываемого пробега  $S_{уч}$  и коэффициента условий движения  $K_{уд}$  на основе данных получаемых от технических средств контроля.

Величина учитываемого пробега определяется по формуле:

$$S_{уч} = S_n \cdot (1 + 0,01 \cdot (\Delta + C)), \quad (8)$$

где  $S_n$  - пробег по данным ТСК, км;

$\Delta$  - приборная погрешность, %;

$C$  - случайная погрешность, %

Погрешность показаний пути системой спутникового контроля на базе ГЛОНАСС зависит от сложности плана движения автомобиля, периода репликации и средней технической скорости движения. Тогда  $\Delta_{тех}$  принимает следующий вид:

$$\Delta_{тех} = T_p \cdot V_T \cdot (0,02 \cdot D_r + 0,0015 \cdot (1 - D_r)), \quad (9)$$

$$D_r = n_r / N, \quad (10)$$

где  $n_r$  - количество интервалов городского режима движения, ед;

$N$  - общее количество интервалов движения, ед.

Границы и допущения:

1) погрешность связанная с пробуксовкой колес не учитывается;

2) случайная погрешность связанная с работой системы позиционирования и ПО учете постоянной  $C$ .

Погрешность показаний пробега тахографа обуславливается методикой поверки прибора и процедуры его настройки, а также износом в процессе эксплуатации протектора шин автомобиля. Максимальные границы погрешности оговорены в Международном договоре ЕСТР и составляют в эксплуатации после настройки прибора не более  $\pm 4\%$ . Тогда  $\Delta S_{тех}$  принимает следующий вид:

$$\Delta S_{тех} = \Delta_{приб} + \Delta_{настр} + \Delta_{тех} + \Delta_{случ}, \quad (11)$$

Приборная погрешность показаний пробега автомобиля  $\Delta_{приб}$  указана в паспорте на прибор. Погрешность настройки  $\Delta_{настр}$  определяется в процессе настройки путем нахождения средней погрешности по результатам нескольких замеров.

$$\Delta_{настр} = \frac{(W_{max} - W_{min}) \cdot 100}{\sum_{i=1}^n W_i}, \quad (12)$$

где  $W_{max}$  - максимальное количество импульсов;

$W_{min}$  - минимальное количество импульсов;

$n_z$  - количество замеров;

$W_i$  - замер с  $i$ -ым порядковым номером.

Погрешность износа протектора шин  $\Delta_{шин}$  зависит от изменения величины протектора шин автомобиля. С износом шин длина окружности колеса уменьшается, в результате чего тахограф пишет больший пробег по сравнению с реальным пробегом автомобиля. Определить погрешность показаний пробега тахографом из-за изменения длины окружности колеса путем измерения окружности колеса поверенной сантиметровой лентой, длина окружности колеса при настройке указывается в настроечной табличке, которая наклеена в автомобиле. Показание погрешности тахографа  $\Delta_{шин}$  будет выражаться следующей формулой:

$$\Delta_{шин} = 1 - \frac{L_{факт}}{L_{настр}}, \quad (13)$$

где  $L_{факт}$  - длина окружности колеса фактическая, мм;

$L_{настр}$  - длина окружности колеса при настройке, мм.

Границы и допущения:

1) случайная погрешность, связанная с работой привода, электрической проводки и узлов трансмиссии автомобиля не учитываются;

2) приборная погрешность разных типов тахографов принимается одинаковой;

3) влияние температуры окружающего воздуха на погрешность не учитывается.

Коэффициент  $K_{уд}$  расписывается по формуле:

$$K_{уд} = X_d \cdot X_c, \quad (14)$$

где  $X_d$  - составляющая долей движения автомобиля в городском/загородном режимах;

$X_c$  - составляющая зависящая от средней технической скорости движения автомобиля.

Составляющая  $X_d$  записывается как:

$$X_d = 1,15 \cdot \frac{V_d}{V} + 0,85 \cdot (1 - \frac{V_d}{V}). \quad (15)$$

Величина составляющей  $X_d$  будет варьироваться в пределах от 0,85 до 1,15. Оставшаяся величина  $K_{уд}$  зависит от составляющей зависящей от технической скорости движения автомобиля  $X_c$ . Его величина будет лежать в пределах от 1 до 1,087. Так при  $X_d=0,85$  и  $X_c=1$ , коэффициент условий движения будет иметь свое минимальное значение  $K_{уд}=0,85$ . При  $X_d=1,15$  и  $X_c=1,087$ , коэффициент условий движения будет иметь свое максимальное значение  $K_{уд}=1,25$ . Фор-

мула определения составляющей  $X_c$  будет иметь следующий вид:

$$X_c = 1 + 0,001 \cdot (V_{\text{тех}}/V_0 - 1)^2 \quad (16)$$

Тогда формула для определения коэффициента условий движения приобретает следующий вид:

$$K_{\text{уд}} = \left( 1,15 \cdot \frac{S_u}{N} + 0,85 \cdot \left( 1 - \frac{S_u}{N} \right) \right) \cdot (1 + 0,1 \cdot S_u \cdot (V_{\text{тех}}/V_0 - 1)^2). \quad (17)$$

Таким образом, значение нормируемого расхода топлива, представляет собой следующую функцию.

$$Q = f(H_u; D; n_r; N; \Delta_{\text{трис}}; \Delta_{\text{кастр}}; I_{\text{факт}}; I_{\text{кастр}}; S_u; V_0; V_{\text{тех}}). \quad (18)$$

Величины  $S_u, V_0, I_{\text{факт}}, I_{\text{кастр}}$  являются характеристиками автомобиля и зависят его марки и процесса его эксплуатации. Определение величин  $n_r, N$  и  $V_{\text{тех}}$  происходит путем анализа данных получаемых при помощи технических средств контроля. Характеристики  $T_p$  и  $\Delta_{\text{трис}}$  являются характеристиками технических средств контроля.

#### Библиографический список

1. Нормы расходы топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте: Руководящий документ Р 3112194-0366-08. М., 2008. – 64 с.
2. Методика определения базовых норм расхода топлива на автомобильном транспорте: Руководящий документ Р 03112134-0367-97. – М., 2008. – 64 с.
3. Материалы всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Книга 2.-Омск:СИБАДИ.-2009.
4. The university of Calgary. Tightly coupled MEMS INS/GPS Integration with INS Aided receiver Tracking Loops – Электрон. дан. – 2008. - Режим доступа:

<http://www.geomatics.uncalgary.ca/research/publications/GradTheses.html>- Яз. англ.

5. The university of Calgary.INS – Assisted High Sensitivity GPS Receivers for Degraded Signal Navigation. – Электрон.дан. – 2007.- Режим доступа: <http://www.geomatics.uncalgary.ca/research/publications/GradTheses.html> - Яз. англ.

6. Международный Договор «Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки» (ЕСТР), Женева от 1 июля 1970 г.

#### MATHEMATICAL MODEL OF CALCULATING VALUES OF NORMALIZED FUEL BASED ON DATA OBTAINED FROM THE TECHNICAL MEANS OF CONTROL

A. V. Trofimov, A. V. Protsenko

The regularities of formation of the error mileage readings obtained from the engineering controls are installed on the car. The regularities of formation factor driving conditions based on data received from the engineering controls are installed on the car. A mathematical model for calculating the rated fuel consumption, using data derived from technical means of verification.

*Трофимов Анатолий Викторович – канд. техн. наук, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – исследование влияния дополнительного оборудования на процесс эксплуатации автомобилей. Имеет 34 опубликованных работ.*

*Проценко Артем Владимирович – аспирант, преподаватель Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – исследование влияния технических средств контроля на процесс эксплуатации автомобилей. Имеет 11 опубликованных работ.*

**РАЗДЕЛ II**

**СТРОИТЕЛЬСТВО.**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ**

УДК 519.6

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ ТРЕХСЛОЙНОГО ДВУТАВРА В ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПОСТАНОВКЕ**

Г. Л. Горынин, О. Г. Горынина

**Аннотация.** На основе GN-теории изгиба композитных балок для произвольного симметричного сечения [1] рассмотрена трехслойная балка двутаврового сечения. Произведено сравнение прогибов балки, вычисляемых по GN-теории, к прогибам, вычисляемым по теории Эйлера-Бернулли.

**Ключевые слова:** GN-теория изгиба балок, композит, двутавр, метод жестко-статических функций, прогиб.

**Введение**

Исследование напряженного состояния многосоставных композитных конструкций является актуальной задачей, т.к. сфера их применения все время расширяется за счет отказа от использования чисто однородных конструкций. Трудности такого исследования связаны с тем, что в композитных конструкциях заранее невозможно пренебречь теми или иными компонентами тензора напряжений, и тем самым упростить задачу исследования. В работах [2]-[4] разработан метод исследования композитных конструкций в пространственной постановке. На его основе в работе разработана GN-теория изгиба слоистых балок, имеющих симметричное поперечное сечение. Данная работа ставит своей целью применение указанной теории к исследованию пространственного напряженно-деформированного состояния трехслойной балки двутаврового сечения.

**Основная часть.**

Рассмотрим двутавровую балку, для которой полки выполнены из одного материала, а стенка из другого, причем  $b, h$  - ширина и высота полки,  $d, H$  - ширина и высота стенки двутавра;  $E_n, E_c$  - модули Юнга для полки и для стенки соответственно, коэффициент Пуассона  $\nu$  для полки и стенки совпадают (рис. 1). Балка находится под воздействием сосредоточенной или равномерно распределенной нагрузки при произвольном оперении.

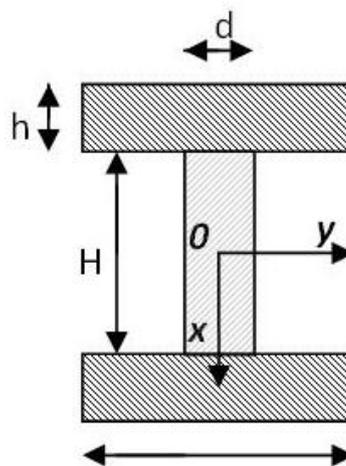


Рис. 1. Поперечное сечение балки

Введем безразмерные переменные и неизвестные величины, которые будут обозначаться также как размерные, и связаны с ними соотношениями:

$$x \leftrightarrow x/h, y \leftrightarrow y/h, z \leftrightarrow z/L, u_\alpha \leftrightarrow u_\alpha/\tilde{u},$$

$$E_i \leftrightarrow E_i/\tilde{E},$$

$$(\sigma_{\alpha\beta})_i \leftrightarrow (\sigma_{\alpha\beta})_i/\tilde{E}, p_\alpha \leftrightarrow p_\alpha/h\tilde{E},$$

$$Q_x \leftrightarrow Q_x/h^2\tilde{E}, M_y \leftrightarrow M_y/h^3\tilde{E}, \quad (1)$$

где  $h, L, \tilde{E}$  - характерные значения поперечного размера балки, продольного размера и модуля Юнга материала одного из слоев балки.

В соответствии с общей теорией [1] решение задачи об изгибе такой балки в поста-

новке пространственной задачи теории упругости в безразмерных переменных имеет вид:

$$\begin{aligned} (\sigma_{\alpha z})_i &= (\tau_{\alpha z})_i \frac{d^3 u_0}{dz^3} \varepsilon^3 + \frac{(\tau_{\alpha z})_i^*}{D_1} \frac{dp_x^*}{dz} \varepsilon, \quad \alpha, \beta \in \{x, y\}, \\ (\sigma_{\alpha\beta})_i &= (\tau_{\alpha\beta})_i \frac{d^2 u_0}{dz^2} \varepsilon^2 + \frac{(\tau_{\alpha\beta})_i^*}{D_1} p_x^*, \\ (\sigma_{zz})_i &= (\tau_{zz})_i \frac{d^2 u_0}{dz^2} \varepsilon^2 + \frac{(\tau_{zz})_i^*}{D_1} p_x^*, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $(\sigma_{\alpha\beta})_i$  - компоненты тензора напряжений для слоя с номером  $i$ ;  $u_0(z)$  - функция прогиба;  $(\tau_{\alpha\beta})_i, (\tau_{\alpha\beta})_i^*, (U_z)_i, (U_x)_i^*, (U_y)_i^*$  - жесткостные функции, зависящие только от переменных сечения;  $\varepsilon$  - малый параметр, равный отношению высоты балки к ее длине.

Жесткостные функции являются решениями следующих краевых задач в плоскости сечения стержня:

Краевая задача в сечении для нахождения функции  $(U_z)_i$ :

уравнение:

$$\frac{\partial(\tau_{zx})_i}{\partial x} + \frac{\partial(\tau_{zy})_i}{\partial y} + (\tau_{zz})_i = 0. \quad (3)$$

условия на боковой поверхности стержня:

$$(\tau_{zx})_i n_x + (\tau_{zy})_i n_y = 0. \quad (4)$$

условия сопряжения жесткостных функций на границах между слоями стержня:

$$\begin{aligned} (\tau_{zx})_i n_x + (\tau_{zy})_i n_y &= (\tau_{zx})_j n_x + (\tau_{zy})_j n_y, \\ (U_z)_i &= (U_z)_j, \quad i, j = [1, s]. \end{aligned} \quad (5)$$

условия связи жесткостных функций тензора напряжений и вектора перемещений функций:

$$\begin{aligned} (\tau_{zx})_i &= (\mu_{zx})_i \left( \frac{\partial(U_z)_i}{\partial x} + (U_x)_i \right), \\ (\tau_{zy})_i &= (\mu_{zy})_i \left( \frac{\partial(U_z)_i}{\partial y} + (U_y)_i \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Краевая задача в сечении для нахождения функций  $(U_x)_i^*, (U_y)_i^*$ :

система уравнений:

$$\frac{\partial(\tau_{\alpha x})_i^*}{\partial x} + \frac{\partial(\tau_{\alpha y})_i^*}{\partial y} + (\tau_{z\alpha})_i = 0, \quad \alpha \in \{x, y\}; \quad (7)$$

условия на боковой поверхности стержня:

$$(\tau_{\alpha x})_i^* n_x + (\tau_{\alpha y})_i^* n_y = D_1 f_\alpha^q(\Gamma), \quad \alpha \in \{x, y\}, \quad (8)$$

условия сопряжения характеристических функций на границах между слоями стержня:

$$\begin{aligned} (\tau_{\alpha x})_i^* n_x + (\tau_{\alpha y})_i^* n_y &= (\tau_{\alpha x})_j^* n_x + (\tau_{\alpha y})_j^* n_y, \\ (U_\alpha)_i^* &= (U_\alpha)_j^*, \quad i, j = [1, s], \quad \alpha \in \{x, y\}, \end{aligned} \quad (9)$$

условия связи жесткостных функций тензора напряжений и вектора перемещений функций:

$$\begin{aligned} (\tau_{\alpha\alpha})_i^* &= (E_{\alpha x})_i \frac{\partial(U_x)_i^*}{\partial x} + (E_{\alpha y})_i \frac{\partial(U_y)_i^*}{\partial y} + (E_{z\alpha})_i (U_z)_i, \\ &\quad \alpha \in \{x, y\}, \\ (\tau_{xy})_i^* &= (\mu_{xy})_i \left( \frac{\partial(U_x)_i^*}{\partial y} + \frac{\partial(U_y)_i^*}{\partial x} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Для функции  $(\tau_{zz})_i^*$  справедливо следующее выражение

$$(\tau_{zz})_i^* = (v_{xz})_i (\tau_{xx})_i^* + (v_{yz})_i (\tau_{yy})_i^* + (E_z)_i (U_z)_i, \quad (11)$$

где  $(v_{xz})_i, (v_{yz})_i, (E_z)_i$  - анизотропные коэффициенты Пуассона и модуль Юнга материала  $i$ -го слоя. На основе решений краевых задач в сечении вычисляются следующие константы

$$\begin{aligned} K_\varphi &= -\frac{1}{J} \sum_{i=1}^s \int_{F_i} x (U_z)_i dF, \quad D_1 = -\sum_{i=1}^s \int_{F_i} x (\tau_{zz})_i dF, \\ D_2 &= -\sum_{i=1}^s \int_{F_i} x (\tau_{zz})_i^* dF. \end{aligned} \quad (12)$$

Функция прогиба подчиняется уравнению изгиба:

$$D_1 \frac{d^4 u_0}{dz^4} \varepsilon^4 = p_x^*, \quad p_x^* = p_x - \zeta \frac{d^2 p_x^*}{dz^2} \varepsilon^2, \quad \zeta = \frac{D_2}{D_1}. \quad (13)$$

Для уравнения изгиба краевые условия ставятся на величины прогибов  $u_0$ , угла поворота сечения  $\varphi$ , поперечного усилия  $Q_x$ , изгибающего момента  $M_y$ , для которых справедливы равенства

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{du_0}{dz} \varepsilon + K_\varphi \frac{d^3 u_0}{dz^3} \varepsilon^3, \\ Q_x &= -D_1 \frac{d^3 u_0}{dz^3} \varepsilon^3 - \zeta \frac{dp_x^*}{dz} \varepsilon, \\ M_y &= -D_1 \frac{d^2 u_0}{dz^2} \varepsilon^2 - \zeta p_x^*. \end{aligned} \quad (14)$$

Для решения краевых задач в сечении введем операцию усреднения произвольной функции по ширине сечения

$$\langle f \rangle = \int_{-0.5h_s}^{0.5h_s} f(\alpha, s) ds, \quad (15)$$

где  $s$ ,  $h_s$  - координата в направлении ширины сечения и ширина сечения соответственно. Будем рассматривать только тонкостенные двутавры, тогда искомые напряжения будут слабо меняться в пределах тонкой стенки, и можно считать, что их средние величины почти совпадают с самими величинами.

Усредним уравнение (3) по ширине верхней и нижней полки двутавра по отдельности:

$$\frac{d\langle \tau_{zy} \rangle}{dy} = \pm k_{II}, \text{ при } x = \pm 0.5(H+h),$$

$$k_{II} = 0.5E_{II}(H+h). \quad (16)$$

Проинтегрируем данное уравнение и учтем нулевые краевые условия на левой и правой границах полки:

$$\langle \tau_{zy} \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = \begin{cases} \pm k_{II}(y+0.5b), & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0 \\ \pm k_{II}(y-0.5b), & \text{при } 0 \leq y \leq 0.5b \end{cases}. \quad (17)$$

На рис.2. показано место стыковки стенки и нижней полки двутавра, стык происходит по прямой CD. Проинтегрируем уравнение (3) по прямоугольнику ABCD (рис.2.) и учтем формулы (17):

$$\langle \tau_{zx} \rangle \Big|_{x=\pm 0.5H} = -k_{II}bh/d. \quad (18)$$

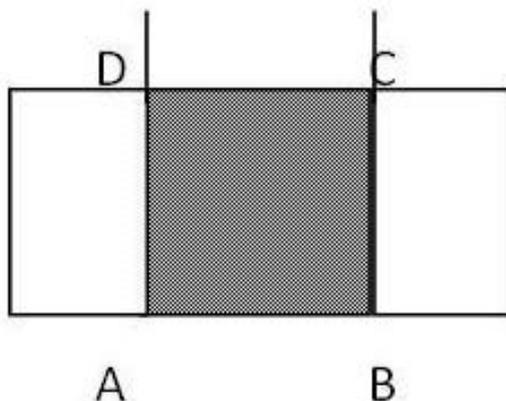


Рис .2. Область ABCD

В пределах стенки двутавра усредним уравнение (3) и проинтегрируем его с учетом равенства (18):

$$\langle \tau_{zx} \rangle = -k_{II}bh/d + 0.5E_c(x^2 - 0.25H^2),$$

$$x \in \{-0.5H, 0.5H\}. \quad (19)$$

В работе [2] установлено, что для жестко-стальных функций  $U_x$  и  $U_y$  для балки произвольного симметричного сечения справедливы равенства:

$$U_x = \frac{v}{2}(-y^2 + x^2 + C_2), \quad U_y = v y x,$$

$$\iint_F U_x dF = 0. \quad (20)$$

Для их усредненных значений справедливы формулы:

$$\langle U_x \rangle = \frac{v}{2} \left( C_2 - \frac{d^2}{12} + x^2 \right), \text{ при } -0.5H \leq x \leq 0.5H, \quad (21)$$

$$C_2 = -\frac{1}{12(2bh + Hd)}(d^3H - dH^3 - 2b^3h + 8bh(0.75H^2 + 1.5Hh + h^2)); \quad (22)$$

$$\langle U_y \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = \pm 0.5v(H+h)y, \quad (23)$$

при  $-0.5b \leq y \leq 0.5b$

Усредним формулы (7), первую по ширине стенки двутавра, а вторую по ширине его полки и с помощью их выразим усредненные значения функции  $\langle U_z \rangle$ , учитывая их непрерывность в местах стыка стенки и полки:

$$\langle U_z \rangle(x) = \int_0^x \left( \frac{1}{G} \langle \tau_{zx} \rangle - \langle U_x \rangle \right) d\zeta + C_3,$$

$$\langle U_z \rangle(y) = \langle U_z \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} + \int_0^y \left( \frac{1}{G} \langle \tau_{zy} \rangle - \langle U_y \rangle \right) d\zeta, \quad (24)$$

Подставим формулы (21) и (23) в первое и второе равенства (24) соответственно



$$\langle U_z \rangle = \begin{cases} (2+\nu) \frac{x^3}{6} - \left( (1+\nu) \left( 0.25H^2 + \frac{E_n h}{E_c d} (H+h)b \right) + \frac{\nu}{2} \left( C_2 - \frac{d^2}{12} \right) \right) x + C_3, & -0.5(H+h) \leq x \leq 0.5(H+h), \\ \langle U_z \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} \pm 0.5(H+h) \left( (1+0.5\nu)y^2 - (1+\nu)b|y| \right), & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0.5b, x = \pm 0.5(H+h), \end{cases} \quad (25)$$

Момент инерции сечения двутавра вычисляется по формуле

$$J = \int_F x^2 dF = \frac{bh}{2} (H+h)^2 + \frac{dH^3}{12}. \quad (26)$$

Усредним уравнение (7) при  $\alpha = x$  при по толщине стенки двутавра, а при  $\alpha = y$  по толщине полок двутавра:

$$\frac{d\langle \tau_{xx}^* \rangle}{dx} + \langle \tau_{zx} \rangle = 0, \quad \frac{d\langle \tau_{yy}^* \rangle}{dx} + \langle \tau_{zy} \rangle = 0. \quad (27)$$

Проинтегрируем эти уравнения:

$$\langle \tau_{xx}^* \rangle = -\frac{1}{d} D_1 - \int_{-0.5H}^{0.5H} \langle \tau_{zx} \rangle dx - \int_{-0.5H}^x \langle \tau_{zx} \rangle dx, \quad (28)$$

$$\langle \tau_{yy}^* \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = - \begin{cases} \int_{-0.5b}^y \langle \tau_{zy} \rangle dy, & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0 \\ \int_{0.5b}^y \langle \tau_{zy} \rangle dy, & \text{при } 0 \leq y \leq 0.5b \end{cases} \quad (29)$$

Подставим формулы (17) в (29), тогда получим выражение в полках балки

$$\langle \tau_{yy}^* \rangle \Big|_{x=\pm 0.5(H+h)} = -0.5(\pm k_n) \begin{cases} (y+0.5b)^2, & \text{при } -0.5b \leq y \leq 0 \\ (y-0.5b)^2, & \text{при } 0 \leq y \leq 0.5b \end{cases} \quad (30)$$

Кроме того, внутри стенки двутавра в силу антисимметрии функции  $\tau_{yy}$  ее среднее значение равно нулю

$$\langle \tau_{yy}^* \rangle = 0, \quad -0.5H \leq x \leq 0.5H, \quad (31)$$

а в полках справедливы равенства

$$\langle \tau_{xx}^* \rangle = \begin{cases} -\frac{1}{b} D_1, & \text{при } x = -0.5(H+h) \\ 0, & \text{при } x = 0.5(H+h) \end{cases} \quad (32)$$

Усредним формулу (11) в стенках и полках двутавра:

$$\langle \tau_{zz}^* \rangle = \nu \langle \tau_{xx}^* \rangle + \nu \langle \tau_{yy}^* \rangle + E \langle U_z \rangle_i. \quad (33)$$

Равенства (28), (30)-(32), подставленные в равенство (33), позволяют получить выражение для  $\langle \tau_{zz}^* \rangle$  в стенках и полках двутавра, условие на нахождение константы  $C_3$  имеет вид:

$$\iint_F \langle \tau_{zz}^* \rangle dF = 0. \quad (34)$$

Для четырех случаев опирания и нагружения балки сосредоточенной и распределенной нагрузками (рис. 3.) рассмотрим величину относительного превышения максимальных прогибов балки, вычисляемых по GN-теории, к прогибам, вычисляемых по теории Эйлера-Бернулли:

$$\Delta_i = (u_0 - u_3) / u_3, \quad (35)$$

где  $i$  – номер балки (рис.3). Решая для этих балок уравнение изгиба (13) с краевыми условиями, задаваемыми с помощью формул (14)-(15), и решая уравнение изгиба и соответствующие формулы теории Эйлера-Бернулли, и подставляя найденные решения в равенство (35), получим следующие выражения

$$\Delta_1 = 1.5K_\phi \varepsilon^2, \quad \Delta_2 = 3K_\phi \varepsilon^2, \\ \Delta_3 = 8\zeta \varepsilon^2, \quad \Delta_4 = 9.6\zeta \varepsilon^2. \quad (36)$$

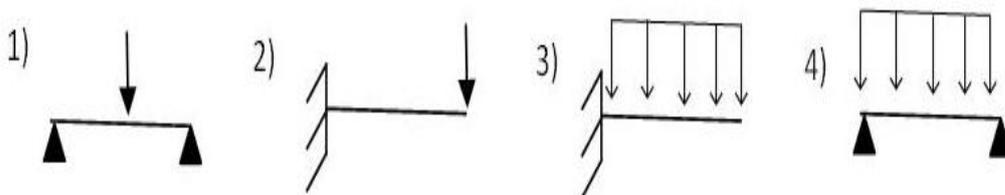


Рис. 3. Шарнирно-опертые и консольные балки под действием сосредоточенной и распределенной нагрузок



В Таблице 1 и Таблице 2 приведены значения констант  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $K_\varphi$ ,  $\zeta$  при  $\nu=0.25$  для трехслойной балки двутаврового сечения, и соответствующие им  $\Delta_i$ , вычисляемые по формулам (36). Из анализа таблиц следует, что учет пространственных эффектов для рассмотренных двутавров имеет существенно

большее значение для трехслойных двутавров, чем для однородных. Так для двутавра №60 уже при длине балки равной шести метрам, разница в прогибах по сравнению с теорией Эйлера-Бернулли составляет более 12 %, для однородного двутавра такая разница составляет примерно 4 %.

Таблица 1 - Величина относительного превышения прогибов балки при  $E_n = E_c = 1$

Номер двутавра	$\alpha$	$\beta$	$K_\varphi$	$\zeta$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$
10	1.156	1.095	0.397	0.377	$0.59\varepsilon^2$	$1.19\varepsilon^2$	$3.01\varepsilon^2$	$3.61\varepsilon^2$
12	1.159	1.1	0.408	0.387	$0.612\varepsilon^2$	$1.224\varepsilon^2$	$3.1\varepsilon^2$	$3.72\varepsilon^2$
14	1.159	1.101	0.414	0.393	$0.621\varepsilon^2$	$1.242\varepsilon^2$	$3.14\varepsilon^2$	$3.77\varepsilon^2$
16	1.159	1.098	0.401	0.379	$0.601\varepsilon^2$	$1.203\varepsilon^2$	$3.03\varepsilon^2$	$3.64\varepsilon^2$
24	1.198	1.151	0.52	0.5	$0.78\varepsilon^2$	$1.56\varepsilon^2$	$4\varepsilon^2$	$4.8\varepsilon^2$
30	1.187	1.139	0.506	0.486	$0.759\varepsilon^2$	$1.518\varepsilon^2$	$3.89\varepsilon^2$	$4.67\varepsilon^2$
40	1.164	1.113	0.48	0.459	$0.72\varepsilon^2$	$1.44\varepsilon^2$	$3.67\varepsilon^2$	$4.41\varepsilon^2$
50	1.138	1.084	0.449	0.428	$0.67\varepsilon^2$	$1.34\varepsilon^2$	$3.42\varepsilon^2$	$4.19\varepsilon^2$
60	1.126	1.07	0.433	0.411	$0.65\varepsilon^2$	$1.3\varepsilon^2$	$3.29\varepsilon^2$	$3.95\varepsilon^2$

Таблица 2 - Величина относительного превышения прогибов балки при  $E_n = 10, E_c = 1$

Номер двутавра	$\alpha$	$\beta$	$K_\varphi$	$\zeta$	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$
10	3.341	1.62	1.751	0.849	$2.63\varepsilon^2$	$5.25\varepsilon^2$	$6.8\varepsilon^2$	$8.15\varepsilon^2$
12	3.431	1.674	1.822	0.889	$2.73\varepsilon^2$	$5.46\varepsilon^2$	$7.11\varepsilon^2$	$8.53\varepsilon^2$
14	3.489	1.717	1.873	0.921	$2.81\varepsilon^2$	$5.62\varepsilon^2$	$7.37\varepsilon^2$	$8.84\varepsilon^2$
16	3.343	1.638	1.79	0.877	$2.69\varepsilon^2$	$5.37\varepsilon^2$	$7.02\varepsilon^2$	$8.42\varepsilon^2$
24	4.904	2.858	2.724	1.587	$4.09\varepsilon^2$	$8.17\varepsilon^2$	$12.696\varepsilon^2$	$15.24\varepsilon^2$
30	4.737	2.714	2.649	1.518	$3.97\varepsilon^2$	$7.95\varepsilon^2$	$12.15\varepsilon^2$	$14.57\varepsilon^2$
40	4.567	2.616	2.546	1.458	$3.82\varepsilon^2$	$7.64\varepsilon^2$	$11.664\varepsilon^2$	$13.996\varepsilon^2$
50	4.282	2.416	2.373	1.139	$3.56\varepsilon^2$	$7.12\varepsilon^2$	$9.12\varepsilon^2$	$10.93\varepsilon^2$
60	4.13	2.312	2.279	1.276	$3.42\varepsilon^2$	$6.84\varepsilon^2$	$10.21\varepsilon^2$	$12.25\varepsilon^2$

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, код проекта 12-01-90405-УКР\_а.

**Библиографический список**

1. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. GN-теория расчета композитной балки при изгибе. Общая теория// Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 6. – С. 3–12.
2. Горынин Г. Л., Немировский Ю. В. Пространственные задачи изгиба и кручения слоистых конструкций. Метод асимптотического расщепления. – Новосибирск: Наука, 2004. – 408 с.
3. Горынин Г. Л. Пространственные задачи слоистых анизотропных конструкций: монография. – Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. – 262 с.
4. Gorynin G. L., Nemirovskii Yu. V. Deformation

of laminated anisotropic bars in the three-dimensional statement 1. Transverse-longitudinal bending and edge compatibility condition // Mechanics of Composite Materials, Vol. 45, № 3, 2009. – pp. 257–280.

**THE STUDY OF THE STRESS-STRAIN STATE IN A THREE-LAYER I-BEAM IN A THREE-DIMENSIONAL FORMULATION**

G. L. Gorynin, O. G. Gorynina

In this paper we study a three-layer beam of I-section based on GN-theory of bending of beams for arbitrary symmetric section. We made comparison of deflection of the beam, calculated by GN-theory and the deflection is calculated by the Euler-Bernoulli theory.

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. e: mail: ggorynin@list.ru.

Горынина Ольга Глебовна - магистрант кафедры «Механика твердого деформируемого тела». Институт теоретической и прикладной механики СО РАН. Основное направление научных исследований – механика композитных конструкций. Общее количество публикаций – 1. e: mail: - olya-gorynina@yandex.ru.

УКД 699.86

### ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В СОХРАНЕНИИ И ВОССОЗДАНИИ ОБЛИКА КАЗАЧЬЕЙ СЛОБОДЫ В СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЕ ОМСКА

А. М. Каримов, Е. В. Цыганкова

**Аннотация.** Рассматривается проблема сохранения и восстановления Казачьей слободы – территории исторического центра Омска как уникальной градостроительной среды. Места, которое является архитектурным раритетом деревянного зодчества города. В статье выполнен исторический обзор развития территории Казачьей слободы, а также выделены архитектурные и градостроительные особенности данного места. Для решения этой проблемы предлагается принципиально новый инновационный подход, который заключается в создании информационных моделей зданий с помощью компьютерного моделирования, реализующего принципы создания современной градостроительной среды, и новых зданий в исторической части города на «генном архитектурном уровне», а также реконструкции старых.

**Ключевые слова:** Омск, Казачья слобода, деревянное зодчество, информационное моделирование зданий.

#### Введение

В последнее время мировое сообщество придает большое значение охране традиционной культуры. Сибирь, а в частности г. Омск имеет большую ценность для реализации данного направления.

В связи с приближением знаменательной даты – 300-летия с момента постройки оборонительных редутов Первой Омской крепости - эта проблема становится еще более актуальной. Необходимы мероприятия по сохранению и возрождению наиболее значимых архитектурных памятников и ансамблей города, одним из которых является «Казачья Слобода». Сегодня это место - условно названная территория исторического центра г. Омска. Она занимает часть Казачьего и Новослободского форштадтов в границах современных улиц, Куйбышева, Лермонтова, Масленникова, проспект К. Маркса, представляет собой ценное наследие деревянного зодчества Омска, является местом, где родились и жили многие известные люди, и подлежит сохранению как памятник истории, причем не в виде отдельных зданий, а всей градостроительной среды. В 1993г. в г. Омске была проведена конферен-

ция «Казачья Слобода» - прошлое и будущее», где было рекомендовано «учитывая градостроительную, архитектурную и историческую значимость участка города Казачья слобода, объявить его историко-архитектурным памятником».

#### Обзор современного состояния территории Казачьей Слободы

Застройка Казачьей Слободы представлена малоэтажными домами с усадебными участками. Качественный состав среды – объекты исторической, архитектурно-художественной значимости, рядовая (фоновая) застройка. Большая часть памятников архитектуры и истории сосредоточена на ул. Красных Зорь. Современное состояние территории - около 50 % зданий характеризуются высоким процентом износа и являются ветхой застройкой. По улице Красных Зорь в границах улиц Куйбышева и М. Жукова многие дома не подлежат реставрации, отсутствует система необходимого благоустройства улицы. Новая застройка хаотична и не соответствует стилевому решению исторической застройки.

Необходим новый подход к реконструкции и восстановлению архитектурного наследия города, позволяющий осуществлять мониторинг; спасение или решать проблемы с охраной как памятников так и целых архитектурных комплексов.

### Историко-архитектурный анализ

Сибирское казачество из первопроходцев под руководством Ермака, открывателей новых земель с течением времени превратилось в военных, охранявших южные рубежи России. Омск, бывший за свою почти трехвековую историю и заштатным городом, и столицей "белой России", долгие годы был центром Сибирского казачьего войска.

История города Омска начинается с основания Первой Омской крепости на слиянии рек Иртыша и Оми в 1716г. экспедиционным отрядом под командованием подполковника Ивана Дмитриевича Бухгольца. Отряд был направлен Петром I в Сибирь для строительства новых крепостей и поиска торговых путей в Китай и Индию. Первая Омская крепость сыграла важную роль в дальнейшем продвижении русских на юг Сибири и освоении ими Среднего и Верхнего Прииртышья. В 1768-1771 гг. была возведена Новая Омская крепость на правом берегу реки Оми. Инициатором строительства стал командующий сибирскими линиями генерал-поручик И. И. Шпрингер. Сейчас на месте первой крепости находится площадь им. Ленина и музыкальный театр. Постепенно вокруг крепостей возникали небольшие поселения, называемые слободами. Постепенно они разрастались, число их увеличивалось, и с некоторых пор слободы стали именовать форштадтами. По праву их можно считать первой административной единицей Омска. В дореволюционной системе

планирования и застройки города Омска, как и во многих других городах России, сложилась и существовала форштадтная система. Форштадт - это поселение, находящееся вне города или крепости и примыкающее к ним или "предместье, подгорное, слободка". В начале XIX в. город состоял из крепости и 7 форштадтов, 5 из которых располагались на левом берегу реки Оми (Кадышевский, Бутырский, Выползки, Мокрый, Подгорный), а 2 на правом (Ильинский, Казачий) [1].

Казачий форштадт - один из старейших районов дореволюционного Омска, который возник еще в начале XVIII в. южнее первой крепости на берегу Иртыша, как показано на рисунке 1. На генеральном плане города 1795 года впервые появляется новый район, который получит название Казачьей слободы. Здесь находилась Омская станица - административный центр казачьего управления. Уже к началу XIX в. Казачий форштадт превратился в один из самых благоустроенных районов города. Он за долгие годы своего строительства и развития первоначально накопил большое число домов деревянной постройки, имевших индивидуальный архитектурный облик. Только немногие из них, к сожалению, дошли до нашего времени. Позднее, начиная с первой половины XIX в., в форштадте возводится целый ряд каменных строений, большинство из которых и в настоящее время является подлинным украшением городской архитектуры и определяет своеобразие облика Омска. Среди них - здания Сибирского кадетского корпуса, Никольского собора [2]. Улицы форштадта имели названия, отражающие историю его возникновения и род деятельности большинства его жителей: Казачья, Атаманская, Конюшенная, Артиллерийская.

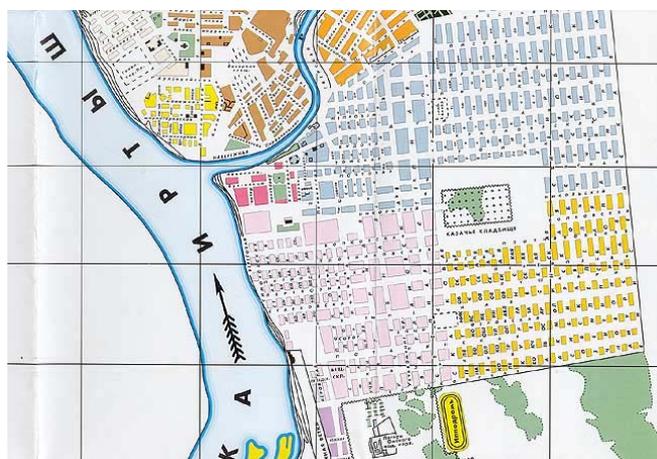


Рис. 1. Из генплана г. Омска середины XIX.  
(Казачий форштадт обозначен розовым цветом)



По застройке это был один из лучших районов города. После двух пожаров (1819, 1823) потребовалось новое обоснование сложившейся градостроительной ситуации, которое появилось в генеральном плане города архитектора В. И. Гесте в 1829 г. Предшествующие пожары способствовали укрупнению кварталов левобережной части р. Оми. Была заложена планировочная основа для будущих архитектурных ансамблей. По замыслу зодчего создается своеобразная градостроительная ось, берущая начало от портала Кадетского корпуса, затем она фиксируется Никольским собором, превращаясь в Никольский проспект, завершается еще одной высотной доминантой – церковью на Казачьем кладбище (сейчас ул. Красных Зорь). Пространственно и функционально этот градостроительный

стержень архитектурного ансамбля дополняется площадью перед собором, городским садом с генерал-губернаторским дворцом и Казачьим рынком. В дореволюционное время Казачье кладбище было мемориальным. Здесь хоронили самых выдающихся сибиряков – писателей, учёных, общественных деятелей, наиболее достойных горожан, составляющих славу и гордость нашей культуры.

В 1869 г. архитектором Эзетом создается План уездного Омска, выделяются особенности планировки Казачьего и соседнего с ним Новослободского форштадтов, где в границах растущих жилых районов город развивается по схеме, заданной Гесте: с применением нового типа укрупненного городского квартала, рис. 2.



Рис. 2. Формирование планировочной оси вдоль ул. Никольский проспект (по плану г. Омска от 1898 г.):

- 1 – Никольская казачья церковь, 2 – Кладбищенская церковь во имя «Всех Святых» (сносена в 1977 г.), 3 – Кладбище православное, 4 – Кадетский корпус

В 1910-е годы Омск начинает приобретать устойчивые черты современного города европейского типа, преодолевая отставание от столиц в освоении новых архитектурных стилей. Модерн и неоклассицизм пришли в омскую архитектуру почти одновременно и, наряду с каменным строительством, заявили о себе в деревянной жилой застройке. С первой половины XIX в. в форштадте возводится целый ряд каменных строений, большинство из которых и в настоящее время является подлинным украшением городской архитектуры и определяет своеобразие облика Омска [3].

В Казачьей слободе строятся дома с первым каменным и вторым деревянным этажами что соответствует общероссийской традиции. Но в основном, жилые районы формируются из одноэтажных деревянных построек

усадебного типа. Последние имеют типологические устойчивые объемно-планировочные решения, свойственные предыдущему десятилетию: дом пятистенки или крестовик. Начинается активное строительство двухэтажных деревянных доходных домов на четырех-восемь и более квартир, имеющих большие плоскости бревенчатых стен или стены обшитые тесом. Развитие силуэтных решений зданий с их разнообразной формой крыши в виде угловых башен, фронтонов, щипцов, дополнительных высотных акцентов в виде бельведеров нарушает монотонность жилых районов застройки. Живописность пластика фасадов деревянных зданий придают балконы вторых этажей [3]. Характерная особенность жилой застройки Казачьей слободы – формирование в квартале улицы «малых ансамблей», вклю-

чающих несколько зданий с декором, решенным в едином стилевом ключе.

Одна из старейших улиц города, почти не претерпевшая изменений на протяжении многих лет – улица Красных зорь, бывший Никольский проспект. Никольский проспект получил свое название от Никольской казачьей церкви (построенной по чертежам В. П. Стасова в 1833 – 1840гг.). Проспект разделял Казачий и Новослободские форштадты. Это единственная улица в Омске, которая началась от храма и к храму вела [4].

В своем очерке «несколько слов об Омске» П. Золотов передал впечатление о городе первой половины XIX столетия: «...Лучшая здесь улица лежит по Тобольскому тракту: форштадт Казачий расположен также по плану, и площадь его застроена довольно красивыми домами».

На территории «Казачьей Слободы» встречаются дома с первыми каменным и деревянным вторым этажами. Типичные примеры – ул. Красных зорь,32; ул. Декабристов, 96. Показаны на рисунках 3 и 4.



Рис. 3. ул. Красных Зорь , 32



Рис. 4. Декабристов, 96

Кирпичные здания общественного назначения выполнены архитекторами в духе своего времени – ул. Почтовая,38 – здание бывшей женской гимназии, арх. А.Д. Крячков, ул. Лермонтова,56 – здание бывшей судебной палаты и др. [5].

Стилистическая картина улиц «Казачьей Слободы», в целом, характерна для деревянной застройки сибирского города второй половины XIX – начала XX вв.

Приемы возведения рубленых зданий представляют сплав официальных направлений в отечественной архитектуре с народными потоками русского зодчества и местными самобытными традициями [3].

Одной из характерных особенностей изучаемой архитектурной среды является наличие так называемых «малых ансамблей», включающих несколько зданий с едиными стилевыми признаками. Аналогичны по декору дома по ул. Чкалова, 56, 58. Мотивы классицизма звучат в треугольных фронтонах «на плечиках» и в подобных им по форме наличниках соседствующих зданий по улицам: Степная,121, 128 как видно на рисунках 5 и 6; угол Красных Зорь и Учебной. Стилистика модерна ясно прочитывается в «малых ансамблях» - ул. Учебная, 78, 80, 82; на перекрестке улиц Почтовой и Учебной и др. Образное решение зданий отражает неоклассические тенденции русской архитектуры начала XX века.



Рис. 5. Ул. Степная, 121



Рис. 6. Ул. Степная, 128

В зависимости от стилистической окраски, здания оформлены богатой или лаконичной орнаментикой с применением различных видов резьбы – глухой или плоско-рельефной, пропильной и объемной. Образцы пропильной резьбы создавались профессиональными архитекторами – художниками и распространялись через многочисленные альбомы, руководства и журналы. Наряду с растительными мотивами народного характера в орнаментах использовались декоративные приемы различных стилевых направлений – классицизма, барокко, ориентализма. Яркие примеры пропильной сквозной или ажурной резьбы – наличники и подзоры домов по ул. Красных Зорь, № 16, представлен на рисунке 7; Степной, № 121, представлен на рисунке 5.



Рис. 7. ул. Красных Зорь, № 16

Мотивы резьбы самые разнообразные – растительный и геометрический орнамент, гирлянды с кистями, вазоны, вытянутые банты, традиционное полусолнышко на балюстрадах. Уникальны по форме и декору для всей «Казачьей Слободы» лобовые доски наличников с зооморфными изображениями (ул. Красных Зорь, № 38 «дом с совами» - не сохранился).

Выборочное анкетирование 1991 – 1992гг., в некоторой степени, проявляет социальный состав жителей исторической части города. Например, владельцы домов по ул. Красных Зорь – купец 3-ей гильдии Панов (№ 29 не сохранился), врач Шершевский (№ 35), инженер Зутис (№ 41), владелец велосипедной мастерской Верниковский (№ 51 не сохранился), строитель Копырин (№ 73), столяр Вальс (№ 32), гробовщик Миронов (№ 48), полковник Лапин (№ 52). На бывшем Никольском проспекте из-за невысокой платы снимали квартиры в доходных домах студенты, семинаристы, чиновники, инженеры, отставные офицеры[4]. По ул. Почтовой жил лесничий областного масштаба (№ 41). Владельцы до-

мов по ул. Учебной – приказчик Фефер (№ 54, 56) и кузнец Скручаев (№ 66). На ул. Степной жили портной Шустерман (№ 105), столяр-краснодеревщик Зорин (№ 113), владелец заезжего двора (№ 95), родители актера Театра музыкальной комедии Суханова (№ 128).

На ул. Успенского сохранились дома краеведа Палашенкова (№ 6), пивзаводчика (№ 20), зубного врача (№ 26), священнослужителя (№ 34), конфектника (№ 99) и др.

В анкетах содержатся сведения о функциональной принадлежности некоторых зданий. По ул. Красных Зорь – постоянный двор (№ 8а, б), доходные дома Лапиной-Горбовской (№ 52) и Гольцмана (№ 31), дом кладбищенской церкви (№ 63). По ул. Чкалова – мясная лавка (№ 83), пошивочная мастерская (№ 73). По ул. Учебная – кузня Скручаева (№ 66). По ул. Успенского – торговая лавка (№ 15) и др. В настоящее время функции зданий изменились.

Библиографические и архивные источники расширяют данные о территории «Казачьей Слободы»

По ул. Красных Зорь, № 30 проживала семья русского советского поэта Л. Мартынова, в ближайшем соседстве, на ул. Декабристов, № 90 располагалась усадьба финского пастора Гранэ.

В хронике событий гражданской войны дом № 2 по ул. Успенского отмечен как место нахождения контрразведки Белой армии.

Национальный состав жителей улиц «Казачьей Слободы» был также очень разнообразен: русские, поляки, евреи, татары, немцы, латыши, литовцы, скандинавы [1].

На территории «Казачьей слободы» расположены объекты культурного наследия (памятники истории и культуры) регионального значения:

Ул. Красных зорь 16; 18; 20; 22; 28; 30; 31; 33; 35; 39; 41; 47

Ул. Степная 121

Ул. Успенского 2; 4; 6

Ул. Декабристов 96

Ул. Жукова 71; 73 ; 75

Ул. Учебная 57; 82

**Инновационный подход в решении проблемы сохранения архитектурного облика Казачьей Слободы**

Современным опытом уже доказана необходимость внедрения перспективных технологий информационного моделирования зданий (BIM) в реставрационное проектирование. Результатом подобной деятельности может являться моделирование с опорой на данные архивов или исследования оставшихся памятников архитектуры. Архитектурные и

строительные элементы памятников архитектуры Казачьей слободы уникальны. При создании моделей зданий будет формироваться новая библиотека элементов, которая уже будет характеризовать определенный архитектурный стиль деревянного зодчества дореволюционного периода, более того данную библиотеку можно будет использовать при реставрации других памятников архитектуры того же периода и стиля. Поэтому применяя принципы соотношения форм и пропорций архитектурных деталей, окон и фасадов тех памятников, что остались или о которых еще можно найти информацию в архивах, а также используя библиотеку уже разработанных элементов, можно создавать в моделях безвозвратно утраченные здания, тем самым восстановив их примерный облик. Созданные элементы можно применять при проектировании и новых объектов вблизи исторических, тем самым не нарушая единой целостности градостроительной среды Казачьей слободы. Это технологически может облегчить проектировщикам возможность стилистически учитывать при создании новых современных зданий уже существующие рядом с ними памятники архитектурного наследия.

### Заключение

Таким образом, технология BIM является очень удобным инструментом для решения важной архитектурной задачи – формирование застройки на «генном архитектурном уровне», сохранения средового единства внешнего облика находящихся рядом зданий различных эпох.

### Библиографический список

1. Окладников А. П. История Сибири / Окладников А. П. – Л.: 1968 – Т.2. - 325с.
2. Кочедамов В. И. Омск. Как рос и строился город / Кочедамов В.И. - Омск: 1960 – 26с.
3. Оглы Б. И. Декор деревянной застройки городов Сибири XIX – начала XX в. //Архитектурное наследие. – 1988. - № 35 - С. 152 - 156.
4. Селюк В. И. Улица, которая ведет к храму.// Вечерний Омск. - 1991. - 3с.
5. Чирков В.Ф., Чиркин Г.Е. Омск: Городские мотивы / Чирков В.Ф., Чиркин Г.Е. – Омск: 1991.

6. Девятьярова И. Г., Селюк В. И. Старый Омск. Почтовая открытка рубежа XIX – XX веков / Девятьярова И. Г., Селюк В.И – Омск: 1991.

7. Талапов В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий / Талапов В. В. – М.: ДМК Пресс, 2011. – С. 110 - 118с.

### AN INNOVATIVE APPROACH IN THE CONSERVATION AND RECONSTRUCTION OF THE KAZACHIA SLOBODA IN THE MODERN STRUCTURE OF OMSK

A. M. Karimov, E. V. Tsygankova

Considered the issue of the conservation and reconstruction of the Kazachia Sloboda – the territory of historical center of Omsk as a unique urban environment. The place is an architectural rarity of wooden architecture of the city. This article gives a historical overview of development of the Kazachia Sloboda, and also it allocates architectural and urbanist features of this location., There is a new innovative approach to decide this problem. This approach consists of create of building information models with using computer modeling, also it implements the principles of creation of a modern urban environment and new buildings in the historical part of the city on «genetic architectural level», and also reconstruction of old buldings.

*Каримов Альберт Миниханович - кандидат архитектуры, академик РААСН, член МАА профессор кафедры «Архитектурно-конструктивное проектирование» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – архитектура и градостроительство, ресурсо- и энергосбережение, нанотехнологии в строительстве, охрана историко-культурного наследия. Имеет более 25 публикаций. e-mail: karimovalbert-omsk@rambler.ru.*

*Цыганкова Екатерина Владимировна – преподаватель кафедры «Архитектурно-конструктивное проектирование» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – архитектура и градостроительство, инновационные технологии в строительстве, охрана историко-культурного наследия. e-mail: katerina29@hotmail.ru*

УДК 624.014

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТЕННЫХ ОПОР, ВОЗВОДИМЫХ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ПЛОЩАДИ

Ю. В. Краснощёков

**Аннотация.** С целью оценки эффективности строительства антенных опор высотой до 50 м на ограниченной площади выполнен анализ мачтовых, башенных и комбинированных сооружений. Конструктивные решения антенных опор привязаны к климатическим и гидрогеологическим условиям г. Омска. В результате сравнения вариантов определены область эффективного применения антенных опор с пригруженными фундаментами и оптимальная их высота.

**Ключевые слова:** сооружение, антенная опора, металлические конструкции, пригруженные фундаменты.

**Постановка задачи**

Широкое распространение сети сотовой радиотелефонной связи требует огромного количества антенн, закреплённых на значительной высоте. В настоящее время антенны размещают на различных высоких сооружениях, а где таких сооружений нет, возводят новые, как правило, стационарные опоры. При стремительном развитии технологии сотовой связи целесообразность строительства стационарных опор, рассчитанных на длительные сроки службы, сомнительна. Всё чаще возникает вопрос о проектировании сборно-разборных (инвентарных или перебазированных) антенных сооружений, которые могут быть отнесены к разряду временных. По сравнению с капитальными сооружениями применение временных опор значительно упрощает формальности, связанные с отведением земельных участков, строительством и эксплуатацией оборудования, в разы сокращает затраты на строительство и улучшает

позиции застройщика во взаимоотношениях с подрядчиком.

Поставлена задача разработки эффективных конструкций сборно-разборных антенных опор высотой 35 – 50 м для использования в сети сотовой радиотелефонной связи и размещаемых с определённым количеством антенн на участках площадью не более 100 м<sup>2</sup> во 2 ветровом, 7 сейсмическом районах и в геологических условиях, характерных для г. Омска.

**Конструкции антенных опор**

К конструктивным разновидностям антенных опор относят мачты, башни и комбинированные решения (рис. 1). Мачты, применяемые в настоящее время, разделяют на два типа: стационарные и перебазированные (перевозные и мобильные) [1]. Подобное разделение характеризуется, главным образом, временем нахождения сооружения на одном месте. Выбор типа мачты по времени эксплуатации в одном месте связан с конструктивным решением опоры и её фундамента.

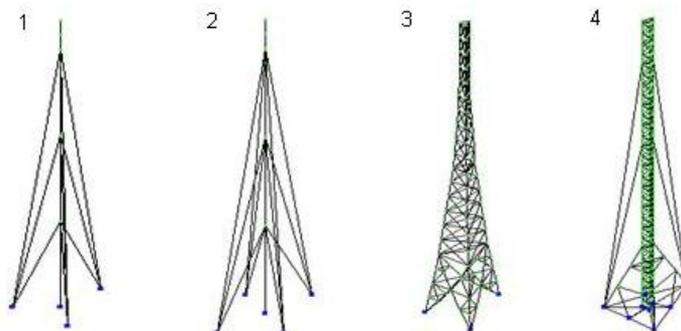


Рис. 1. Конструктивные решения антенных опор: 1 – мачта с оттяжками через 120° в плане; 2 – мачта с оттяжками через 90° в плане; 3 – башня; 4 – комбинированная конструкция



Мачта состоит из трёх основных частей: вертикального ствола с незначительной изгибной жёсткостью, трёх и более рядов оттяжек, являющихся упругими опорами для ствола и фундаментов двух видов: центрального, на который опирается ствол, и анкерных, к которым крепят оттяжки.

Схемы мачт принимаются в зависимости от технологических и технико-экономических требований. Для лёгких невысоких мачт (до 100 м) доля ветровой нагрузки на оборудование достигает большой величины - 0,5 и более. При этом оптимальными могут быть любые варианты формы в плане, сечений элементов ствола, прочности стали и т.д. Это затрудняет решение задачи оптимизации и выбора эффективных конструкций.

Следует обратить внимание на оптимальные геометрические параметры мачт, согласно которым угол оттяжек по отношению к стволу должен быть не менее  $20^\circ$ . Выполнение этого требования на ограниченной площади застройки для мачт высотой более 30 м практически невозможно.

Одним из наиболее существенных отличий перебазируемых мачт от стационарных при развёртывании их на неподготовленных площадках является конструктивное решение закрепления ствола мачты и оттяжек. При наличии подготовленных площадок конструкция фундаментов не имеет принципиальных отличий от фундаментов стационарных мачт. При развёртывании мачт на неподготовленных площадках широкое применение в качестве закрепления оттяжек к грунту находят завертываемые анкерные устройства (винтовые сваи). Известны перевозные и мобильные опоры высотой до 100 м, однако при их устройстве обычно обеспечивается свободное (на большой площади) размещение оттяжек.

Из башенных опор наиболее распространены решётчатые конструкции, основными элементами которых являются пояса, раскосы и распорки. В башенных опорах, более массивных, чем мачты, доля ветровой нагрузки на оборудование относительно невелика. Поэтому для них наиболее рациональны треугольная форма в плане, трубчатые элементы и пирамидальная конфигурация. Максимальные размеры сторон основания башни высотой до 50 м не должны превышать 5 м. Это требование характерно для стационарных конструкций с капитальными фундаментами. При незаглубленных или мало заглубленных фундаментах, которые возможны для сборно-разборных конструкций, целесообразно более развитое основание башен.

В качестве примера комбинированного решения приведена опора 4 на рис. 1. Такая конструкция в наибольшей степени привлекает внимание разработчиков сборно-разборных антенных опор.

### **Анализ грунтовых условий и конструкций фундаментов**

Антенные опоры любых типов передают нагрузку на грунтовое основание через фундаменты. Грунт крайне неоднородный природный материал, прочностные и деформационные свойства которого чрезвычайно разнообразны. Для их оценки выполняются специальные инженерно-геологические изыскания, которые должны проводиться в соответствии с требованиями нормативных документов с целью определения глубины заложения и размеров фундаментов. Проектирование оснований без соответствующего инженерно-геологического обоснования или при его недостаточности не допускается, однако в ряде случаев достаточно руководствоваться общими данными, полученными путём районирования территорий по инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям фундаментостроения [2]. Согласно этим данным, в качестве естественного основания фундаментов антенных опор в г. Омске наиболее вероятны глинистые грунты с минимальными значениями основных физических характеристик: угла внутреннего трения  $\varphi = 12^\circ$ , удельного сцепления  $c = 0,004$  МПа и модуля деформации  $E = 3,5$  МПа.

Проектирование оснований и фундаментов включает обоснованный расчетом выбор: типа основания (естественное или искусственное); типа, конструкции, материала и размеров фундаментов; мероприятий, применяемых при необходимости уменьшения влияния деформаций оснований на эксплуатационную пригодность сооружения.

Определяющим является расчёт по деформациям. Расчет деформаций основания временных зданий и сооружений допускается не выполнять, если среднее давление (напряжения  $\sigma$ ) под фундаментами не превышает расчётного сопротивления сжатию грунтов основания  $R_0$ , т.е. расчёт сводится к проверке условия  $\sigma \leq R_0$ . Расчетное сопротивление можно определить по физическим характеристикам грунтов из табличных значений СНиП. Для временных зданий и сооружений значениями  $R_0$  допускается пользоваться для окончательного назначения размеров фундаментов.

Проектом оснований и фундаментов должна быть предусмотрена срезка плодородного

слоя почвы и опирание фундаментов на грунт с установленными характеристиками, а также мероприятия, не допускающие увлажнения грунтов основания, промораживания их в период строительства и обеспечивающие улучшение оснований путём уплотнения или частичной заменой грунтов с неудовлетворительными свойствами. Улучшение свойств грунтов целесообразно в основаниях, сложенных просадочными или пучинистыми грунтами.

Малозаглубленные фундаменты допускается применять для временных сооружений при нормативной глубине промерзания не более 1,7 м. Так как в Омске нормативная глубина промерзания более 1,7 м, следует принимать специальные мероприятия по снижению влияния морозного пучения. Эффективно решение с опиранием фундаментов на мелкие пески, которые используют для замены пучинистых грунтов.

Исходя из изложенного, фундаменты временных антенных опор рекомендуется выполнять заглубленными на 0,5 м, что обеспечит устойчивость сооружения на сдвиг, а для снижения негативного влияния пучения следует

заменить пучинистый грунт мелким песком на 0,5 м ниже подошвы фундамента.

Размеры фундаментов в плане (площадь  $A$ ) при сжатии силой  $N$  принимают из условия  $A \geq N/R_0$ . Исходя из анализа свойств грунтов на территории г. Омска, расчётное сопротивление грунта сжатию со значительным запасом можно принять  $R_0 = 0,15$  МПа. Минимальную высоту бетонного (железобетонного) фундамента следует принимать не менее 0,6 м из условия заделки анкерных болтов  $d$  в бетоне.

Для сборно-разборных антенных опор возможны 2 варианта выдёргиваемых (анкерных) фундаментов: с пригрузом и винтовыми сваями.

Размеры анкерных фундаментов с пригрузом принимаются из условия превышения веса  $G$  груза (фундамента) с понижающим коэффициентом надёжности по нагрузке  $\gamma_f = 0,9$  выдёргивающей силы  $N_d$ .

Несущая способность винтовых свай, опередённая по наиболее неблагоприятным свойствам грунта, достигает  $N_{ce} = 160$  кН.

Принципиальные решения пригруженных фундаментов антенных опор представлены на рис. 2.

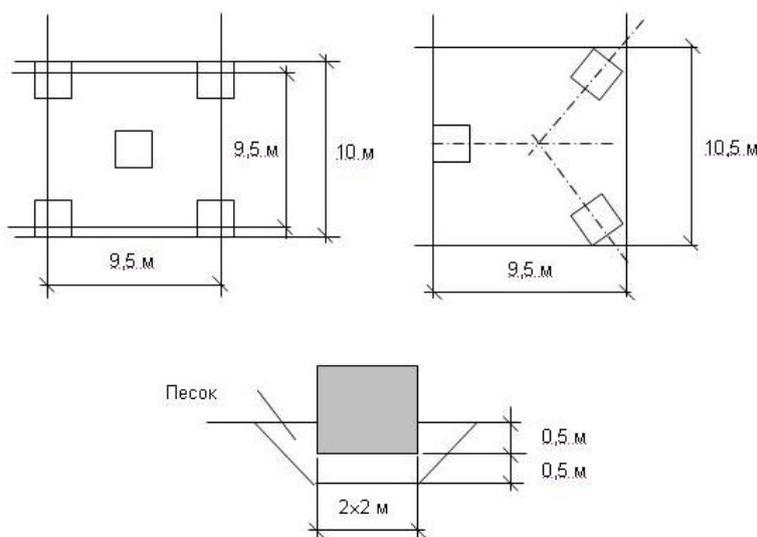


Рис. 2. План и сечение пригруженных фундаментов мачт с оттяжками через  $90^\circ$  в плане и трёхгранных башен

#### Особенности расчёта антенных опор

Расчёты выполнены в программном комплексе ЛИРА на основное сочетание постоянной нагрузки с ветровой и особое сочетание с учётом сейсмического воздействия.

Ствол мачтовых опор принят из стальных труб  $\varnothing 325 \times 5$  мм, определённых из условия

устойчивости. При радиусе инерции сечения  $i = 0,354 \cdot 0,32 = 0,113$  м гибкость  $\lambda = 15/0,113 = 133$  меньше предельной гибкости  $\lambda_{cr} = 150$  сжатого элемента с расчётной длиной 15 м (расстояние между узлами крепления оттяжек). Площадь сечения ствола  $A = 50,24$  м<sup>2</sup> и момент сопротивления сечения  $W = 403$  см<sup>3</sup>.

В качестве оттяжек приняты спиральные или закрытые стальные канаты с максимальным модулем упругости  $E = 1,67 \cdot 10^5$  МПа после предварительной вытяжки усилием не менее 60 % разрывного усилия. С целью оптимизации по условию жёсткости мачты (предельное значение горизонтального перемещения верхнего узла мачты  $x_u = H/100$ , например, при высоте мачты  $H = 50$  м предельное перемещение  $x_u = 50/100 = 0,5$  м) варьировался диаметр канатов.

На 2,5 м ниже верхнего узла опоры закреплены антенны общей площадью  $5,15 \text{ м}^2$  и массой  $0,3835$  т, на 7,5 м ниже верхнего узла – антенна площадью  $1,77 \text{ м}^2$  и массой  $0,0598$  т.

Расчёт ветровых нагрузок выполнен по методике СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия». Нагрузки складываются из средних и пульсационных составляющих. Нормативные значения средней составляющей  $W_m$  приведены к сосредоточенным узловым нагрузкам и определены в зависимости от площади  $z$ -го участка  $A_z$  по формуле  $W_m = w_0 k_z c_t A_z$ . Расчётные значения вычислены с коэффициентом надёжности по нагрузке  $\gamma_f = 1,4$ . Для второго ветрового района  $w_0 = 0,3$  кПа; коэффициент  $k_z$  принят для типа местности А.

Для трубчатых элементов диаметром  $d$  и ветровой площадью  $A_i = dl$  сначала вычисляли коэффициенты  $c_{x\infty}$  в зависимости от числа Рейнольдса  $Re = 0,88d(w_0 k_z \gamma_f)^{1/2} \cdot 10^5$  при соответствующих значениях коэффициента  $k_z$  на средней высоте секции  $\bar{z}$ , а также в зависимости от отношения  $0,001/d$ . Затем определяли коэффициенты  $c_{xi} = k c_{x\infty}$  в зависимости от соотношения размеров элементов  $\lambda = l/d$  и коэффициента  $k$ .

В результате расчёта установлено, что обеспечить жёсткость мачтовых опор с пологими оттяжками через  $120^\circ$  в плане при высоте более 40 м практически невозможно. Поэтому для дальнейшего анализа рассматривались только мачты с пологими оттяжками через  $90^\circ$  в плане.

Для сравнения вариантов разработана трёхгранная решётчатая башенная опора из стальных трубчатых элементов (рис. 1). Башни разной высоты собираются из унифицированных секций высотой по 5 м: 8 нижних секций в виде усечённых пирамид и 2 верхних в виде призм. Размеры треугольных оснований граней пирамидальных секций уменьшались снизу вверх по линейной зависимости: до высоты 10 м от 8,5 м до 5,5 м; до высоты 25 м от 5,5 м до 2,5 м и до высоты 40 м от 2,5 м до 1 м.

Высоту башен изменяли путём снятия верхних секций. В процессе расчёта изменяли

по условию прочности и устойчивости только сечения поясов. Каждую секцию собирали из стальных прокатных элементов трубчатого профиля.

По всей высоте башни предусматривали стальную лестницу с площадками и ограждениями из элементов круглого сечения.

На башне закрепляли такие же антенны, что и на мачте. Предусмотрен также пояс фидеров шириной  $b_\phi = 0,1$  м.

Аэродинамический коэффициент для решётчатой конструкции башни определяли в зависимости от коэффициента  $\varphi = \Sigma A_i / A_k < 0,8$ . Здесь  $\Sigma A_i$  – суммарная площадь поверхности элементов расчётного участка с увеличением на 15% и  $A_k$  – площадь его контура.

Аэродинамический коэффициент плоской конструкции определяли по формуле  $c_x = \Sigma c_{xi} A_i / A_k$ . Коэффициенты  $c_{xi}$  для профильных элементов лестницы, антенн и лент с фидерами принимали равными 1,4, для элементов лестницы круглого сечения – 1,2. Пространственность конструктивной системы ствола учитывали формулой  $c_t = c_x(1 + \eta)k_1$ . Коэффициент  $\eta$  определяли в зависимости от отношения  $b/h = 0,866$  и коэффициента  $\varphi$ . При давлении ветра на ребро башни принимали коэффициент  $k_1 = 0,9$ .

Для оценки работоспособности опор с крутыми оттяжками через  $120^\circ$  в плане выполнен расчёт на заданные нагрузки опоры комбинированного типа высотой 42 м, проект которой разработан ООО «РАДИОТЕХНИК» (рис. 1.).

Опора представляет собой комбинированную трёхгранную конструкцию из решётчатого ствола призматической формы с базой 1,2 м, закреплённого вместе с оттяжками на общем основании (базе) с длиной стороны 9,54 м. Пояса ствола приняты из трубы  $\varnothing 76 \times 4$  мм, распорки из уголка  $50 \times 5$  и раскосы из трубы  $\varnothing 40 \times 4$ . Расстояние между узлами поясов 0,74 м.

Ствол на высоте 24 м и 36 м раскреплён 2 ярусами канатных оттяжек и на высоте 9 м подкосами и распорками из труб  $\varnothing 89 \times 4$  и  $\varnothing 76 \times 4$  мм.

Ствол состоит из 14 монтажных секций высотой по 3,04 м, оттяжки  $\varnothing 25,5$  мм приняты из каната с гибким сердечником, база выполнена из прокатного швеллера №18.

В результате расчёта получено, что максимальное линейное перемещение от нормативных нагрузок верхнего узла опоры на отметке 42 м  $x = 0,79$  м соответствует относительному прогибу  $1/53 > 1/100$ , т.е. жёсткость опоры при заданной нагрузке не обеспечена.

**Сравнение вариантов**

Область эффективного применения антенных опор с пригруженными фундаментами

определяли из сравнения вариантов мачт с оттяжками через 90° в плане и башен высотой 35 м, 40 м, 45 м и 50 м. (табл. 1.)

Таблица 1 - Техничко-экономические показатели вариантов

Материалы	Мачты при высоте, м				Башни при высоте, м			
	50	45	40	35	50	45	40	35
Сталь, т	4,29	3,28	2,39	1,66	4,46	4,02	3,68	3,44
Железобетон, м <sup>3</sup>	25,5	25	21,8	10,4	24,85	20,65	16,6	13
Песок, м <sup>3</sup>	33	33	33	30	21	21	21	21

Для сравнения вариантов приняты объёмы стальных несущих конструкций антенных опор, конструкций железобетонных фундаментов и мелкозернистого песка, которым заменяется пучинистый грунт, характерный для заданного региона. Масса стали определена расчётом антенных опор; масса железобетона фундаментов соответствует весу сборных блоков с размерами в плане 2×2 м и высотой, необходимой для пригрузки 3 фундаментов башен и 4 фундаментов мачтовых оттяжек

(размеры блока под ствол мачты 1,5×1,5×0,6 м); масса песка определена из расчёта заполнения приямков по схеме 2.

Для каждого варианта выполнен локальный сметный расчёт по программе «Гранд-СМЕТА». В табл. 2. приведены показатели стоимости на материалы, изготовление и монтаж антенных опор.

В табл. 3. приведены показатели стоимости материалов, изготовления и монтажа на 1 п.м. башенных опор.

Таблица 2 - Стоимость антенных опор, тыс. руб.

Стоимость	Мачты при высоте H, м				Башни при высоте H, м			
	50	45	40	35	50	45	40	35
Материалов и конструкций	449,83	395,36	290,31	195,89	364,49	321,25	283,9	253,9
Изготовления антенных опор	308,02	256,00	166,63	129,03	229,69	207,03	189,52	177,16
Монтажа	562,56	462,60	338,07	234,99	514,12	459,88	415,79	382,68
Всего с НДС	1194,6	1012,39	741,49	508,44	1036,76	921,73	825,63	751,17

Таблица 3. - Стоимость 1 п.м. башенных опор, тыс. руб.

Стоимость	Башни при высоте H, м			
	50	45	40	35
Материалов и конструкций	7,29	7,14	7,06	7,25
Изготовления антенных опор	4,59	4,6	4,74	5,06
Монтажа	10,28	10,22	10,39	10,93
Всего с НДС	20,74	20,48	20,64	21,46

**Заключение**

1. Определяющим на рассматриваемые сооружения является основное сочетание нагрузок (постоянных и ветровых с учётом динамического воздействия ветровых пульсаций).

2. Применение мачтовых (комбинированных) антенных опор с оттяжками через 120° в плане на ограниченной площади (до 100 м<sup>2</sup>)

3. недопустимо.

4. Возможно применение мачтовых антенных опор с оттяжками через 90° в плане, но при высоте более 40 м башенные опоры эффективнее.

5. Наиболее рациональны башенные трёхгранные решётчатые опоры из трубчатых элементов с максимально развитым основанием (рис. 1.).

6. По стоимости 1 п.м. оптимальны башни высотой около 45 м.

7. Возможно применение пригруженных фундаментов в виде сборных железобетонных блоков с закладными деталями (рис. 2.), при этом резкого изменения стоимости материалов и конструкций в пределах высот 35 – 50 м не обнаружено.

8. Вместо пригруженных фундаментов может быть эффективным применение винтовых свай в качестве анкерных фундаментов

башен (1 – 2 сваи в фундаменте без бетонных ростверков).

### Библиографический список

1. Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под общ. Редакцией В. В.Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н. П.Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1999. – 528 с.
2. Шестаков В. Н., Тюменцева О. В. Инженерно-геологические и гидрогеологические особенности г. Омска по условиям фундаментостроения // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2006. - Вып. 4. – С. 143 – 148.

### APPLICATION OF MODEL OF COMPONENT BAR FOR THE CALCULATION OF FLAG FROM THE GLUED BOARDS

Y. V. Krasnoshekov

The calculation chart of flag from glued boards is presented as a component bar with absolutely hard transversal and resilient – pliable connections of change, which gasket elements are. The method of calculation of beam flag from a tree from wood, made from 3 – 7 layers of boards, is offered, taking into account symmetry in relation to a longitudinal ax. It is set calculations, that it is possible pliability of connections not to take into account in most cases.

*Краснощёков Юрий Васильевич - доктор технических наук, профессор кафедры строительных конструкций СибАДИ. Основные направления научных исследований - взаимодействие элементов железобетонных конструкций. надёжность конструктивных систем. Количество публикаций – 120. e-mail: uv1942@mail.ru.*

УДК 691. 328. 43

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРОНАБРЫЗГБЕТОНА В МОСТО - И ТОННЕЛЕСТРОЕНИИ

В. Е. Русанов

**Аннотация.** В статье описывается опыт ремонта мостов, строительства и ремонта транспортных тоннелей с использованием технологии набрызгбетонирования и применения фибробетона на основе макросинтетической фибры в качестве конструкционного материала.

**Ключевые слова:** фибробетон, фибронабрызгбетон, фибра, ФБ, ФНБ, мост, тоннель, эксплуатация, ремонт.

Основателем технологии набрызгбетонирования принято считать американского изобретателя Карла Итана Эйкели (Carl Ethan Akeley), который разработал устройство для нанесения штукатурки (цементного раствора), поступающей под давлением сжатого воздуха в виде сухой смеси по материальному шлангу до сопла (nozzle), где сухая смесь смешивается с водой, подаваемой по другому шлангу. Впервые эта технология была применена в 1907 году при ремонте фасада Музея в Чикаго (Field Museum of Chicago), где работал Эйкели [1].

С тех пор технология набрызгбетонирования в строительстве развивалась и продолжает развиваться уже более 100 лет. Расширились также и области ее применения. Набрызгбетон

показал свою эффективность при строительстве, реконструкции и ремонте: гражданских и промышленных зданий и сооружений, берегоукрепительных и других морских сооружений, гидротехнических сооружений, горных выработок промышленного назначения, транспортных тоннелей, мостов и др. [2-5].

Ремонт мостов с использованием набрызгбетона является относительно молодой областью применения технологии. Тем не менее, благодаря своей эффективности, она пользуется большим спросом.

Основные преимущества набрызгбетонирования при ремонте мостов: возможность быстрого ремонта; технология предусматривает минимум оборудования и обслуживаю-

щего персонала; не требуются опалубочные работы. При применении в составе смеси набрызгбетона стальной или макросинтетической фибры получаемый материал - фибронабрызгбетон способен выполнять несущую функцию и обладает повышенной долговечностью.

Данная технология применялась при ремонте мостов в США, Канаде, Европе, Японии и других странах, например: арочного моста в г. Дипо Бэй (Deroe Bay), Орегон, США; мост Министерства транспорта в Квебеке, Канада; мост Броклей Гроув (Brockley Grove) в Лондоне, Великобритания [2, 6].

Как пример, интересен ремонт моста Броклей Гроув в Лондоне, для которого применялся фибронабрызгбетон на основе макросинтетической фибры VarChip [6].

В результате аварии трубопровода, закрепленного на пролетном строении, возникла течь воды, которая разрушила защитный слой железобетонных плит пролетного строения, обнажив арматуру. Под мостом проходит действующая железнодорожная линия. Мост потребовал срочного ремонта без закрытия движения поездов.

Работы по ремонту были выполнены всего за два дня (Рис.1, 2.).



Рис. 1. Установка для «сухого» набрызгбетонирования (фото слева); процесс нанесения фибронабрызгбетона на поврежденную часть пролетного строения (фото справа)



Рис. 2. Восстановленные и дефектные участки пролетного строения

В первую очередь, нижняя поверхность железобетонных плит пролетного строения была очищена от дефектного бетона и были проведены работы по подготовке поверхности для нанесения фибронабрызгбетона.

Для обеспечения наибольшей скорости ремонта было принято решение об использовании технологии «сухого» набрызга с применением ускорителей твердения.

Основными требованиями проектировщиков к материалу были следующие: быстрое схватывание и твердение, высокая прочность в раннем возрасте, надежная адгезия, возможность нанесения при любых погодных условиях, минимально возможная усадка, устойчивость к хлоридной коррозии, низкий процент отскока при производстве работ.

Компания-поставщик бетона (Natural Cement Distribution, LTD) разработала состав фибронабрызгбетона для «сухого» набрызга, отвечающий требованиям проектировщиков.

В смеси использовалась макро-синтетическая фибра BarChip Shogun длиной 48 мм, которая обеспечила повышенную прочность нанесенных слоев, снижение эффекта усадки, позволила уменьшить отскок при производстве работ.

Применив технологию набрызгбетонирования, удалось в короткие сроки выполнить ремонт плитных пролетных строений моста с учетом всех требований проектной организации, что несомненно свидетельствует об эффективности такого способа ремонта.

Несмотря на эффективность набрызга, следует отметить, что такой способ в основном используется для ремонта дефектных поверхностей несущих и конструктивных элементов, восстановления защитных слоев.

Наибольшее распространение фибронабрызгбетон получил при креплении выработок горнорудной промышленности и при строительстве тоннелей.

В тоннелестроительной отрасли фибронабрызгбетон используется почти 40 лет. Впервые набрызгбетон армированный фиброй применили при строительстве гидротехнического тоннеля (штольни) водохранилища Райри в штате Айдахо, США, в 1973 г [7]. В настоящее время, фибронабрызгбетон применяется при строительстве и ремонте тоннелей для создания временных крепей, стабилизации лба забоя, возведения постоянной обделки тоннеля, восстановления и усиления существующей обделки.

В качестве примеров можно привести следующие проекты: ремонт знаменитого тоннеля под Темзой в Лондоне, построенного Марком Брюнелем в 1843 году; строительство Трансальпийского тоннеля (AlpTransit Gotthard Project) в Швейцарии; строительство Лаэрдальского автодорожного тоннеля в Норвегии и другие [8].

Например, при строительстве автодорожного тоннеля Халсной (Halsnoy) в западной части Норвегии, постоянная обделка была выполнена из фибронабрызгбетона [9]. В 2005 году был заключен контракт на строительство тоннеля. Подводный тоннель имеет общую протяженность 6300 м. Максимальная глубина расположения 135 м ниже уровня моря. Проходка осуществлялась буровзрывным способом с раскрытием сечения порядка 90 м<sup>2</sup>.

Для набрызга применялся фибробетон на основе макро-синтетической фибры BarChip,

что было обусловлено требованием по коррозионной стойкости материала обделки, сооруженной под фьордом в условиях контакта с морской водой.

Многолетний опыт применения технологии набрызгбетонирования с использованием дисперсного армирования бетона фиброй показал ее эффективность при строительстве и ремонт объектов транспортного строительства – мостов и тоннелей.

Большой практический опыт накоплен зарубежными специалистами. В нашей стране применение фибробетона, к сожалению, сдерживается отсутствием соответствующих нормативных документов. В этом направлении в настоящее время проводятся работы по разработке нормативных документов. В частности, под эгидой Национального объединения строителей России «НОСТРОЙ», филиал ОАО «ЦНИИС» НИЦ «Тоннели и метрополитены» в соавторстве с ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и другими организациями и научными институтами, разрабатывает «Стандарт организации НОСТРОЙ» («СТО НОСТРОЙ»), регламентирующий применение фибробетонов в тоннельных конструкциях. Выпуск документа намечен на конец 2013 года. Документ несомненно будет способствовать «популяризации» фибронабрызгбетона и фибробетона в транспортном строительстве на территории Российской Федерации.

### Библиографический список

1. Teichert P. Carl Akeley - A Tribute to the Founder of Shotcrete // Shotcrete, 2002, p.10-12.
2. Morgan D. R. Advances in Shotcrete Technology for Infrastructure Rehabilitation // Shotcrete, 2006, p.18-27.
3. Русанов В. Е. Опыт проектирования сборных обделок из сталефибробетона // Транспортное тоннелестроение. Современный опыт и перспективные разработки. Сборник научных трудов, выпуск № 248 под ред. В.Е. Меркина – М.: ОАО ЦНИИС, 2008, 232 с. С.42-83.
4. Русанов В. Е. Современный опыт и условия эффективного использования СФБ в тоннельных обделках // Материалы 63-й научно-технической конференции ГОУ "СибАДИ". – Омск: СибАДИ, 2009. Кн. 1 – 428 с. С.304-308.
5. Русанов В. Е. Проектирование тоннельных конструкций из фибробетона (современные подходы). // Труды международной научно-технической конференции «Основные направления развития инновационных технологий при строительстве тоннелей и освоении подземного пространства крупных мегаполисов». – М.: «ТИМП», 2010. – С.89-92.
6. Elasto Plastic Concrete Project Data Sheet. Brockley Grove Bridge, Lewisham, London.

7. ACI 506.1R-08. Guide to Fiber-Reinforced Shotcrete. ACI Committee 506.

8. Vandewalle M. Tunnelling is an Art.

9. Ридаут Э. Использование макро-синтетической фибры VarChir при строительстве тоннелей. // Труды международной научно-технической конференции «Основные направления развития инновационных технологий при строительстве тоннелей и освоении подземного пространства крупных мегаполисов». – М.: «ТИМР», 2010. – С.120-107.

**EFFECIENCY OF FIBRE REINFORCED SHOTCRETE IN BRIDGES AND TUNNELS APPLICATION**

Vladimir Rusanov

*Article shows experience of bridge rehabilitation and tunnels construction and reparation using macro-synthetic fibre reinforced shotcrete technology.*

*Русанов Владимир Евгеньевич - кандидат технических наук, доцент, и.о. зав. кафедрой «Мосты» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основные направления научной деятельности – исследование работы сборных тоннельных обделок из фибробетонов, совершенствование конструктивных форм тоннельных обделок из фибробетонов, совершенствование методики расчета подземных сооружений с применением фибробетонов. Общее количество опубликованных работ: – 14. e-mail: vlrusanov@mail.ru.*

УДК 625.7

**ДИНАМИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЛОЕВ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД КОНСТРУКЦИЙ, ИЗГИБАЕМЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫМ ВОЛНОВЫМ ПОЛЕМ**

А. В. Смирнов, Е. В. Андреева

**Аннотация.** Рассмотрены напряжения сжатия и растяжения, возникающие на поверхности упругого полупространства или в плите покрытия автомагистралей при волнообразном их деформировании подвижными нагрузками.

**Ключевые слова:** упругое полупространство, плиты покрытия, напряжения.

**Введение**

На примере упругого полупространства, представляющего собой однородную упругую среду показано, что при кратковременном воздействии на него вертикальной нагрузки под ней и вокруг нее формируется волновое поле. Оно выражается на поверхности в вертикальных колебаниях. Непосредственно под площадкой передачи нагрузки – это вынужденные, а за ее пределами – свободные (собственные) затухающие гармонично колебания. Для описания волновых процессов классическим считается применение функций Бесселя.

Впервые эти функции были применены Синг С. К. и Куо Т. Т. для описания поведения поверхности упругого полупространства, нагруженного сверху подвижной вертикальной и горизонтальной нагрузкой [2].

В слоистых средах, составленных из системы слоев с различными физическими свойствами, на их поверхности при воздействии

удара или подвижной кратковременной нагрузки возникают *дисгармоничные* колебания. Эти колебания приводят к возникновению в слоях на гребнях и впадинах волн напряжений растяжения и сжатия при изгибе, непериодичных в случае наложения волн. Эти напряжения при многократном возникновении порождают усталость материала слоя, снижая его выносливость. Поэтому напряжениям от растяжения при изгибе в слое непосредственно под нагрузкой должны добавляться новые напряжения, убывающие с течением времени в соответствии с закономерностями их затухания.

**Основная часть**

Расчетная схема представлена на рис. 1., а формулы (1), (2) показывают алгоритм расчета радиусов пространственной кривизны гребней и впадин волн, напряжения в них, а также напряжений, эквивалентных волновому процессу.

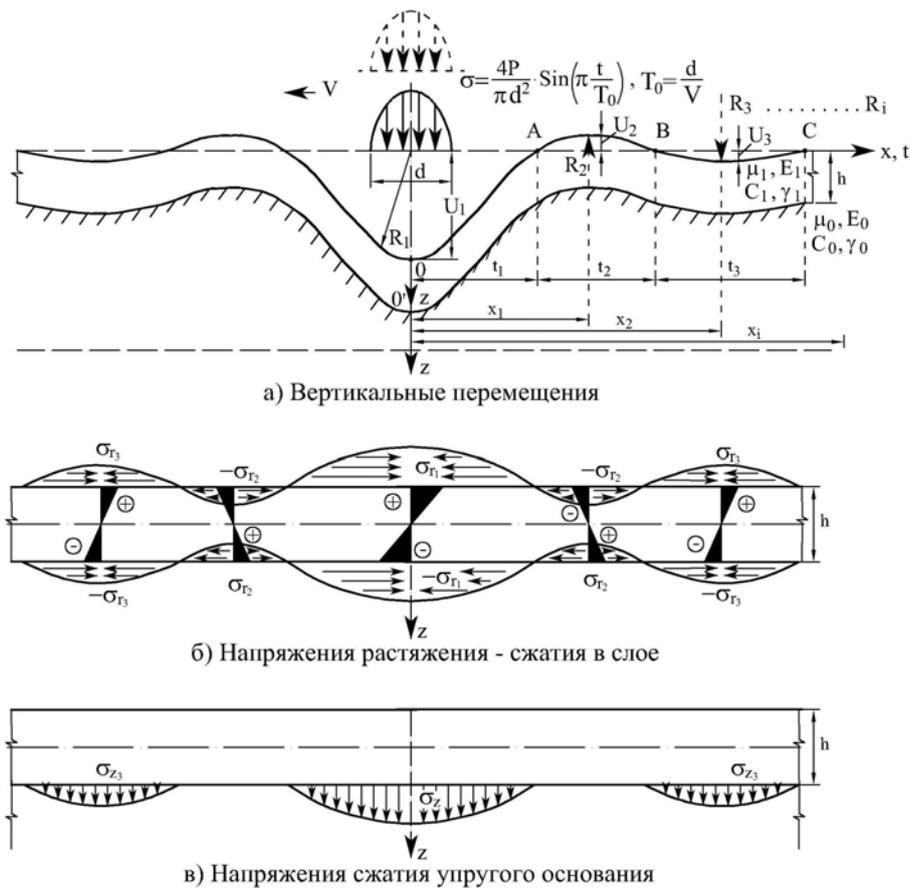


Рис. 1. Схемы к расчету перемещений (а), напряжений растяжения, сжатия (б, в) в двухслойной упругой среде при синусоидальном воздействии на поверхность нагрузки, распределенной по круговой площадке

Сумма напряжений сжатия на верхней грани (фибре) слоя и напряжений растяжения на нижней грани слоя из-за многократного изгиба волнового характера, но однократного нагружения составит:

$$\sigma_{xy,z=0}^{экс} = \sigma_{xy} \left( 1 + \frac{R_3}{R_1} + \frac{R_5}{R_1} + \frac{R_7}{R_1} + \dots + \frac{R_{v-2}}{R_1} \right). \quad (1)$$

Сумма напряжений растяжения на верхней грани слоя:

$$\sigma_{xy,z=0}^{экс} = \sigma_{xy} \left( \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_4}{R_1} + \frac{R_6}{R_1} + \dots + \frac{R_{v-1}}{R_1} \right). \quad (2)$$

Затухание вертикальных колебаний по направлениям  $x$  и  $y$ :

$$U_x = U_1 \cdot \exp\left(-K_x \frac{x_i^2}{d^2}\right). \quad (3)$$

$$U_y = U_1 \cdot \exp\left(-K_y \frac{y_i^2}{d^2}\right). \quad (4)$$

$$K_x = \frac{-\left(\ln \frac{U_i}{U_1}\right) d^2}{x_i^2}. \quad (5)$$

$$K_y = \frac{-\left(\ln \frac{U_i}{U_1}\right) d^2}{y_i^2}. \quad (6)$$

$$\text{При } \gamma_0 = \frac{\left(\ln \frac{U_i}{U_1}\right)}{z} \quad \ln \frac{U_i}{U_1} = \gamma_0 \cdot z$$

Тогда:

$$K_x = \frac{-\gamma_0 \cdot d^2 \cdot x_i}{x_i^2} = -\frac{\gamma_0 \cdot d^2}{x_i} \quad (7)$$

$$K_y = \frac{-\gamma_0 \cdot d^2 \cdot y_i}{y_i^2} = -\frac{\gamma_0 \cdot d^2}{y_i} \quad (8)$$

И тогда:

$$U_x = U_1 \cdot \exp(-\gamma_0 \cdot x_i) \quad (9)$$

$$U_y = U_1 \cdot \exp(-\gamma_0 \cdot y_i) \quad (10)$$

Напряжения при волнообразном изгибе слоя на упругом основании определяются из дифференциальной геометрии.

Наименьший радиус кривизны в гребнях волны:

$$R_{x_i} \approx \frac{1}{2U_1 \frac{K_x}{d^2} \cdot \exp\left(\frac{-K_x \cdot x_i^2}{d^2}\right) \cdot \left(2K_x \frac{x_i^2}{d^2} - 1\right)} \quad (11)$$

$$R_{y_i} \approx \frac{1}{2U_1 \frac{K_y}{d^2} \cdot \exp\left(\frac{-K_y \cdot y_i^2}{d^2}\right) \cdot \left(2K_y \frac{y_i^2}{d^2} - 1\right)} \quad (12)$$

Напряжение растяжения в нижней части и сжатия в верхней фибре изгибаемого при  $R_{x_i} = R_{y_i} = R_{xy_i}$  в центре нагружения (точка Орис. 1).

$$\sigma_{xy_i} = \frac{E \cdot h}{2R_{xy_i}} \cdot \sqrt{2} \quad \text{при } i=1, \quad (13)$$

где  $i$  – число гребней и впадин волнового поля или частота колебаний.

Некоторое увеличение напряжений от растяжения при изгибе на гребнях и впадинах волн, возникающих от однократного нагружения в форме суммирования членов ряда (рис. 1.) и формулы (1) и (2) можно установить путем анализа амплитуд колебаний поверхности упругого полупространства и сравнения их со стандартными волновыми функциями Бесселя [3]. Наиболее пригодной оказывается функция  $I_0(z)$ , которая при  $z=0$  (т.е. под центром нагружения) равна 1. На рис. 7.2 такое сравнение произведено для скорости горизон-

тального движения синусоидальной нагрузки в 60 и 100 км/ч. Из него следует, что:

– относительные амплитуды вертикальных колебаний упругого полупространства соответствуют по форме функции Бесселя, но больше их на  $8 \div 16$  %;

– дополнительные напряжения (растяжения и сжатия) после разгрузки равны основным при нагрузке ( $K_n = 1,97 \div 2,09$ ).

Это значит, что число воздействий транспортными средствами от проезда одной оси (или колеса) увеличивается в 4 раза за счет затухающих колебаний волнового поля до нагружения и после него, а модель волнообразования достаточно близка к функции Бесселя.

#### Библиографический список

1. Синг С.К. и Куо Т. Т. Колебания упругого полупространства под действием равномерно движущейся нагрузки, распределенной в пределах круга // Прикладная механика: Тр. Американского общества инженеров-дорожников. - М., 1970. №1.
2. Смирнов А. В. Динамические волновые поля при воздействии подвижных нагрузок на поверхности автомагистралей // Вестник СибАДИ, № 4 (22), Омск, 2011, С. 98 с.
3. Математика для электро и радиоинженеров. Андре Анго. М., «Наука», 1964 г. 772 с.

#### DYNAMIC TENSION OF LAYERS ROAD CLOTHES OF THE DESIGNS BENT OSCILLATORY WAVE FIELD

A. V. Smirnov, E. V. Andreeva

Tension of compression and the stretchings arising on a surface of elastic semi-space or in a plate of a covering of highways at their wavy deformation by mobile loadings is considered.

*Смирнов Александр Владимирович - д-р техн. наук, профессор Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - динамика сплошных и слоистых сред. Имеет более 200 опубликованных работ.*

*Андреева Елена Владимировна – канд. техн. наук, доцент Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований - устойчивость дорожных конструкций на слабых грунтовых основаниях. Имеет 23 опубликованные работы.*

УДК 666.92

## ИЗВЕСТКОВО-РЕСТАВРАЦИОННЫЕ КОМПОЗИТЫ

И. Л. Чулкова

**Аннотация.** Изучены свойства известково-реставрационных композитов с использованием добавок суперпластификаторов разных видов и карбонатным наполнителем. Приведены показатели усадочных деформаций известковых систем. Установлена взаимосвязь между пористой структурой и свойствами известковых композитов.

**Ключевые слова:** известь, строительно-реставрационные композиты, суперпластификаторы, принцип сродства структур, технологии реставрационных работ.

### Введение

Сохранение многих памятников в настоящее время представляется возможным лишь после реставрационных работ [1]. Опыт проведения таких работ постоянно развивается и совершенствуется. На Международном конгрессе реставраторов в Венеции в 1964 г. была принята программа, которой было разрешено применять все достижения науки и техники для эффективного сохранения памятников. Решение подобной задачи возможно только на научной основе, при постоянном и тесном сотрудничестве реставраторов, архитекторов и химиков-технологов.

Одно из главных требований, предъявляемых к реставрации, – максимальное сохранение подлинности объекта. Замена поврежденных элементов является крайней мерой, преимущество следует отдавать специальным методам укрепления. Для каждого памятника выбирается наиболее приемлемый метод реставрации, основанный на знании строительной технологии прошлого и умения, при необходимости, воспроизвести ее с той или иной степенью приближения.

Деятельность российских реставраторов опирается на большие культурные традиции, заложенные архитектурно-археологической школой дореволюционной России, выдающимися представителями которой были В. В. Суслов, Н. П. Покрышкин и ряд других ученых. Большой вклад в совершенствование реставрационных работ внесли академик И. Э. Грабарь, И. Д. Сухов, Б. Н. Засыпкин, П. Д. Барановский, И. Н. Максимов.

Существует несколько основных приемов реставрации: консервация, докомпоновка разрушенных участков, замена утраченных фрагментов, общие профилактические ремонтно-реставрационные работы, имитация отдельных элементов или участков, домозочные работы. Как правило, все эти приемы в той или иной степени применяются одновременно.

В области реставрации настенной живописи одним из наиболее распространенных видов разрушения является отслоение древней штукатурки с живописным слоем от кирпичной кладки. Поскольку древняя штукатурка выполнена на известковой основе, реставрация такого вида разрушений осуществляется путем инъектирования известково-водного раствора в образовавшиеся пустоты с последующим прижатием отставшей от основы штукатурки [2,3].

Специфика реставрационного процесса распространяется также и на применяемые при реставрации материалы, которые можно до известной степени условно разделить на четыре группы [4,5]. Прежде всего, это строительные материалы, из которых в свое время было возведено реставрируемое сооружение (естественный камень, кирпич, известь, гипс, декоративные отделочные материалы) [4,6].

Вторую группу составляют современные материалы, изготавливаемые специально для реставрационных целей. Они в той или иной степени имитируют материал, способствуя достижению желаемого зрительного эффекта. Наиболее распространенный вид этих материалов – искусственный камень, получаемый на основе крошки естественного камня и различных видов связующего.

Третья группа – это специальные, как правило, новые материалы, используемые для консервации подлинных материалов памятника. Их назначение – укрепление структуры, биологическое обезвреживание, создание защитных покрытий. Среди них особое место занимают гидрофобные покрытия.

Наконец, все шире применяются и обычные современные строительные материалы. При реставрации зданий сравнительно недавней постройки они вообще могут преобладать.

При всем разнообразии реставрационных материалов к ним, в том числе к вяжущим материалам, предъявляются некоторые общие

требования. Новые материалы, имеющие непосредственный контакт с подлинными материалами памятника, должны соответствовать им по ряду параметров. Они должны быть близкими к авторскому материалу по фактуре, микро- и макроструктуре, не изменять цвета материала памятника, иметь сопоставимые параметры по прочности и долговечности, должны обладать стойкостью к воздействиям атмосферы, биостойкостью, быть стабильными при длительной эксплуатации. Важным моментом является совместимость нового и старого материалов, препятствующая возникновению на стыке механических напряжений при накапливании влаги и водорастворимых солей в контактной зоне. Это ослабляет разрушительные процессы и отторжение новых включений, что обычно сопровождается деструкцией подлинного материала памятника.

То есть при реставрационных работах должен работать основной принцип – принцип сродства структур, который заключается в минимизировании физико-химических и структурных различий между регулируемой матрицей и неизменяемой структурой реставрируемого элемента старого сооружения с тем, чтобы поровая структура полученного композита стала в идеале единой и однородной. Это позволит воде мигрировать по капиллярам всего композита, способствуя равномерному уплотнению и упрочнению его новообразованиями [7].

Регулирование структуры матрицы достигается с помощью принципов повышения эффективности строительных материалов для получения однородной структуры композита с равномерно распределенными порами [8].

**Основная часть**

Настоящая работа посвящена научному обоснованию принципов разработки строительно-реставрационных композиций близких по структуре к авторскому материалу на основе извести, изысканию возможности повышения технологических и эксплуатационных

свойств разработанных материалов для реставрации и укрепления древней известковой штукатурки с живописным слоем на кирпичной кладке.

Укрепления древней известковой штукатурки выполняется путем инъекции известковых композиционных составов с низкой вязкостью в полости и пустоты, образовавшиеся между кирпичной кладкой стены и отставшей от нее штукатуркой с живописным слоем, с целью их заполнения и укрепления последней. Это направление является одним из ответственных видов работ по внутренней реставрации памятников, так как от качества их выполнения зависит сохранность уникальных памятников древней живописи.

В соответствии со спецификой технологии реставрационных работ, а также с условиями службы и эксплуатационными свойствами используемых материалов, к ним предъявляются специальные требования: инъекционные составы на основе извести должны обладать низкой вязкостью и одновременно низкими усадочными деформациями. В противном случае они будут плохо прокачиваться при заполнении ими полостей и отставать от поверхности кирпичной кладки в процессе твердения. Кроме того, они должны иметь высокую адгезионную прочность к кирпичной кладке, а собственную прочность и параметры капиллярно-пористой структуры, по возможности, наиболее близкими к таковым для древней штукатурки. Это обуславливает высокую прочность сцепления инъекционного слоя со стенками заполняемой ею полости, монолитность реставрируемого элемента, а также однородность его структуры и свойств. Из этого, в свою очередь, следует высокая долговечность, способность материала памятника "дышать" и т.д.

В соответствии с поставленной в работе задачей для получения инъекционных составов использовали известковое тесто на основе извести Брянского завода (табл.1.).

Таблица 1 – Химический состав Брянской извести, мас. %

ппп	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	CaO	CaO св	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Сумма
25,66	1,86	0,52	0,71	–	69,96	–	0,18	0,93	–	0,05	99,87

В качестве основных средств воздействия в нужном направлении на важнейшие свойства перечисленных реставрационных материалов были выбраны добавки суперпластификаторов (СП) (табл.2.) - все основные раз

новидности как в жидком, так и в сухом виде: МФ-АР (ТУ-6-05-1926-82) и 10-03 (ТУ 44-3-505-81) - на основе меламина, С-3 (ТУ 6-14-625-80\*\*) - на основе нафталина и Н-1 (ТУ 6-18-19-3-86) и Н-3 (ТУ 38.50268-87) - на основе 3-х и 4-х

ядерных ароматических углеводородов, и (МН) - осажденный CaCO<sub>3</sub> (табл.3) [9,10]. тонкодисперсный минеральный наполнитель

Таблица 2 – Вещественный состав и свойства использованных СП

Наименование показателя	Единицы измерения	Величина				
		МФ-АР	10-03	С-3	Н-1	Н-3
Активное вещество	%	–	–	70,9	55,4	–
Сухое вещество	%	18	22	39,3	25,5	29,8
Содержание золы	%	34,3	–	39,4	42,3	–
pH2,5%-ного водного раствора		8,11	8,16	7,79	8,26	8,78
Плотность при 20°С	кг/м <sup>3</sup>	1095	1117	1208	1129	1161

Таблица 3 – Гранулометрический состав и удельная поверхность МН - CaCO<sub>3</sub> реактивный

Содержание фракций, %, (10 <sup>-5</sup> м)						S <sub>уд</sub> , м <sup>2</sup> /кг
>3	2,7..3	2,2...2,7	1,9...2,2	1,1...1,9	<1,1	
–	15	22	12	41	10	175

Испытания образцов проводили стандартными и нестандартными методами исследований.

Выбор СП был обусловлен высоким пластифицирующим эффектом, что может служить основой резкого снижения вязкости инъекционных известковых систем.

Эффект водоредуцирования добавок СП позволяет рассчитывать на снижение усадочных деформаций известковых композиций, повышение, при необходимости, их структурной плотности, прочности, изменения капиллярно-пористой структуры, а, следовательно, и явлений влагопереноса и т.д.

Дезагрегирующий эффект добавок СП, наряду с пластификацией и повышением смачиваемости предполагает возможность повысить однородность распределения твердой фазы в известково-водных суспензиях и на этой общей основе усилить адгезионные свойства реставрационных систем. Могут иметь значения и другие аспекты действия добавок суперпластификаторов.

Использование в качестве наполнителя в инъекционных составах на основе известкового осажденного карбоната кальция рассматривается, как средство снижения инъекционной вязкости таких составов с ограниченным водосодержанием, а также сокращения объемных усадочных деформаций в процессе их твердения. Первое связано с узкой гранулометрией и низкой удельной поверхностью

CaCO<sub>3</sub> (следствие его получения методом осаждения), второе - с его явно кристаллической природой, более плотной упаковкой частиц твердой фазы в известково-карбонатных системах и более низким водосодержанием последних. Выдвинуты предположения и о более высокой адгезионной прочности таких составов с реставрируемым объектом за счет повышения концентрации частиц твердой фазы в единице объема суспензии и создания большего числа контактов между ними и материалом подложки.

Первоначально в работе было определено количественное значение рабочей вязкости используемых на практике известковых инъекционных составов, которая оказалась равной 800-850мПа·с. Для приобретения такой вязкости известковое тесто разбавляется водой до В/Т=3,6. Усадочные деформации таких составов достигают 60-65 об.%. Вязкость систем резко снижается при введении СП. В присутствии оптимального количества СП (0,35 % от массы вяжущего), заданная вязкость (800-850мПа·с) достигается при В/Т=1,05- 1,15, то есть в 3 раза меньшем значении, чем у бездобавочного состава (рис. 1.).

Усадочные деформации (рис. 2.) известкового теста в присутствии СП снижаются до 11-16 об.% в зависимости от вида используемого СП.

В процессе твердения (табл. 4.) рост прочности при введении СП также связан с

уменьшением водосодержания составов. Для качественного сцепления материалов, одной из причин является, как показано в работе, повышение смачиваемости реставрируемой поверхности инъекционными составами. Было установлено, что краевой угол смачивания изменяется от 26° до 7-16° в присутствии СП.

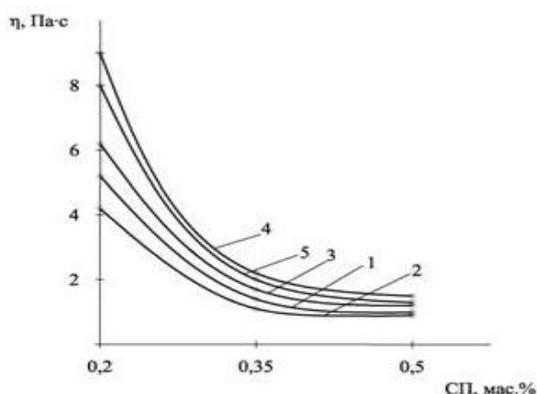


Рис. 1. Зависимость вязкости известкового раствора при В/Т=1 от количества вводимого СП: 1. СП Н-1; 2- СП Н-3; 3 – СП С-3; 4 – СП МФ-АР; 5 – СП 10-03

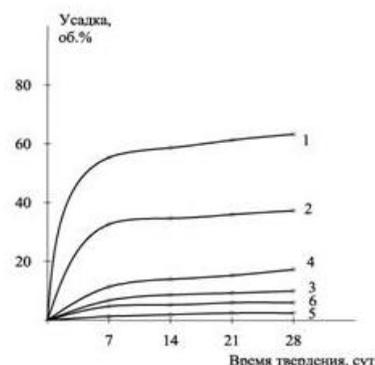


Рис. 2. Усадочные деформации известковых систем (Ca(OH)<sub>2</sub>:CaCO<sub>3</sub>:СП): 1 – 1:0:0 при В/Т=3,6; 2 – 1:2,5:0 при В/Т=1,21; 3 – 1:0:0,35(С-3) при В/Т=1,15; 4 - 1:0:0,35(МФ-АР) при В/Т=1,15; 5 – 1:2,5:0,1(С-3) при В/Т=0,36; 6 – 1:2,5:0,1(МФ-АР) при В/Т=0,36

Таблица 4 – Физико-химические свойства известковых систем

Состав Ca(OH) <sub>2</sub> : CaCO <sub>3</sub> : H <sub>2</sub> O	Вид СП	Количество СП, мас. %	В/Т	η, мПа·с	ξ-потенциал, мВ	Адсорбция СП, г/100г	Прочность, МПа, 28 сут		Радрге з., МПа, после 50 циклов мрз	Коэфф. белизны
							при сжатии	сцепление с кирпичем		
1 : 0 : 3,6	-	-	3,6	830-850	+24	-	1,3	0,9	0,3	0,95
1 : 0 : 1,15	Н-1	0,35	1,15	420-450	-60	1,166	1,9	1,3	0,5	0,84
1 : 0 : 1,15	С-3	0,35	1,15	600-620	-60	0,705	2,4	1,5	0,6	0,95
1 : 0 : 1,15	МФ-АР	0,35	1,15	800-830	-50	0,217	1,7	1,2	0,4	0,97
1 : 2,5 : 4,20	-	-	1,21	820-830	+10	-	2,1	1,6	0,4	0,95
1 : 2,5 : 1,26	Н-1	0,1	0,36	500-520	-40	0,712	2,7	2,3	0,7	0,87
1 : 2,5 : 1,26	С-3	0,1	0,36	630-650	-50	0,537	2,3	2,2	0,7	0,95
1 : 2,5 : 1,26	МФ-АР	0,1	0,36	800-820	-40	0,167	2,3	2,0	0,6	0,97

Добавки СП, за счет водоредуцирующего эффекта, заметно снижают суммарную пористость известкового камня, а следовательно, уплотняют его структуру. Существенно изменяется при этом и распределение пор по размерам. В присутствии СП снижается содержа-

ние крупных пор радиусом более 100 нм (табл.5.).

По визуальной оценке эффекта пептизации суспензии Ca(OH)<sub>2</sub>, затворенной водой, единичные частички гидроксида кальция встречаются редко, в основном они сгруппи-

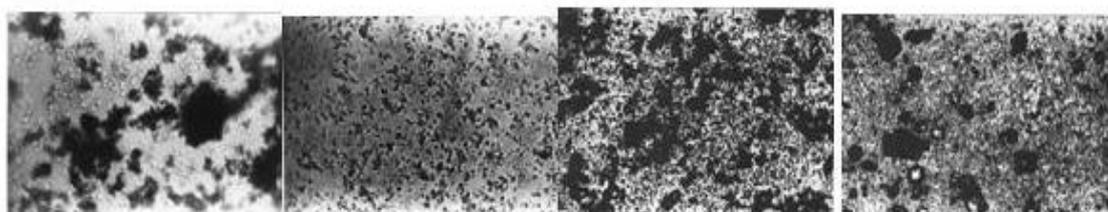
рованы в рыхлые, бесформенные, неплотно упакованные агрегаты, удерживающие в своей структуре значительные количества воды. В присутствии же СП происходит распад агрегатов, достигается высокая однородность распределения тончайших частиц твердой фазы в одной суспензии (рис. 3.).

Принято считать, что разжижающее действие СП связано с адсорбцией их полярных молекул на поверхности гидратирующихся частиц. Для выяснения механизма действия и эффективности различных видов СП на известковое вяжущее проводилась оценка степени адсорбции СП на твердой фазе извест-

кового теста. Установлена значительная адсорбция СП на поверхности зерен  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , при чем в зависимости, которая от химической природы СП величина адсорбции изменялась от 0,167 до 1,166 г /100г вяжущего. Следствием адсорбции СП на поверхности твердой фазы является изменение электрокинетического потенциала. Наряду с подтверждением известного механизма действия СП эти данные позволяют обосновать различие в эффективных дозировках разных видов СП, связанные с размером и структурой их молекул и, соответственно, их сорбционной способностью (табл. 4).

Таблица 5 - Пористость известковых систем (В/Т соответствует  $\eta=800-850$  мПа·с)

Состав $\text{Ca}(\text{OH})_2 : \text{CaCO}_3 : \text{H}_2\text{O}$	Вид СП(кол ичес- тво, мас.%)	Сум- мар- ная порис- тость, $\text{м}^3/\text{кг}\cdot 10^3$	Распределение пор по размерам (нм), $\text{м}^3/\text{кг}\cdot 10^3$				
			$r_1 > 10^4$	$10^3 < r_2 < 10^4$	$10^2 < r_3 < 10^3$	$10 < r_4 < 10^2$	$r_5 < 10$
1 : 0 : 3,6	-	0,669	0,027	0,044	0,537	0,013	0,048
1 : 0 : 1,15	Н-1 (0,35)	0,440	0,042	0,054	0,298	0,029	0,017
1 : 0 : 1,15	С-3 (0,35)	0,492	0,014	0,025	0,362	0,068	0,024
1 : 2,5 : 4,20	-	0,552	0,016	0,018	0,405	0,068	0,045
1 : 2,5 : 1,26	Н-1 (0,1)	0,202	0,025	0,029	0,097	0,040	0,011
1 : 2,5 : 1,26	С-3 (0,1)	0,212	0,013	0,020	0,109	0,050	0,020
1 : 2,5 : 1,26	10-03 (0,1)	0,364	0,047	0,029	0,226	0,046	0,018
Известково-песчаный с казеином (1 : 2,5 : 0,15, $\eta=1600-1700$ мПа·с)	-	0,610	0,016	0,054	0,454	0,057	0,031
Штукатурка (церковь И.Богословского, 18век)	-	0,278	0,023	0,040	0,085	0,109	0,021



а

б

в

г

Рис. 3. Распределение частиц твердой фазы в известково-водных (а, б) и известково-карбонатно-водных суспензиях (в, г), В/Т=10,0. ув. 500: а, в) без СП; б, г) СП Н-1

Наполнители также являются важнейшим компонентом инъекционных составов, определяющих их свойства. В качестве таковых

обычно используют молотый кварцевый песок. В данной работе применялся осажденный карбонат кальция. Этот наполнитель позволя-

ет сохранить рабочую вязкость при снижении В/Т до 1,2, то есть в 3 раза (рис. 4), а усадочные деформации – до 37 об. % (рис. 2), он ускоряет процесс карбонизации системы, тем сильнее стимулирует ее дальнейшее упрочнение (табл. 4). Исходя из полученных данных можно предположить получение еще более положительных результатов при совместном применении СП и наполнителей. В этом случае установлен высокий пластифицирующий и водоредуцирующий эффект небольших по величине добавок СП (порядка 0,1-0,15 до 0,35 мас.%) для известково-карбонатных сис-

тем. Вязкость 800-850 мПа·с достигается при В/Т=0,36 (рис. 4), то есть именно совместное применение СП и CaCO<sub>3</sub> позволяет в 10 раз снизить водосодержание известковых инъекционных систем, в 10-15 раз уменьшить их объемную усадку в процессе твердения, обеспечить повышенную прочность при сжатии и адгезионную прочность, высокий коэффициент морозостойкости [11]. По величине суммарной пористости и по структуре пор такие материалы наиболее близки к древней штукатурке (табл. 5.).

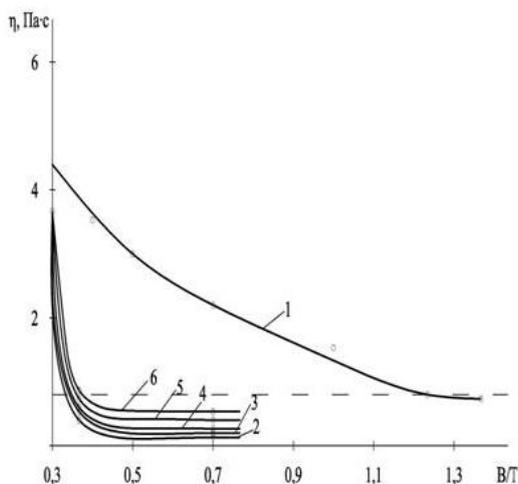


Рис. 4. Зависимость вязкости от водосодержания известково-карбонатных систем (1:2,5) с добавками СП (0,1 мас.%): 1 – без СП; 2 – СП Н-1; 3 – СП Н-3; 4 – СП С-3; 5 – СП МФ-АР; 6 – СП 10-03

### Заключение

На основе исследования известковых композитов с карбонатным наполнителем и разными видами добавок суперпластификаторов были теоретически обоснованы и экспериментально разработаны эффективные способы снижения вязкости и усадочных деформаций известково-водных систем, являющихся основой для инъекционных составов, применяемых при реставрационных работах.

Установлен высокий пластифицирующий и водоредуцирующий эффект небольших по величине добавок СП (порядка 0,1-0,15 мас.%) для известково-водных систем, проявляющийся при совместном введении с тонкодисперсным карбонатным наполнителем (осажденным CaCO<sub>3</sub>).

Установлена возможность и выявлены закономерности управления структурой и свойствами реставрационных материалов на основе известки с помощью добавок СП и тонко-

дисперсных наполнителей. Обоснована принципиальная роль дисперсности и гранулометрии последних. Доказана возможность резкого повышения однородности структуры таких материалов, в том числе в зоне сочленения с материалом реставрируемого объекта, за счет дезагрегирующего эффекта добавок СП, изменения реологии и водосодержания систем, адсорбционного модифицирования гидратов, изменения свойств поверхности твердой и жидкой фазы и т.д.

Найдено, что сочетание добавок СП с наполнителем из осажденного карбоната кальция позволяет в 10 раз снизить водосодержание известковых инъекционных систем, в 10-15 раз уменьшить их объемную усадку в процессе твердения, а также повысить адгезионную прочность при сохранении необходимой для инъекции вязкости.

Теоретически показано, что возможность направленного формирования структуры рес-

тавращенных материалов за счет подбора их состава лежит в основе качественного выполнения реставрационных работ и долговечности восстановленных объектов.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработаны высокопластичные и низкоусадочные известковые инъекционные составы, обладающие высокой адгезией к авторскому материалу реставрируемых древних памятников. На их основе рекомендована эффективная технология реставрационных работ по укреплению отставшей штукатурки с живописным слоем от кирпичной кладки, обеспечивающая повышение качества работ, сокращение времени и снижение трудозатрат на их производство.

Практическая эффективность разработанных реставрационных составов подтверждена актами опытно-реставрационных испытаний на объектах XVII и XVIII веков в СССР, России и НРБ. На основе экспериментальных данных и натурно-реставрационных испытаний разработаны рекомендации по составам и способам применения реставрационных материалов для инъектирования. Экономический эффект от внедрения разработок по применению известковых инъекционных систем составил 80-530 руб./м<sup>2</sup>.

### Библиографический список

1. Современный облик памятников прошлого (Историко-художественные проблемы реставрации памятников архитектуры) – Под ред. А. С. Щенкова. – М.: Стройиздат, 1983. – 187 с.
2. Ржаницын Б. А. Общее состояние научных работ по устранению влажности в монументальных зданиях. – В кн.: Научный совет по охране памятников культуры. – М., 1970, вып. V. – С. 1-8.
3. Воробьев М. И. Росписи Собора Владимирской Богоматери Сретенского монастыря и их реставрация. В сб.: Реставрация и исследования памятников культуры. – М., Стройиздат, 1976. – вып. 1. – С. 206-212.
4. Реставрация и исследования памятников культуры – М.: Стройиздат, 1975. – вып. I. – 260 с.
5. Михайловский Е. В. Реставрация памятников архитектуры: Развитие теоретических концепций. – М.: Стройиздат, 1971. – 190 с.
6. Бетон с эффективными суперпластификаторами / Под ред. Ф. М. Иванова. – М.: НИИЖБ, 1979. – 205 с.
7. Лесовик В. С., Чулкова И. Л. Управление структурообразованием строительных композитов: монография. – Омск: СибАДИ, 2011. – 420 с.
8. Лесовик В. С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса / В. С. Лесовик. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 526с.

9. Чулкова И. Л. Твердение и свойства водных суспензий цементных минералов под влиянием суперпластификаторов/ И. Л. Чулкова, В. С. Лесовик, Г. И. Бердов. //Всероссийская конференция «Современные проблемы производства и использования композиционных строительных материалов» НГАСУ (СИБСТРИН), посвященная 100-летию юбилею профессора Г.И. Книгиной и 80-летию юбилею профессора В. М. Хрулева: сб. науч. статей.- Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. - С. 46-49

10. Чулкова И. Л. Формирование структуры и свойств цементного камня в присутствии неорганических электролитов/ И. Л. Чулкова, В. С. Лесовик, Г. И. Бердов. //Всероссийская конференция «Современные проблемы производства и использования композиционных строительных материалов» НГАСУ (СИБСТРИН), посвященная 100-летию юбилею профессора Г. И. Книгиной и 80-летию юбилею профессора В. М. Хрулева: сб. науч. статей.- Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. - С. 165-167.

11. Холмянский И. А. К вопросу определения долговечности асфальтобетонных автомобильных дорог/ И. А. Холмянский //Вестник СибАДИ, №1(19). – 2011. – С.20-25.

### LIMESTONE - RESTORATION COMPOSITES

I. L. Chulkova

The properties of lime-restoration of the composites with the use of superplasticizer additives of various types and carbonate filler were investigated. The indicators of shrinkage deformation lime systems were described. The correlation between pore structure and properties of lime composites was determined.

*Чулкова Ирина Львовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» ФГБОУ ВПО СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление структурообразованием строительных композитов. Общее количество публикаций 150. Электронная почта [chulkova\\_il@sibadi.org](mailto:chulkova_il@sibadi.org)*

### РАЗДЕЛ III

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 628.517.4

### СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИБРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

А. О. Лисин

**Аннотация.** В статье рассмотрена система автоматизации моделирования виброзащитных устройств строительных машин на базе одноковшового экскаватора. Представлена блок-схема работы системы. Рассмотрены используемые методы моделирования виброзащитных устройств.

**Ключевые слова:** виброзащита, моделирование.

Проблема воздействия вибрации и шума на строительных машинах (СМ) в настоящее время приобретает все большую актуальность. Повышенная вибрация снижает ресурс силовых агрегатов СМ, вызывает дополнительное потребление энергии в переходных режимах работы агрегатов, приводит к возникновению и развитию профессиональных заболеваний обслуживающего персонала. Повышенный уровень шума ухудшает экологические показатели транспортных средств, увеличивая дискомфорт, что приводит к снижению производительности труда. Поэтому в нормативные документы вводятся все более жесткие требования по защите от вибрации и

шума [1]. В связи с этим возникает необходимость на этапе проектирования СМ обеспечивать необходимые параметры систем виброзащиты и рассчитывать предполагаемую вибрационную нагрузку на рабочем месте человека-оператора.

Для решения задач виброзащиты была составлена обобщенная расчетная схема динамической системы СМ «экскаватор – человек-оператор», представленная на рисунке 1. Обобщенная расчетная схема динамической системы «экскаватор – человек-оператор» представляет собой систему с шестью сосредоточенными массами ( $m_1, \dots, m_6$ ).

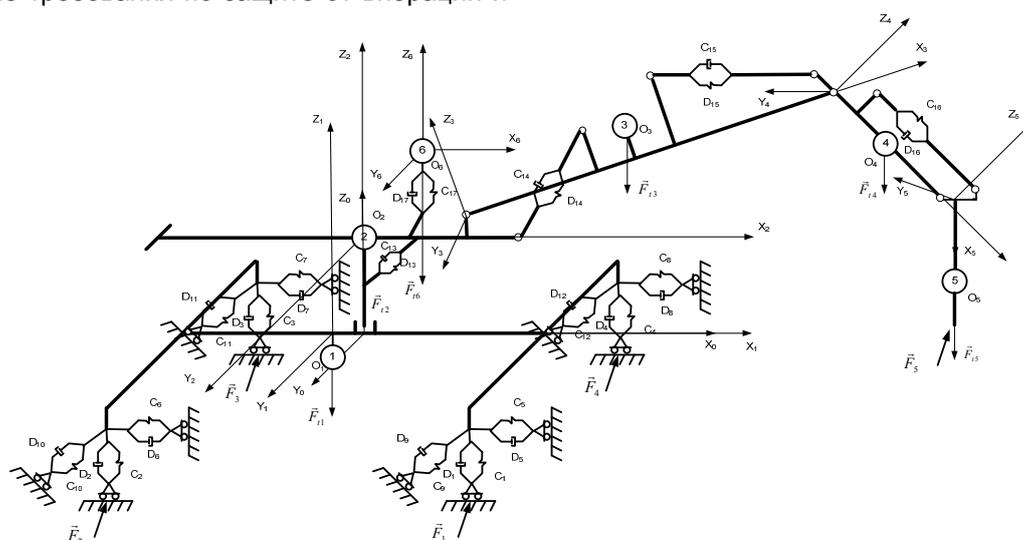


Рис.1. Расчетная схема динамической системы «экскаватор – человек-оператор»

Пространственная колебательная динамическая система рассматривается в правой инерциальной системе координат  $O_0X_0 Z_0 Y_0$ , начало которой – точка  $O_0$  в состоянии покоя совпадает с точкой  $O_1$ , координаты которой

заданы в локальной системе координат  $O_1 X_1 Z_1 Y_1$ , связанной с шасси экскаватора.

Положение звеньев рабочего оборудования определяется положениями соответствующих правых локальных систем координат (таблица 1).

Таблица 1 – Локальные системы координат

$m_i$	Система координат	Элементы рабочего оборудования
	$O_0X_0 Z_0Y_0$	Неподвижная система координат, связанная с поверхностью грунта.
$m_1$	$O_1X_1 Z_1Y_1$	Базовое шасси. Центр масс находится в точке $O_1$
$m_2$	$O_2X_2 Z_2Y_2$	Поворотная платформа, включающая в себя часть массы гидроцилиндра стрелы. Центр масс находится в точке $O_2$
$m_3$	$O_3X_3 Z_3Y_3$	Стрела, включающая в себя часть массы гидроцилиндра стрелы и массу гидроцилиндра рукояти. Центр масс находится в точке $O_3$
$m_4$	$O_4X_4 Z_4Y_4$	Рукоять, включающая в себя массу гидроцилиндра подвески рабочего органа. Центр масс находится в точке $O_4$
$m_5$	$O_5X_5 Z_5Y_5$	Рабочий орган. Центр масс находится в точке $O_5$
$m_6$	$O_6X_6 Z_6Y_6$	Человек-оператор, включающий в себя массу кресла. Центр масс находится в точке $O_6$

При этом соблюдаются следующие правила:

- начала систем координат расположены в осях шарниров;
- ось  $O_iX_i$  направлена так, чтобы проходила через шарнир  $i+1$  звена;
- ось  $O_iZ_i$  перпендикулярна осям  $O_iX_i$  и  $O_iY_i$  одновременно и дополняет их до правой триады;
- ось  $O_iY_i$  совпадает с осью шарнира.

Любая математическая модель является идеализированным объектом. Степень идеализации зависит от правильности выбора основных допущений, позволяющих не учитывать малозначимые параметры при рассмотрении физических процессов[5].

Жесткость металлоконструкции рабочего оборудования в 15...20 раз выше жесткостей гидролиний[4]. Поэтому все элементы рабочего оборудования представлены как абсолютно жесткие стержни. При рассмотрении объемного гидропривода силы сухого трения в гидроцилиндрах не учитываются ввиду их малой величины (не более 10 % от сил, действующих на шток гидроцилиндра)[3].

Математическое описание экскаватора как динамической системы базируется на следующих допущениях:

- связи, наложенные на колебательную систему экскаватора, являются голономными и стационарными;

- экскаватор представляет собой шарнирно-сочлененный многозвенник с наложенными на него упруговязкими динамическими связями;

- люфты в шарнирах отсутствуют;

- силы сухого трения в гидроцилиндрах отсутствуют;

- элементы ходового оборудования имеют постоянный контакт с грунтом;

- элементы рабочего оборудования представлены как абсолютно жесткие стержни с сосредоточенными массами.

Силы реакции грунта на элементы ходового оборудования представлены на расчетной схеме силами  $F_i$ ,  $i=1, \dots, 4$ .

Сила реакции грунта на рабочий орган экскаватора представлена на расчетной схеме силой  $F_5$ .

На основании этой расчетной схемы была составлена модель в MATLAB пакете расширения SimMechanics, блок-схема которой показана на рисунке 2.

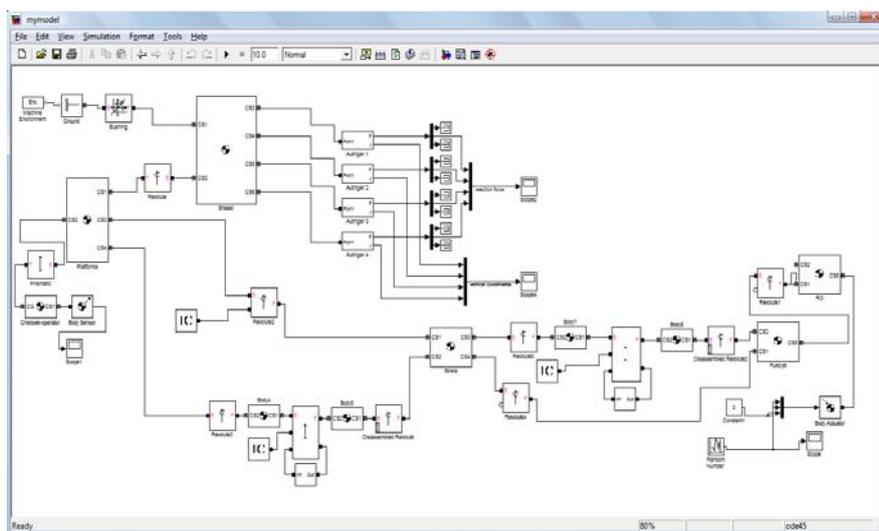


Рис. 2. Структурная схема динамической системы «экскаватор – человек-оператор» в MATLAB

Базовое шасси, поворотная платформа, стрела, рукоять, рабочий орган и человек-оператор, включающий в себя массу кресла, реализованы в Simulink блоками «Body». Значения центробежных моментов инерции, осевых моментов инерции, массы звеньев, а так-

же координаты характерных точек (геометрические параметры) задаются с помощью специальных окон ввода параметров[2]. В качестве примера приведен вид окна установки параметров блока «Body» на рисунке 3, моделирующего стрелу экскаватора.

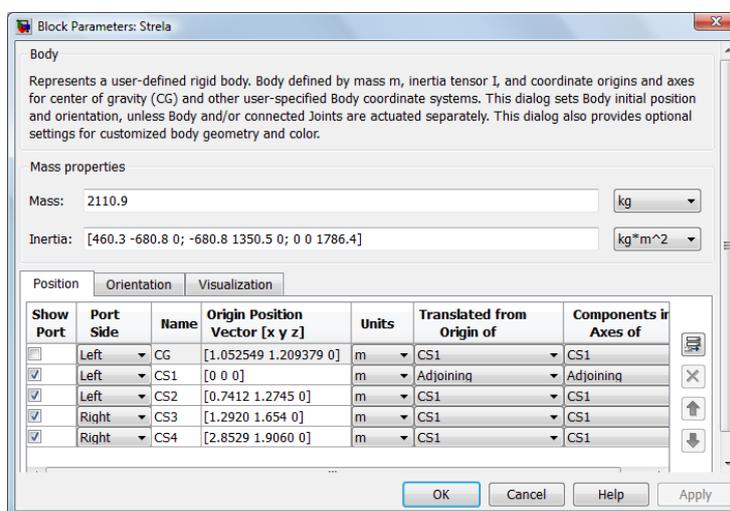


Рис. 3. Вид окна установки параметров блока «Body»

Тела между собой связаны шарнирами (представленными блоками «Revolute», «Prismatic», «Bushing»), ограничивающими взаимное перемещение этих тел.

Задача позиционирования базового шасси в пространстве решается при помощи подсистем задающих силы от опорных элементов. Четыре подсистемы Autrigger 1 . . . Autrigger 4 (по числу опор CM), каждая из которых содержит блок «BodySensor» (рисунок 4), эти блоки измеряют в инерциальной системе координат (WORLD), координаты и скорости ха-

рактерных точек опор (точки CS1 . . . CS4) и выдают их в виде векторных сигналов. Поступая в подсистемы определения сил Autrigger 1 . . . Autrigger 4, действующих на базовое шасси со стороны опор, вектор координат и скоростей точек разделяется на скалярные сигналы. Используя равновесные значения по каждой из осей декартовой системы координат и приведенные коэффициенты упругости вдоль осей, определяются компоненты вектора силы упругости, действующей на опору.

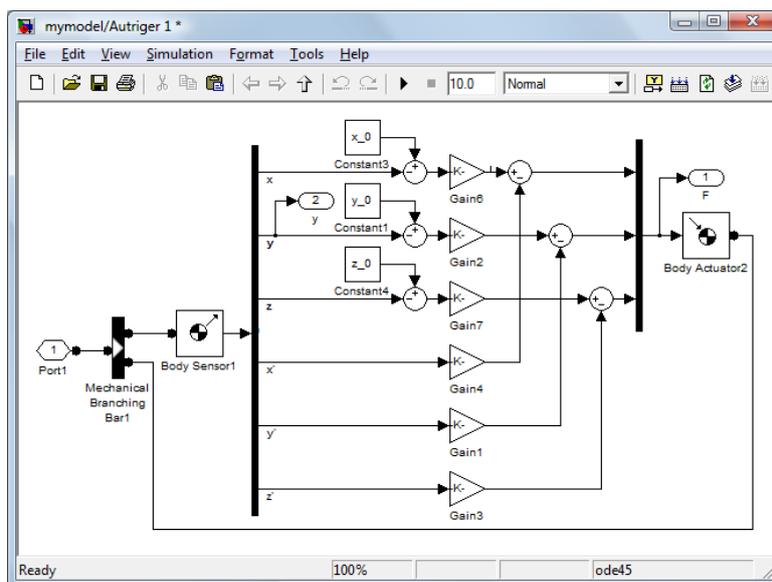


Рис. 4. Структурная схема подсистемы определения силы реакции на опору

Существует возможность выбора места установки виброзащитного устройства. В зависимости от выбора структурная схема меняется автоматически. Далее пользователю будет предложено ввести значения возму-

щающих воздействий. Возможно задать как случайные так и фиксированные значения. В общем виде блок-схема программы представлена на рисунке 5.

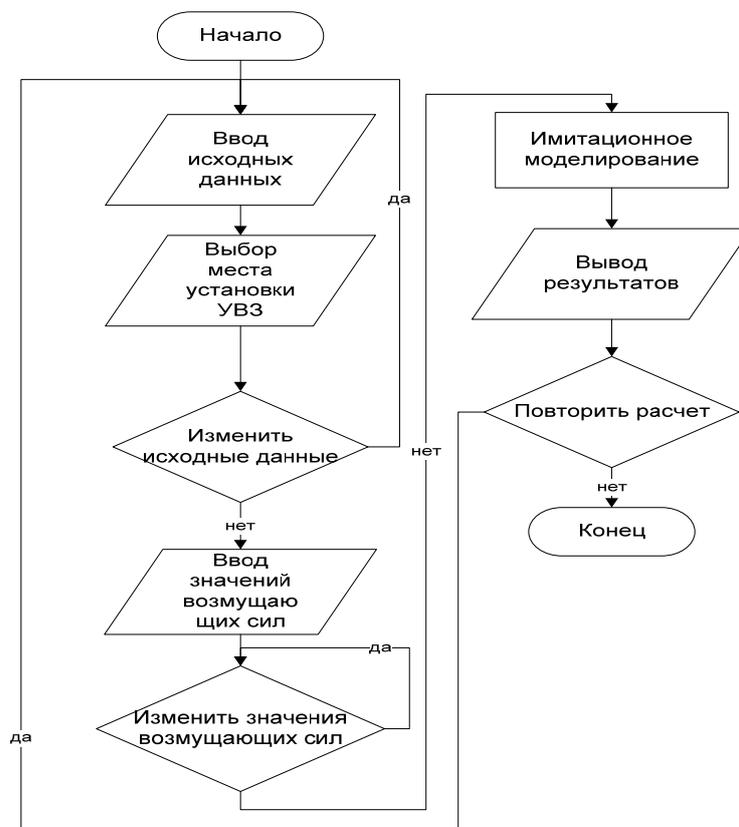


Рис. 5. Блок-схема программы

По результатам моделирования строятся соответствующие графики. Имея данные такого эксперимента, проведенного на реальной машине, можно проверить адекватность настройки модели и при необходимости провести корректировку заданных параметров. На графике (рис.6) в качестве примера приведены значения скорости и ускорения на месте человека-оператора при заданном возмущении значением в 500 Н, заданного при помощи источника случайного сигнала с нормальным распределением «RandomNumber».

Предложенная САМ позволяет проводить оценку уровня вибрации на этапе проектирования машины, не требуя создания дополнительных моделей.

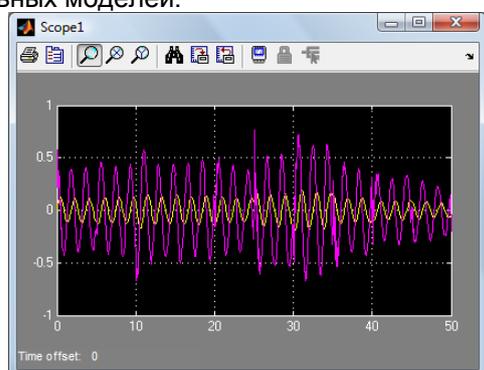


Рис. 6. График результатов моделирования

#### Библиографический список

1. Гордеев Б. А. Системы виброзащиты с использованием инерционности и диссипации

реологических сред / Б. А. Гордеев, В. И. Ерофеев, А. В. Синёв, О.О. Мугин. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 176 с.

2. Щербakov В. С., Корытов М. С., Руппель А. А. и др. Моделирование и визуализация движений механических систем в Matlab. Омск:СибАДИ, 2007. 84 с.

3. Баранов В. Н., Захаров Ю. Е. Электрогидравлические и гидравлические вибрационные механизмы. - М.: Машиностроение, 1977. - 326 с.

4. Смоляницкий Э. А., Перлов А. С. К динамическому анализу рабочего оборудования гидравлического экскаватора. Труды ВНИИ-стройдормаш. - М., 1969, с. 20-27.

5. Галдин В. Н. Алгоритм и некоторые результаты расчета основных параметров рабочего органа для разрушения грунта // Вестник СибАДИ. 2011. № 2 (20). С. 55–59.

#### AUTOMATION SYSTEM MODELING OF VIBROPROTECTION DEVICES CONSTRUCTION MACHINERY

A. O. Lisin

The article considers the system of the automation of the simulation of vibration devices of construction machinery on the basis of the single bucket excavator. Provides a block diagram of the operation of the system. Considered are the methods used for the simulation of vibration devices.

Лисин Александр Олегович - Аспирант кафедры «АППиЭ» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». E-mail – Lex-lisin@gmail.com

УДК 004.056.55

#### АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ И ХРАНЕНИИ ДАННЫХ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРОЦЕДУРЕ РАЗДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТА

В. В. Михеев, Д. А. Сагайдак, А. А. Свенч, Р. Р. Файзуллин

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению различных способов построения эффективных алгоритмов разделения данных в центрах обработки при передаче и обработке информации таким образом, чтобы обеспечить максимальную скорость и безопасность передачи, обработки и устойчивость к атакам. Подход проиллюстрирован примером применения алгоритма к обработке видеoinформации.

**Ключевые слова:** передача данных, разделение секрета, шифрование, центр обработки данных.

#### Введение

Битовые последовательности, несущие информацию можно рассматривать не только как совокупность элементов различных пространств и не только конечных

полей или групп, но и как мантиссы рациональных чисел. Преобразуя эти числа можно представить информацию в данных, соотносенных с правыми частями вырожденных операторов, примененных к инфор-

мативной части. Применяя результаты вычислительной алгебры, хорошо зарекомендовавшей себя в задачах математической физики, можно добиться того, что специально внесенные ошибки в правые части операторных уравнений, рассматриваемые как секрет, например, младшие биты или знаки правых частей, принципиально не позволяли бы восстановить информацию по измененным данным. Таким образом, можно добиться естественного разделения данных на части, размеры которых различаются экспоненциально. В данной работе представлены два алгоритма использующие подходы, основанные на теории и практике решения краевых и начальных задач уравнений математической физики. Актуальность такого рода исследований и построения соответствующих очевидна для развития систем безопасной передачи, обработки и хранения информации.

**Алгоритм, использующий подход с точки зрения дифференциальных уравнений математической физики.** Рассмотрим битовую последовательность  $a_1 \dots a_N$   $N = nl$ , кодирующую, например, графическую информацию и поставим ей в соответствие последовательность рациональных чисел:  $z_1 = 0, a_1 \dots a_l$   $z_2 = 0, a_{l+1} \dots a_{2l}$   $\dots z_n$ . Преобразуем это последовательность по правилу:

$$x_i = z_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_j \text{ и после операции } A\bar{x},$$

где  $A$  симметричная вырожденная матрица с ядром в виде вектора констант, получим вектор  $\bar{f}$ . В простейшем случае, в качестве матрицы можно взять конечноразностный оператор, аппроксимирующий краевую задачу с периодическими краевыми условиями:

$$-\frac{d^2 y}{dx^2} = f, y(0) = y(1). \text{ Обратное преобразование можно записать в виде:}$$

$$\bar{x} = \sum_{j=2}^n \frac{(\bar{f}, v_j)}{\lambda_j} v_j, \text{ где } \lambda_j, v_j \text{ это ненулевые}$$

собственные числа и собственные вектора матрицы  $A$ . Заметим, что  $n$  можно выбрать достаточно большим, т.к. расчет всех собственных чисел и векторов требуется всего лишь один раз, и они могут быть найдены, например, методом Якоби-Эберляйн. Секретом можно выбрать: знаки значимого числа

компонент вектора  $\bar{f}$  (передавая по открытому каналу только абсолютные значения компонент), значимое число младших бит компонент, или просто среднее значение  $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n z_j$ .

Обратим внимание: 1) прямые и обратные операции преобразования данных можно распараллелить, причем самым эффективным способом: по вариантам, 2) можно не ограничиваться одним преобразованием  $A\bar{x}$ , а рассматривать «раунды», например,  $ABC \dots A\bar{x}$ , где каждая матрица отвечает своему вырожденному оператору. Отметим, что и ядра этих операторов могут быть не такими простыми как в рассмотренном выше случае.

**Алгоритм, использующий разложение в тригонометрические ряды.** Пусть известно, что для длины исходного блока данных  $N$  верно следующее предположение:  $\exists l > 0: N \leq 2^{l+1} \cdot l$ . Иными словами, можно найти машинное слово длины  $l$  бит, такое, что любую пару таких слов в исходном блоке данных можно индексировать константой, уместающейся в такое слово. Например, для любого блока данных, размер которого не превосходит 32Гб, могут быть использованы слова длиной 32 бита. Далее под машинным словом будем понимать слово длины  $l$  бит. Далее рассмотрим преобразование исходного блока данных: для каждой пары машинных слов  $(w_{2i}, w_{2i+1})$  проинтерпретируем их как целые числа без знаков  $(x_i, y_i)$  - согласно кодировке целых чисел, принятой в используемой архитектуре ЭВМ. Эти числа можно в свою очередь интерпретировать как точку в пространстве  $R^2$ . Получившийся в результате

набор точек длины  $L = \frac{N}{2l}$  затем необходимо

переупорядочить так, чтобы выполнялось условие:  $\forall m, n: m < n \rightarrow \frac{y_m}{x_m} > \frac{y_n}{x_n}$  Здесь и да-

лее предполагается, что все  $x_i$  отличны от нуля. Для того, чтобы это условие гарантированно соблюдалось, ко всем значениям  $x_i$  прибавляется 1. Отметим, что преобразование сортировки точек необратимо без сохранения прямой или обратной перестановки. К полученному набору упорядоченных точек  $(x_m, y_m)$  далее применяется алгоритм, строящий ломаную линию G:

1. Положить начальную точку G:  $g_0 := (0, 0)$ . Назначить ее опорной точкой  $(x_g, y_g)$ .

2. Взять следующую точку из набора  $(x_m, y_m)$ .

3. Добавить к  $G$  точку  $g_m := (x_g + x_m, y_g + y_m)$ . Назначить ее опорной:  $(x_g, y_g) := g_m$ .

4. Если в исходном наборе еще остались необработанные точки, вернуться к шагу 2.

Полученная ломаная линия  $G$  выпукла и монотонна. Если выделить линию тренда  $T$ , проходящую через точки  $g_0$  и  $g_L$ , то ломаная  $G' = G - T$  может быть приближена некоторой периодической функцией  $f(x)$ . Такая функция, как правило, может быть хорошо аппроксимирована рядом Фурье по синусам с количеством коэффициентов, намного меньшим, чем  $L$ . [5] Описанное преобразование является обратимым, и может быть использовано в качестве метода асимметричного разделения секрета: в этом случае «большая» часть секрета представляет собой совокупность перестановки, полученной на шаге сортировки, и значений  $x_i$ , которые необходимы для определения координат точек для восстановления. Размер этой части в совокупности будет совпадать со значением  $N$ . «Меньшая» часть секрета представляет собой данные о линии тренда (длина и угловой коэффициент) и набор коэффициентов Фурье, который может быть ограничен сверху, как логарифм от исходного объема данных. Можно показать, что задача восстановления ломаной, даже при известном значении касательной в крайней правой точке неопределенна. Обратим внимание также на то, что рассмотренное преобразование может быть использовано для сжатия информации.

**Алгоритмы, связанные с непосредственным разделением секрета.** На современном этапе развития информационных технологий одними из самых актуальных задач являются задачи безопасного хранения и передачи информации. Раскрытие конфиденциальных данных или их безвозвратная потеря могут привести к фатальным последствиям. Поэтому, большинство организаций (пользователей) стремятся защитить свою конфиденциальную информацию, зачастую используя криптографические алгоритмы, которые порой могут оказаться недостаточно стойкими или недостаточно быстрыми для реализации поставленной задачи. Так же, использование криптографических алгоритмов может требовать специальных навыков пользователей и наличия вычислительных ресурсов. Тем самым встает вопрос о необходимости использования таких алгоритмов, обеспечивающих защиту конфиденциальной информации, которые способны осуществлять быстрое и

стойкое преобразование так называемого секрета, а также не требовать от пользователя какой-либо специальной подготовки.

Зачастую для реализации поставленных целей прибегают к использованию оконечных аппаратных комплексов, которые осуществляют криптографическое преобразование проходящего через них потока, типичными примерами таких устройств могут являться устройства, осуществляющие преобразование видеосигнала, где без знания специального ключа нельзя дешифровать преобразуемый ими видеосигнал. Но при использовании таких устройств пользователи могут столкнуться с рядом проблем, таких как маленькая длина ключа или его слабая стойкость, шифрование всего видеопотока одним ключом, проблемы синхронизации при использовании медленных алгоритмов шифрования и т.п. Кроме того, высокая коррелированность видеоданных и способность человека к распознаванию зашумленных изображений позволяет легко, «на лету», восстанавливать данные. Таким образом, все также является актуальным использование алгоритмов, не требующих значительных вычислительных ресурсов, и осуществляющих преобразование с использованием периодически меняющегося ключа, в таких случаях можно прибегнуть к схеме разделения секрета. Принципиальным решением проблемы может быть применение доказуемо стойких схем с разделением секрета, где существенно большая часть секрета передается по открытому каналу, а меньшая или шифруется, или иначе, передается по защищенному каналу передачи данных. Под меньшей следует понимать ту часть секрета длина битовой записи, которой оценивается логарифмом от длины записи большей части. В настоящей работе предлагается схема кодирования и эффективное преобразование данных, которое можно рассматривать как доказуемо стойкую схему разделения секрета на существенно неравные части [4].

#### Постановка задачи

Рассмотрим задачу хранения большого числа массивов данных, длины записи которых, существенно различаются. Пусть даны  $n$  битовых векторов  $A_1, \dots, A_n$ , размерности которых равны  $M_1, \dots, M_n$  и дисперсии  $M_i$  распределены равномерно в достаточно большом интервале.

В этом случае возникает проблема экономической записи данных, которая в настоящее время решается различными способами: шардингом [1], т.е. грубым физическим разде-

лением данных по различным носителям данных, введением различных типов данных, наподобие CHAR и VARCHAR, разделением данных маркерами. Но если  $M_i$  варьируются от  $10^3$  до  $10^{10}$ , а  $n$  изменяется, то отведение равных областей памяти для каждого  $A_i$  исключительно неэффективно, а разделение данных специальной строкой бит (маркером) неэффективно по времени поиска этого маркера, и нет никакой гарантии, что выбранная в качестве маркера строка не встречается ни в одном из  $A_j$ .

**Использование для преобразования данных алгоритма, представляющего собой примитивизацию дельта-кода Элиаса**

Рассмотри алгоритм, представляющий собой примитивизацию дельта-кода Элиаса (универсальный код для кодирования целых чисел, разработанный Питером Элиасом) [2], который позволяет избежать указанных трудностей.

Первые  $l$  бит заполним нулями, где  $l$  – это длина записи числа  $n$ , далее идёт сама запись числа  $n$ , например, пусть даны  $n = 3$  битовых векторов, тогда запись числа  $n$  в двоичной системе счисления равна 11, тогда  $l = 00$ . Тогда на первом этапе получается следующая числовая последовательность: 0011. Далее,  $m_i$  бит заполняются нулями, где  $m_i$  – это число бит необходимых для записи длины вектора  $A_i$  в двоичной системе счисления. Например, в предыдущем примере  $n = 3$ , следовательно, имеется три битовых вектора  $A_1, A_2, A_3$ , пусть  $A_1 = 111011$ ,  $A_2 = 10111$ ,  $A_3 = 101$ , тогда размерности этих битовых последовательностей равны  $M_1 = 6$ ,  $M_2 = 5$ ,  $M_3 = 3$  соответственно, а  $m_1 = 000$ ,  $m_2 = 000$ ,  $m_3 = 00$ . Тем самым, на втором этапе получится следующая последовательность: 0001100001010011. Третьим этапом формирования последовательности является последовательная запись самих векторов  $A_1, A_2, A_3$ . Например, для приведённых выше примеров, получится следующая исходная последовательность: 00011000110000101001111101110111101.

Обратим внимание на то, что зная диапазон возможных изменений  $A_i$  можно записывать  $A_i$  в  $m_i + d_i$  позициях, предваряя или

дополняя нулями значащие цифры  $A_i$ . Это позволяет легко перезаписывать и дописывать массивы и их новые значения, не усложняя структуру данных.

Предполагается возможным использование предложенного выше метода как основы схемы разделения секрета для видеопотока данных, и мы попытаемся построить алгоритм, не требующий значительных вычислительных ресурсы.

Пусть имеется поток видеoinформации, передаваемый по каналам связи, осуществляется разбиение данного видеопотока на фреймы. Производится построчное чтение пикселей фрейма, затем, для каждого пикселя строки находятся его значения в формате RGB (red, green, blue) в двоичной системе счисления (размерностью 24 бита, т.е. по 8 бит для каждого цвета) и записываются последовательно друг за другом в одну строку, создавая последовательность, состоящую из нулей и единиц. Каждая такая достаточно длинная последовательность строки прочитанных пикселей разбивается на  $n$  битовых векторов  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , разных размерностей  $M_1, \dots, M_n$ . Затем все полученные строки, состоящие из префикса и зашифрованных или преобразованных  $A_1, A_2, \dots, A_n \Rightarrow C_1, \dots, C_n$  (без изменения длин записи), объединяются в одну битовую строку. Очевидно, что, не зная префиксов, определение границ разделения сводится к переборной задаче.

Простое шифрование является затратной по времени операцией и поэтому предлагается модификация с наиболее эффективным по времени преобразованием.

Пусть имеется поток определенного («телевизионного») формата 720x576 пикселей 25 кадров в секунду в формате RGB (в дальнейшем будет осуществляться преобразование видеопотоков стандартных форматов: 720x576, 640x480, 352x288 (CIF – Common Interchange Format), 176x144 (QCIF – Quartered Common Interchange Format)), т.е. размерность изображения является известной и выбирается из одного из стандартов. Здесь осуществляются аналогичные действия: осуществляется разбиения видеопотока на фреймы, для каждого пикселя фрейма находятся его значения в формате RGB (red, green, blue) в двоичной системе счисления и записываются последовательно друг за другом (изображение считывается построчно слева направо), затем полученная битовая последовательность (битовая последова-

тельность состоит из последовательно записанных друг за другом значения пикселей строк в двоичной системе счисления) разбивается на  $n$  случайных битовых векторов разной размерности. Формируется префикс с указанием, на сколько  $n$  частей разбита последовательность и с указанием длин каждого полученных векторов  $A_1, A_2, \dots, A_n$ .

В качестве генератора случайных чисел в программе, реализующей описываемый метод (произвольно генерируются размерности векторов  $A_1, A_2, \dots, A_n$  размером от 500 до 1000 бит), используется генератор псевдослучайных чисел RandomRange(), встроенный в среду программирования Borland (C++, Delphi) и удовлетворяющий набору тестов определённого стандартом FIPS 140-1 (Federal Information Processing Standards) [3].

Над полученными битовыми векторами  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , осуществляются следующие операции  $X_1 = A_1$ ,  $X_2 = A_2 + A_3, \dots$ ,  $X_{n-1} = A_{n-1} + A_n$  (где «+» - побитовое сложение по модулю 2), полученные битовые векторы  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , записываются последовательно друг за другом и дописываются к сформированному выше префиксу.

Так же возможно, что для получения битовых векторов  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , вместо операции «+» - побитовое сложение по модулю 2, описанной выше, можно воспользоваться одним из режимов шифрования (метод применения блочного шифра, позволяющий преобразовать последовательность блоков открытых данных в последовательность блоков зашифрованных данных), таких как CBC (Cipher Block Chaining), CFB (режим гаммирования с обратной связью, Cipher Feedback).

Тем самым, если атакующему станет известна последовательность, состоящая из последовательно записанных векторов, он не сможет восстановить исходную последовательность без знания сформированного префикса. Если осуществлять посылку основной битовой последовательности и префикса, по различным каналам связи, то будет обеспечи-

ваться должный уровень обеспечения конфиденциальности передаваемой информации.

Даже зная полученную последовательность и применяя всякого рода перестановки, атакующему все равно не удастся восстановить исходные изображения без знания размеров битовых векторов, полученных в результате разбиения на произвольное число частей исходной битовой последовательности.

Тем самым понятно, что для каждого фрейма видеопотока формируется свой префикс – «ключевая последовательность», что позволяет говорить о том, что осуществляется преобразование с использованием различной ключевой последовательности [6].

При наличии у пользователя: информации о размере изображения (размер «стандартный» и известен всем), сформированного префикса и битовой последовательности, ему удастся восстановить исходное изображение.

Но даже если атакующему станет известна часть префикса и данные будут разделены на равные части  $A_1, A_2, \dots, A_n$  но не  $A_1$ , ему все равно не удастся восстановить исходное изображения, т.к. задача сводится к решению неопределенной системы уравнений из  $n$  уравнений с  $n + 1$  неизвестными:

$$A_2 + A_3 = X_2$$

$$A_{n-1} + A_n = X_{n-1}$$

Восстановить изображение можно только подбором бит, но в случае, когда длина записи  $X_1$  больше, чем 80 бит, задача становится принципиально не решаемой, т.к. осуществить перебор на имеющейся в данное время вычислительной технике

Описанный метод не требует значительных вычислительных ресурсов и способен осуществлять преобразование данных «на лету».

#### Заключение

Из изложенного выше очевидно, что высокая скорость работы и высокие стандарты безопасности при осуществлении описанных алгоритмов, связанных с разделением защищаемой информации при передаче обработке и хранении, требуют эффективного приложения в рамках конкретных проектов.

Одним из перспективных приложений описанных методов является их использование в системах, связанных с передачей и обработкой больших объемов информации, в том числе и осуществляемой суперкомпьютерными

ми вычислительными комплексами. Такого рода системы в настоящее время широко используются для управления процессами в крупноразмерных распределенных системах, например крупномасштабных нефте- и газопроводов, тепловых и электрических сетях, а также для управления транспортными потоками крупных населенных пунктов.

Их работа требует как передачи больших объемов данных, так и быстрой и безопасной их обработки, в том числе и связанной с решением систем нелинейных уравнений [7], [8], [9].

Все это делает перспективным применение в таких системах описанных алгоритмов.

### Библиографический список

1. Rahul Roy (July 28, 2008). Shard - A Database Design [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://technoroy.blogspot.com/2008/07/shard-database-design.html>, свободный (дата обращения 29.04.2012).
2. Elias P. Universal codeword sets and representations of the integers // IEEE Transactions on Information Theory, 1975, vol. IT-21, № 2. P. 194-203.
3. Federal Information Processing Standards Publication. FIPS PUB 140-1. Security Requirements for Cryptographic Modules. – U.S. Department of commerce / National institute of standards and technology, 1994. – 53 с.
4. Файзуллин Р. Т., Файзуллин И. Р., Данилова О. Т. Алгоритмы разделения секрета с использованием принципиально малой части в качестве ключа// Вестник Тюменского государственного университета. - Тюмень: ГОУ ВПО ТюмГУ, 2011. -вып. 7. - С.175 -179.
5. Корытова М. В., Файзуллин Р. Т. Криптостеганографический алгоритм на основе применения тригонометрических рядов с неубывающими коэффициентами// Известия Челябинского науч. центра вып. 3 (20), 2003.
6. Файзуллин Р.Т., Сагайдак Д.А. Приложение алгоритма префиксного кодирования массива данных в схеме разделения секрета// Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. -1(25), -часть 2, - 2012, С. 136-140.
7. Файзуллин Р. Т., "О решении нелинейных алгебраических систем гидравлики", Сиб. журн. индустр. матем., 2:2, 1999.
8. Мызников А. М., Файзуллин Р. Т. Уточнение коэффициентов сопротивления в сложных гидравлических сетях по результатам ограниченного числа измерений, Теплофизика и аэромеханика. - Новосибирск: ИТФ СО РАН, 2005. -т.12, №2. - С.483-486
9. Файзуллин Р. Т., Шалай В. В. Вычислительные системы расчета и оптимизации технологических режимов нефтепроводов и тепловых сетей крупных городов, Открытое образование. - № 2. 2011. с.248-251.

## DATA PROCESSING ALGORITHMS BASED ON SECRET SHARING APPLIED TO THE TRANSMISSION AND STORAGE OF THE INFORMATION

V. V. Mikheev, D. A. Sagaidak,  
A. A. Svench, R. R. Faizullin

Article is devoted to consideration of several ways of efficient algorithms building for data splitting (secret sharing) at the data processing centers which may be applied to enhance speed of transfer, processing, security and also stability for the attacks. The example of secret sharing for the video information transfer is used to illustrate one of the algorithms.

*Михеев Виталий Викторович - Кандидат физико-математических наук, 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. vvm125@mail.ru*

*Сагайдак Дмитрий Анатольевич - Аспирант ФГБОУ ВПО «ОмГТУ». Основные направления научной деятельности Криптографические методы защиты информации. Схемы разделения секрета. Программирование и компьютерное моделирование. Общее количество опубликованных работ: 4. e-mail: sagaydak.dmitriy@gmail.com*

*Свенч А. А. - Аспирант ФГБОУ ВПО «ОмГТУ».*

*Файзуллин Рамиль Рашитович - Кандидат физико-математических наук ФГБОУ ВПО «ОмГТУ», каф. «КЗИ». Основные направления научной деятельности Геометрия и анализ. Математическое программирование. Теория оптимизации. Моделирование. Общее количество опубликованных работ: 8. e-mail: strannik11@list.ru*

УДК.625.084

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ «АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ» ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДЫ ПРИ ВИБРАЦИОННОМ УПЛОТНЕНИИ

С. В. Савельев, Г. Г. Бурый

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы распространения волн от вальца вибрационного катка по толщине грунтового слоя. Цель работы заключается в увеличении эффективности процесса виброуплотнения грунта. Проанализирована область активного взаимодействия грунтового массива с вибрационным рабочим органом. Полученные данные позволяют получить значения “присоединенной массы” грунта на разных частотных режимах, необходимые для обоснования рациональных параметров вибрационных катков.

**Ключевые слова:** Уплотнение, деформируемая среда, грунт, вибрационный каток, экспериментальные исследования.

### Введение

Обоснование возможности интенсификации процесса уплотнения грунтов не возможно без анализа физических процессов происходящих внутри обрабатываемой среды. При этом применение различных уплотняющих средств позволяет достигать различного эффекта для того или иного типа грунта на разных этапах его деформирования, что в свою очередь ставит непосредственный вопрос о возможности использования новых технических и технологических решений.

При вибрационном воздействии на уплотняемую среду возникают упругие волны, которые подразделяются по виду деформаций на продольные, поперечные и поверхностные. По характеру распространения эти волны можно разделить на прямые, отраженные и преломленные [1]. Область их интенсивного распространения в обрабатываемой среде представляет значительный практический интерес. Именно эта область является тем объёмом грунта, который интенсивно воспринимает уплотняющую динамическую нагрузку и определение этого объёма и массы является необходимой задачей при расчёте рациональных режимов работы любой виброуплотняющей машины.

**Описание задачи:** Определение области грунта, охватываемой вибрацией создаваемой уплотняющей машиной, является актуальной задачей и может быть достигнуто путем проведения экспериментальных исследований с использованием современного оборудования.

**Метод решения:** В грунтовом канале ФГБОУ «СибАДИ» был проведен ряд экспериментальных исследований. Проводилась укатка слоя грунта толщиной до 0,5 м вибра-

ционным катком. Регулировалась частота колебаний вибровозбудителя на различных этапах уплотнения. При помощи четырёх канального виброизмерителя «Экофизика», исследовались значения виброускорений и амплитуд колебаний в уплотняемом грунте, тенденции их затухания в зависимости от удалённости от источника виброуплотнения, а так же направление распространения вибрации от поверхности по толщине обрабатываемого слоя грунта.

В первую очередь исследовалась тенденция распространения волн по поверхности обрабатываемого грунта. На поверхность грунта устанавливался трёхосевой датчик (рис. 1.) регистрации вибрационных возмущений и проводились измерения амплитуд и виброускорений на поверхности грунтового слоя а зависимости от расстояния до вальца. Рассматривалась ситуация на различных частотах данные фиксировались в виде файлов приведённых в нижеуказанных таблицах в памяти виброизмерителя. Предварительный контроль плотности осуществлялся при помощи ударника ДорНИИ. Испытания проводились на суглинке грунте с числом пластичности 7.

В таблице 1 приведены значения частот вибровозбудителя. Далее в опытах 1,2,3 представлены графики зависимости виброускорения от частоты вибровозбудителя катка.



Рис. 1. Определение тенденции распространения виброволн на поверхности

Таблица 1 - Данные по распространению виброволн на поверхности уплотняемого слоя

№	Частота, об/мин	Количество ударов ударником ДорНИИ	Номер файла
1	2786	6	085322
2	2253	6	085522
3	2949	6	085623
4	2149	6	085727

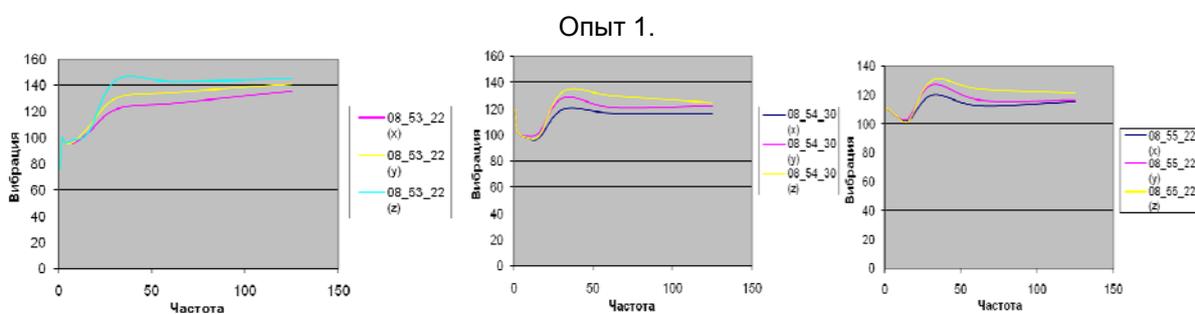


Рис. 2. Графики виброускорений –опыт 1

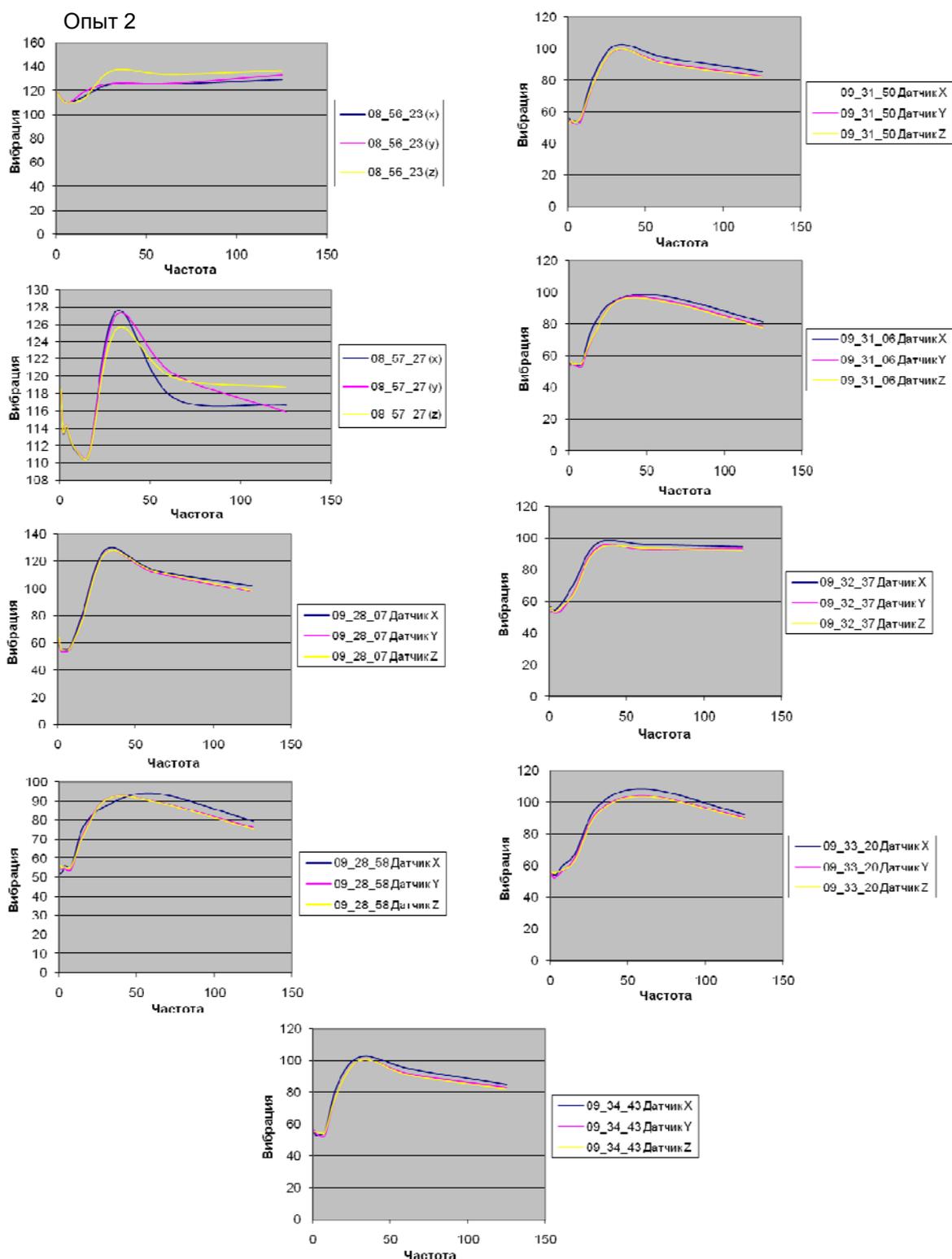
Вторым этапом определялась «активная зона грунта в вертикальной плоскости. Эксперимент проводился при размещении вибродатчиков в уплотняемом слое на различной глубине 0,3 м, 0,45 м, 0,6 м. Менялись частоты вибровозбудителя, фиксировались изменения амплитуд и виброускорений в зависимости от глубины расположения датчиков. Полученные данные записывались в память прибора для дальнейшей обработки.



Рис. 3. Определение тенденции распространения виброволн в вертикальной плоскости грунтового слоя

Таблица 2 - Изменение параметров вибрации на различной глубине уплотняемого слоя

№	Глубина	Частота об/мин	Плотность грунта	Номер файла
1	60(x), 45(y), 30(z)	2958	рыхлый	092807
2	60(x), 45(y), 30(z)	2968	рыхлый	092858
3	60(x), 45(y), 30(z)	3557	рыхлый	093106
4	60(x), 45(y), 30(z)	4052	рыхлый	093150
5	60(x), 45(y), 30(z)	5007	рыхлый	093237
6	60(x), 45(y), 30(z)	5469	рыхлый	093320
7	60(x), 45(y), 30(z)	4041	рыхлый	093443



Дальнейшие исследования проводились с целью определения активного влияния виброуплотнителя на грунт в горизонтальной плоскости по глубине уплотняемого слоя. Датчики

размещались согласно указанной на рисунке 2 схеме на глубине 0,4 м. Рабочий орган уплотнителя удалялся от места заложения датчиков согласно представленной схеме.

Таблица 3 - Изменение параметров вибрации в недоуплотненном грунте на различных частотах

№	Частота (низкая), об/мин	Номер файла
1	2134	102356
2	1986	102904
3	2016	103100
4	2001	103241
№	Частота (средняя), об/мин	Номер файла
1	2771	102442
2	2445	102935
3	2415	103125
4	2475	103331
№	Частота (высокая), об/мин	Номер файла
1	3557	102638
2	3586	103009
3	3609	103153
4	3616	103358

На данном этапе исследовались параметры вибрации грунта на различных частотах воздействия грунтовый слой при недоуплот-

нённом состоянии  $k_y=0,96$ , а так же при плотности  $k_y=0,98$ . (рис.5.)

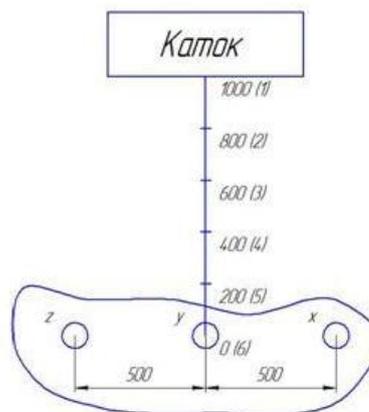
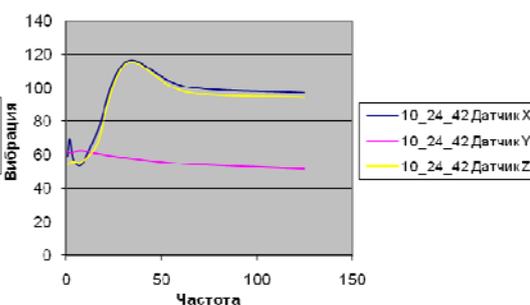
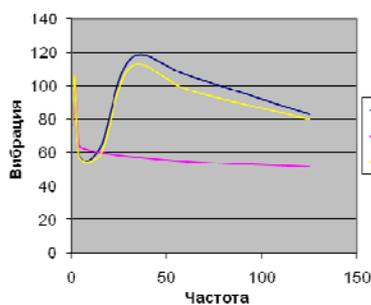
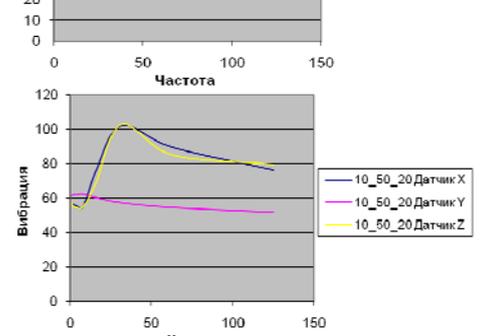
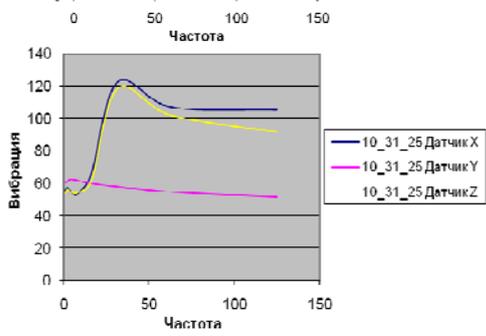
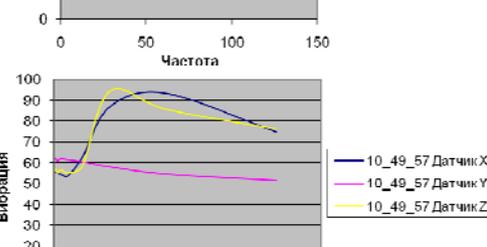
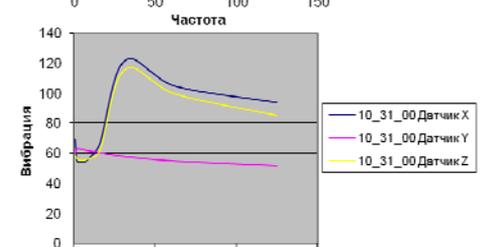
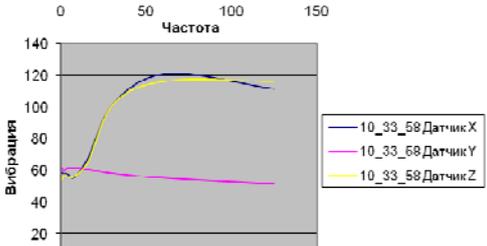
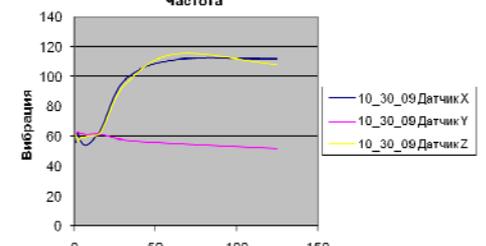
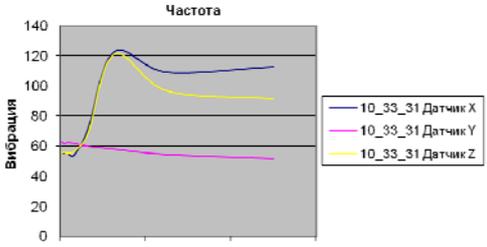
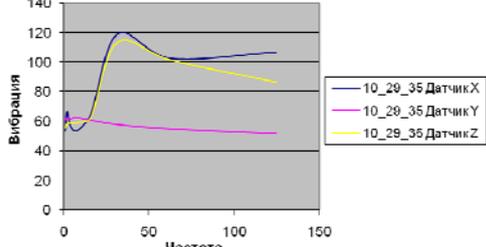
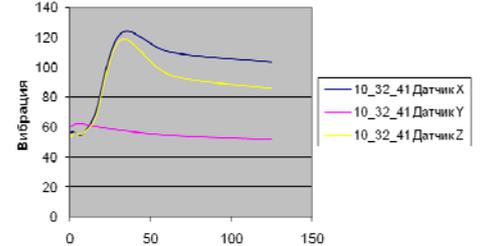
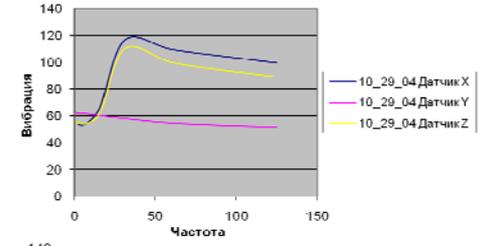
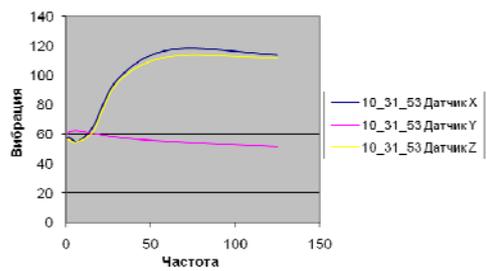
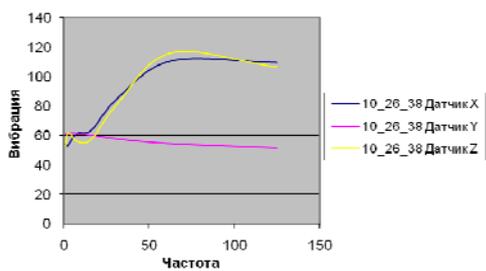


Рис. 5. Схема расположения датчиков и фиксации параметров вибрации при движении катка по грунтовому слою.

Опыт 3





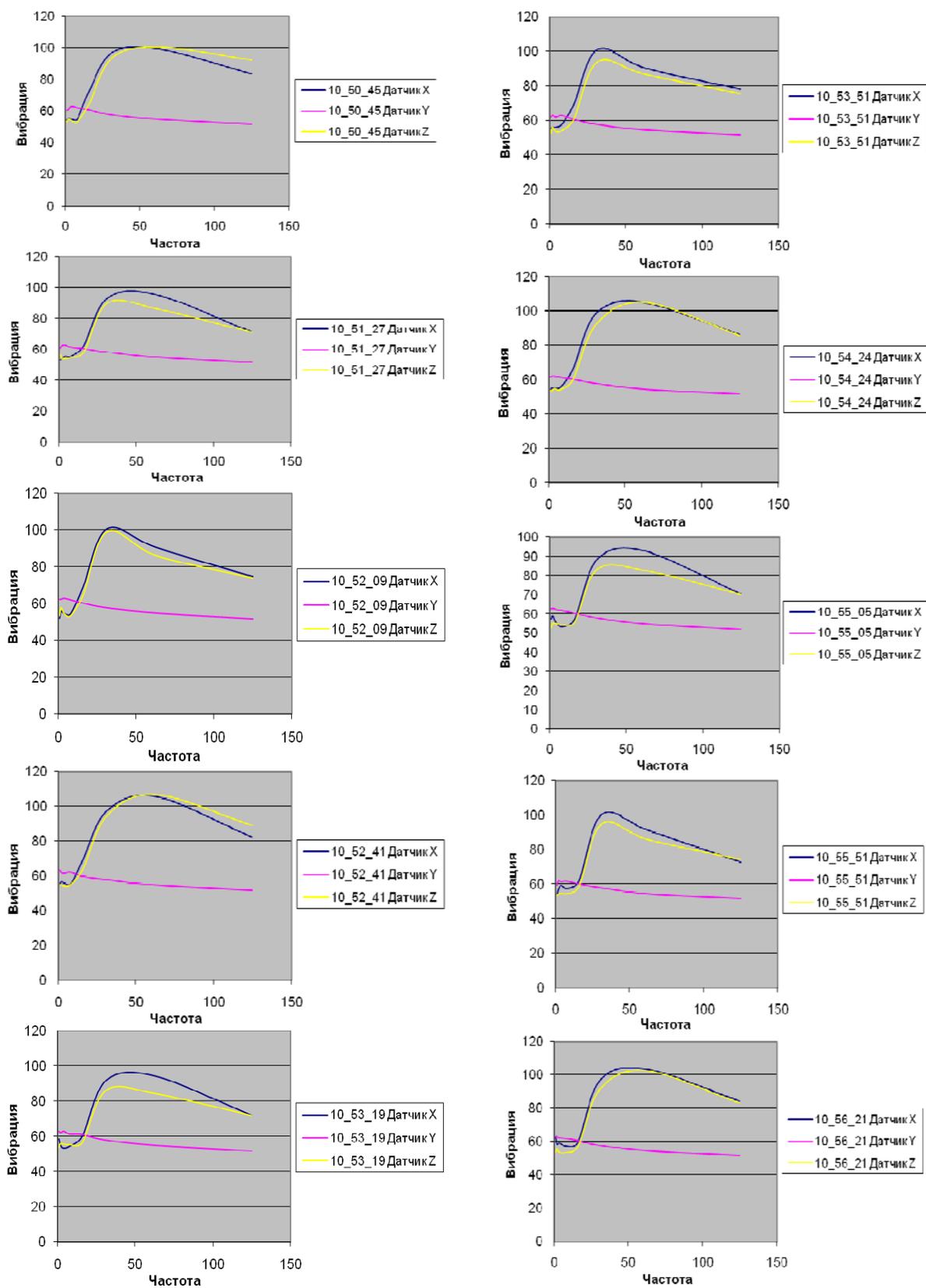


Рис. 6. Графики виброускорений –опыт 3

Таблица 4 - Изменение параметров вибрации в плотном грунте на различных частотах

№	Частота (низкая), об/мин	Номер файла
1	2096	105505
2	2097	105319
3	2060	105127
4	2147	104957
№	Частота (средняя), об/мин	Номер файла
1	2779	105551
2	2601	105351
3	2638	105209
4	2863	105020
№	Частота (высокая), об/мин	Номер файла
1	3557	105621
2	3512	105424
3	3578	105241
4	3579	105045

**Заключение**

Анализируя полученные данные можно определить не только рациональные частотные режимы работы вибровозбудителя, но и сделать вывод о распространении упругих волн от источника вибрации по объёму уплотняемого грунта, т. е. определится «присоединённая» масса грунта, активно взаимодействующая с уплотнителем. Зная рациональные частоты обработки материала и значения «присоединённой» массы появляется возможность обоснования энергоэффективных режимов обработки дорожно-строительных материалов /2, 3/.

**Библиографический список**

1. Блехман И. И. Вибрационное перемещение/ И. И. Блехман, Г. Ю. Джанелидзе. – М.: Наука, 1964. – 410 с.
2. Варганов С. А. Машины для уплотнения грунтов и дорожно-строительных материалов/ С. А. Варганов, Г. С. Андреев. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.
3. 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.

**EXPEREMENTAL RESEARCHES OF “ACTIVE AREA” OF THE DEFORMABLE ENVIRONMENT AT VIBRATING CONSOLIDATION**

S. V. Saveliev, G. G. Buriy

In this article problems of distribution of waves from a valets of a vibrating skating rink on thickness of a soil layer are considered. The purpose of work consists in increase in efficiency of process of a vibrouplotneniye of soil. The area of active interaction of the soil massif with vibrating working body is analysed. The obtained data allow to receive values of “the attached weight” soil on the different frequency modes, necessary for justification of rational parameters of vibrating skating rinks.

*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: 44. e-mail: saveliev\_sergval@mail.ru*

*Бурый Григорий Геннадьевич - аспирант 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: 6. e-mail: coshperovsky@mail.ru*

УДК 514.18

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИЧЕСКИХ ОПТИМИЗАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ МНОГОФАКТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ

М. А. Чижик, В. Я. Волков, Е. Я. Сурженко

**Аннотация.** В статье обосновывается необходимость использования методов инженерной геометрии для решения задач оптимизации многофакторных процессов. Рассмотрен алгоритм определения оптимизирующей области параметров в зависимости от значений оптимизирующих факторов на чертеже Радищева. Предложено программное обеспечение для автоматизации построения чертежей геометрических оптимизационных моделей.

**Ключевые слова:** оптимизация, алгоритм, чертеж Радищева, гиперплоскость, гиперповерхность, компьютерная программа.

В условиях инноваций моделирование многофакторных процессов с точки зрения оптимизации используется достаточно интенсивно, причем развитие идет в направлении усложнения, более полного учета факторов. Вместе с тем, разрабатываемые модели характеризуются большим объемом математических операций и отсутствием наглядного представления об объекте исследования.

Обеспечение наглядности можно достичь с помощью методов инженерной геометрии. В первую очередь это связано с тем, что задачи, которые возникают на практике в процессах различного рода, невозможно решать традиционными аналитическими методами математического моделирования, так как число переменных величин, отображающих соответствующие многомерные функциональные зависимости, превышает размерность пространства, в котором протекают эти процессы. Многомерная начертательная геометрия имеет возможность рассматривать многомерные объекты в качестве геометрических моделей многих переменных, что и позволяет ей наглядно представить такие процессы в виде графических моделей, из которых с помощью современной компьютерной техники, возможно, оперативно устанавливать оптимальные режимы, параметры, составы и характеристики исследуемых процессов.

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].

Обоснование адекватности чертежа Радищева в качестве модели многомерного псевдоевклидова пространства с точки зрения аксиоматической теории, представленное в работе [2, 3], позволяет достоверно использовать ее для решения задач оптимизации. Авторами рассматриваются варианты задания элементов на чертеже Радищева; выполняется формализованный анализ решения позиционных задач; разрабатываются конструктивные модели поверхностей и гиперповерхностей различного вида для моделирования многофакторных процессов на чертеже Радищева; формулируются алгоритмы построения области пересечения гиперповерхности с гиперплоскостью уровня, позволяющие получать результаты решений прикладных задач в виде графоаналитических и графических оптимизационных моделей и при этом наглядно оценивать исследуемый процесс, оперативно устанавливать оптимальные режимы, параметры, а также прогнозировать характеристики исследуемых процессов.

Алгоритм определения оптимизирующей области параметров в зависимости от значений оптимизирующих факторов в общем виде представлен ниже:

1. Задается гиперповерхность оптимизирующих факторов путем подбора кривых определенного класса, имеющих определенное расположение относительно исходных точек для каждого фактора  $(\chi_i, \varphi_i)$ .

2. Выбираются и задаются оптимальные значения факторов  $\chi_i = \chi_{\text{оптум}}$ ,  $\varphi_i = \varphi_{\text{оптум}}$  которые геометрически будут являться гиперплоскостью уровня.

3. Находится пересечение гиперповерхности с гиперплоскостью уровня в пространстве  $n$  (рис.1), которое будет являться оптимизи-

рующей областью  $ABC$  ( $A_1B_1C_1, A_2B_2C_2$ ) изменения параметров  $x_1, x_2, x_3$ , для заданных оптимальных значений факторов.

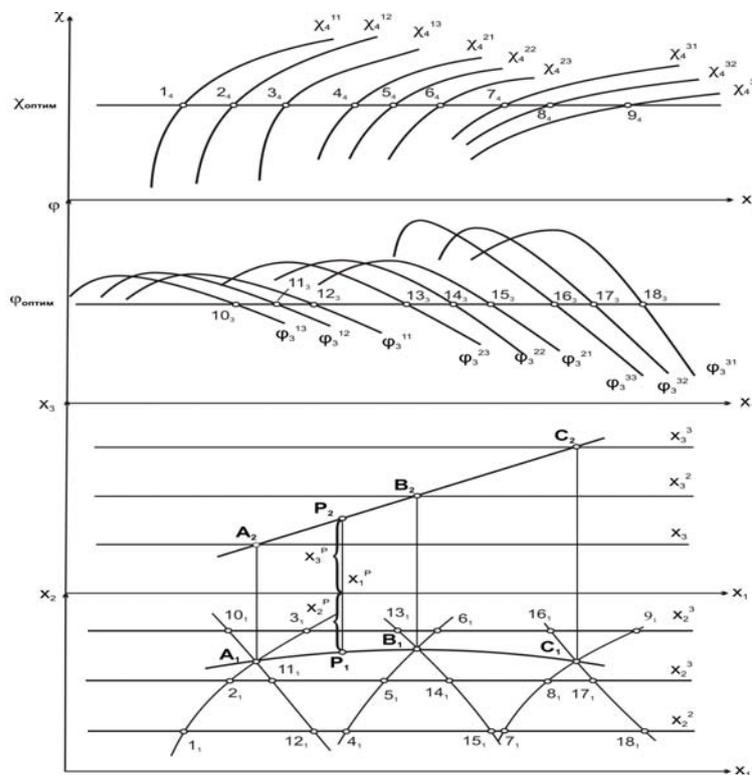


Рис. 1. Схема построения оптимизирующей области трех параметров  $x_1, x_2, x_3$  в зависимости от значений двух оптимизирующих факторов  $\chi_i, \varphi_i$

Этот алгоритм применим при различном числе параметров и оптимизирующих факторов, при этом, если количество параметров совпадает с количеством факторов, то оптимизирующей областью будет одна или несколько 0-плоскостей (т.е. точка). В том случае, если количество параметров больше количества оптимизирующих факторов, то размерность оптимизирующей области будет равна разности числа параметров и оптимизирующих факторов. Так же необходимо учитывать что, если число параметров меньше числа оптимизирующих факторов, то однозначно определить оптимизирующую область не удастся. В этом случае необходимо указывать область изменения оптимизирующих факторов.

Для автоматизации построения графических оптимизационных моделей многофакторных процессов предложена компьютерная программа «Оптимизация процессов» [4].

Блок-схема (рис. 2) и описание программы, реализующие алгоритмы определения оптимизирующих областей параметров в за-

висимости от значений оптимизирующих факторов, рассматриваются ниже.

В блоке 1 вводятся следующие данные:

- количество оптимизирующих факторов и параметров технологического процесса;
- результаты каждого эксперимента, например, значение оптимизирующего фактора  $\chi_1^1$  при значениях параметров процесса  $x_1^1, x_2^1, x_3^1$ ;
- требуемые значения уровней оптимизирующих факторов.

В блоке 2 реализуются подпрограммы: метод наименьших квадратов (МНК), метод Гаусса и вычисление полинома. Для построения каркаса гиперповерхности оптимизирующего фактора необходимо выполнить аппроксимацию зависимости оптимизирующего фактора от одного из параметров, полученную в результате экспериментов и заданную  $N+1$  0-плоскостями (узлами). В связи с тем, что значения  $[m_i; x_i]$  (рис. 3.) получены в результате измерений, то они являются приближенными, и требование неукоснительного совпадения в узлах является неоправданным.

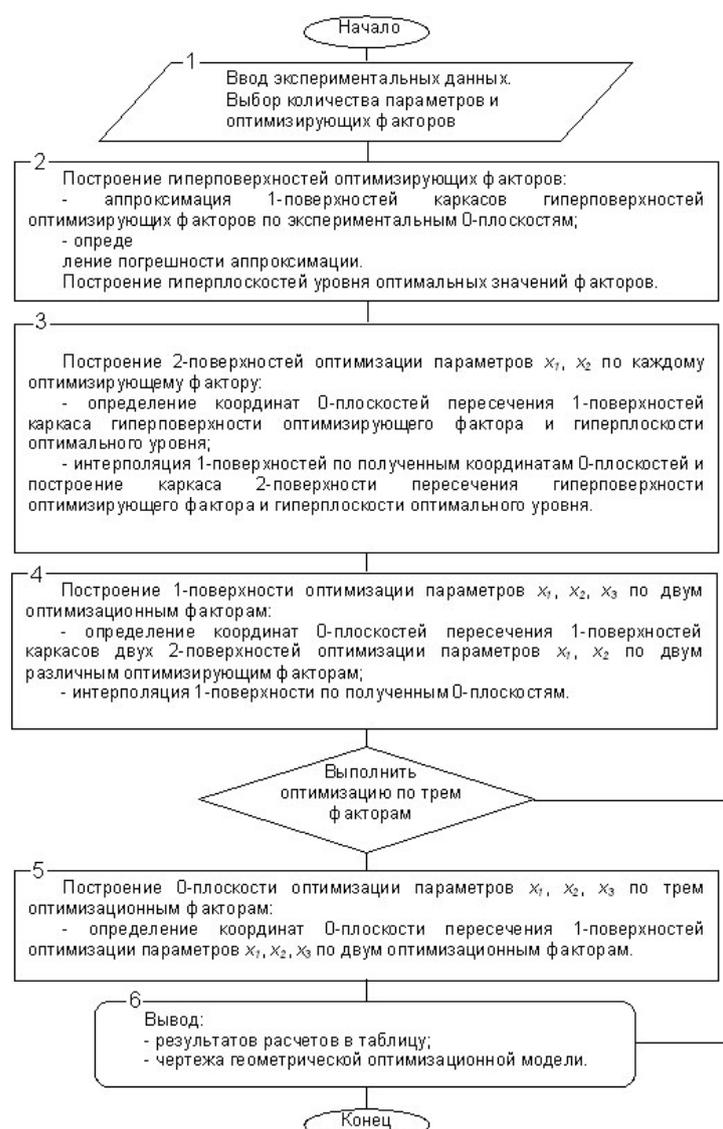


Рис. 2. Блок-схема компьютерной программы «Оптимизация процесса»

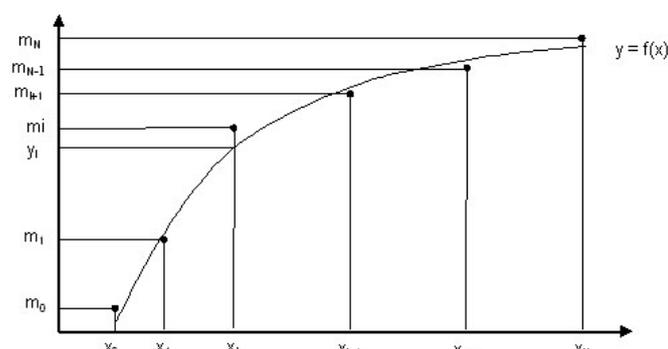


Рис. 3. Построение аппроксимирующих 1-поверхностей

С целью уменьшения случайных ошибок при проведении экспериментальных измерений аппроксимация осуществлялась по МНК.

В качестве аппроксимирующей функции выбираем многочлен:

$$f(x, a_0, \dots, a_{n-1}) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_{n-1} * x^{n-1}. \quad (1)$$

Коэффициенты  $a_0, a_1, a_2, \dots, a_{n-1}$  находим из решения следующей системы  $n$  линейных уравнений [6]:

$$\begin{cases} [x^{n-1}] * a_{n-1} + [x^{n-2}] * a_{n-2} + \dots + (N+1) * a_0 = [m], \\ [x^n] * a_{n-1} + [x^{n-1}] * a_{n-2} + \dots + [x] * a_0 = [mx], \\ \dots \\ [x^{2n-2}] * a_{n-1} + [x^{2n-3}] * a_{n-2} + \dots + [x^{n-1}] * a_0 = [mx^{n-1}]. \end{cases}$$

$$\Gamma \text{де } [x^k] = x_0^k + x_1^k + x_2^k + \dots + x_{N-1}^k + x_N^k, \\ k = 1, 2, \dots, 2n-2;$$

$$[mx^k] = m_0 x_0^k + m_1 x_1^k + m_2 x_2^k + \dots + m_{N-1} x_{N-1}^k + m_n x_N^k, \\ k = 0, 1, 2, \dots, n-1;$$

$N+1$  – число экспериментальных измерений;

$n-1$  – степень многочлена.

В результате преобразований по методу Гаусса получаем готовую для вычисления систему линейных уравнений, отличающуюся от исходной переставленными строками:

$$\begin{cases} [x^{2n-2}] * a_{n-1} + [x^{2n-3}] * a_{n-2} + \dots + [x^{n-1}] * a_0 = [mx^{n-1}], \\ \dots \\ [x^n] * a_{n-1} + [x^{n-1}] * a_{n-2} + \dots + [x] * a_0 = [mx], \\ [x^{n-1}] * a_{n-1} + [x^{n-2}] * a_{n-2} + \dots + [N+1] * a_0 = [m]. \end{cases}$$

Для построения 1-поверхности необходимо вычислить многочлен (1), преобразовав его:

$$f(x, a_0, \dots, a_{n-1}) = a_0 + x * \\ * (a_1 + x * (a_2 + \dots * (a_{n-2} + x * a_{n-1}) \dots))$$

Для нахождения значения многочлена по данной формуле использовалась схема Горнера, которая реализуется с помощью  $n-1$  умножений и  $n-1$  сложений.

Затем рассчитывается погрешность аппроксимации по формуле:

$$\theta = 1 - 1 / (N+1) \left( \sum_{i=1}^N |m_i - y_i| / m_i \right),$$

где  $m_i$  – экспериментальное значение;  
 $y_i$  – расчетное значение.

Значение  $\theta$  (от 0 до 1) отражает близость значений построенных графиков к экспериментальным данным. График наиболее соответствует действительности, когда значение  $\theta$  близко к 1. В программе реализована возможность при неудовлетворительном значении  $\theta$

вернуться на шаг назад и поменять степень аппроксимирующего многочлена.

В блоке 3 реализуется подпрограмма «Корень полинома», выполняющая нахождение координат 0-плоскостей пересечения 1-поверхностей каркаса гиперповерхности оптимизирующих факторов и гиперплоскости уровня, задающей требуемое оптимизирующего фактора. Так как координата  $Y$  равна  $Y_{opt}$ , для определения координаты  $X$  необходимо решить следующее уравнение:

$$y_{opt} = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_{n-1} * x^{n-1}.$$

Данное уравнение решается методом половинного деления, т. е. с заданной точностью. Точность вычисления задана не более 0,01.

После определения таким образом координат 0-плоскостей пересечения 1-поверхностей каркаса гиперповерхности оптимизирующих факторов и гиперплоскости уровня на чертеже ( $\varphi; x_1$ ) выполняется построение 1-поверхностей каркаса 2-поверхности пересечения гиперповерхности оптимизирующих факторов и гиперплоскости уровня на чертеже ( $x_1; x_2$ ) (рис. 1). Так как координаты узловых 0-плоскостей получают в результате вычислений, график 1-поверхности должен проходить через узлы. Следовательно, в данном случае будем применять метод интерполяции, реализованный подпрограммой «Интерполяция». В качестве интерполяционной функции выбираем многочлен  $n$ -ой степени:

$$y(x) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_n * x^n,$$

который в узлах  $x_i$  (параметр  $x_1$ ) принимает табличные значения  $y_i$  (параметр  $x_2$ ).

Условие интерполяции (равенство в узлах табличных значений и интерполирующей функции) приводим к системе из  $n+1$  линейных уравнений с  $n+1$  неизвестными – коэффициентами многочлена:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 * x_0 + a_2 * x_0^2 + \dots + a_n * x_0^n = y_0, \\ a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_1^2 + \dots + a_n * x_1^n = y_1, \\ \dots \\ a_0 + a_1 * x_n + a_2 * x_n^2 + \dots + a_n * x_n^n = y_n. \end{cases}$$

Решая эту систему методом Гаусса относительно неизвестных  $a_0, a_1, \dots, a_n$ , получаем аналитическое выражение степенного многочлена и, используя схему Горнера, строим

графики. В итоге имеется тройка 1-поверхностей, которые образуют каркас 2-поверхностей оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по одному оптимизирующему фактору для разных значений параметра  $x_3$  (рис. 1., плоскость проекций  $(x_1, x_2)$ ).

В блоке 4 выполняется построение 1-поверхностей  $A_2 B_2 C_2$  и  $A_3 B_3 C_3$  оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам. Для построения 1-поверхности  $A_2 B_2 C_2$  оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по двум оптимизирующим факторам необходимо определить пересечение двух 2-поверхностей оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по одному оптимизирующему фактору.

Для нахождения координат 0-плоскостей пересечения каркасов 2-поверхностей оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по одному оптимизирующему фактору приравниваем аналитические выражения этих функций и получаем новый степенной многочлен:

$$y_{opt}(x) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_n * x^n$$

— функция 1-поверхности каркаса 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по оптимизирующему фактору  $\chi$ ;

$$y_{opt}(x) = b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2 + \dots + b_n * x^n$$

— функция 1-поверхности каркаса 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по оптимизирующему фактору  $\varphi$ ;

$$a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + \dots + a_n * x^n =$$

$$= b_0 + b_1 * x + b_2 * x^2 + \dots + b_n * x^n ;$$

$$(a_0 - b_0) + (a_1 - b_1) * x + (a_2 - b_2) * x^2 + \dots + (a_n - b_n) * x^n = 0.$$

Используя метод половинного деления, вычисляем корень этого уравнения, т. е. значение параметра  $x_1$  для точки пересечения. Значение оси ординаты (параметр  $x_2$ ) для точки пересечения находим путем подстановки значения корня в аналитическое выражение функции 1-поверхности каркаса 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по оптимизирующему фактору  $\chi$ . Таким способом находим координаты 0-плоскостей пересечения 1-поверхностей каркасов для разных значений параметра  $x_3$ . По этим узлам определяем интерполяционный многочлен 1-поверхности  $A_2 B_2 C_2$  оптимизации параметров  $x_1$  и  $x_2$  по двум оптимизирующим факторам.

Затем строим 1-поверхность  $A_3 B_3 C_3$  оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам (рис. 1, плоскость

проекции  $(x_1, x_3)$ ), для которой координаты параметра  $x_1$  в узлах  $x_i$  равны координатам параметра  $x_1$  в узлах 1-поверхности  $A_2 B_2 C_2$ , а  $y_i$  принимает табличные значения параметра  $x_3$ . По этим узлам находим интерполяционный многочлен 1-поверхности  $A_3 B_3 C_3$  оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам.

В блоке 5 осуществляется построение оптимизационной 0-плоскости, если заданы три оптимизационных фактора. В этом случае на чертеже  $(x_1, x_2)$  получим три 2-поверхности оптимизации параметров  $x_1, x_2$  по одному фактору. Тогда описанным способом находим 1-поверхность пересечения 2-поверхностей оптимизации по первому и второму факторам, а затем 1-поверхность пересечения 2-поверхностей оптимизации по второму и третьему оптимизирующим факторам. Таким образом, на чертежах  $(x_1, x_2)$  и  $(x_1, x_3)$  получаем по две 1-поверхности оптимизации параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по двум оптимизирующим факторам. Приравнивая аналитические выражения этих 1-поверхностей, определяем координаты 0-плоскости их пересечения, которая является оптимизационной областью параметров  $x_1, x_2$  и  $x_3$  по трем оптимизирующим факторам.

В блоке 6 осуществляется вывод на экран монитора:

— числовых значений результатов обработки экспериментальных данных и промежуточных расчетов (рис.4);

— чертежей оптимизационных моделей (рис. 5).

Апробация компьютерной программы осуществлялась при исследовании многофакторных процессов легкой промышленности, в частности, соединения деталей швейных изделий ниточным способом и лазерной сваркой [2, 5].

Таким образом, программа позволяет на базе разработанных алгоритмов выполнять оптимизацию многофакторных процессов с различным числом параметров в зависимости от значений нескольких оптимизирующих факторов. Следует отметить, что решение приведенных выше задач осуществляется с помощью приложения для *Microsoft Office – Excel* и встроенного в него языка программирования *Visual Basic for Applications*, а также «*Мастера построения диаграмм*». Компьютерная программа «Оптимизация процессов» зарегистрирована в Отраслевом Фонде Алгоритмов и Программ.

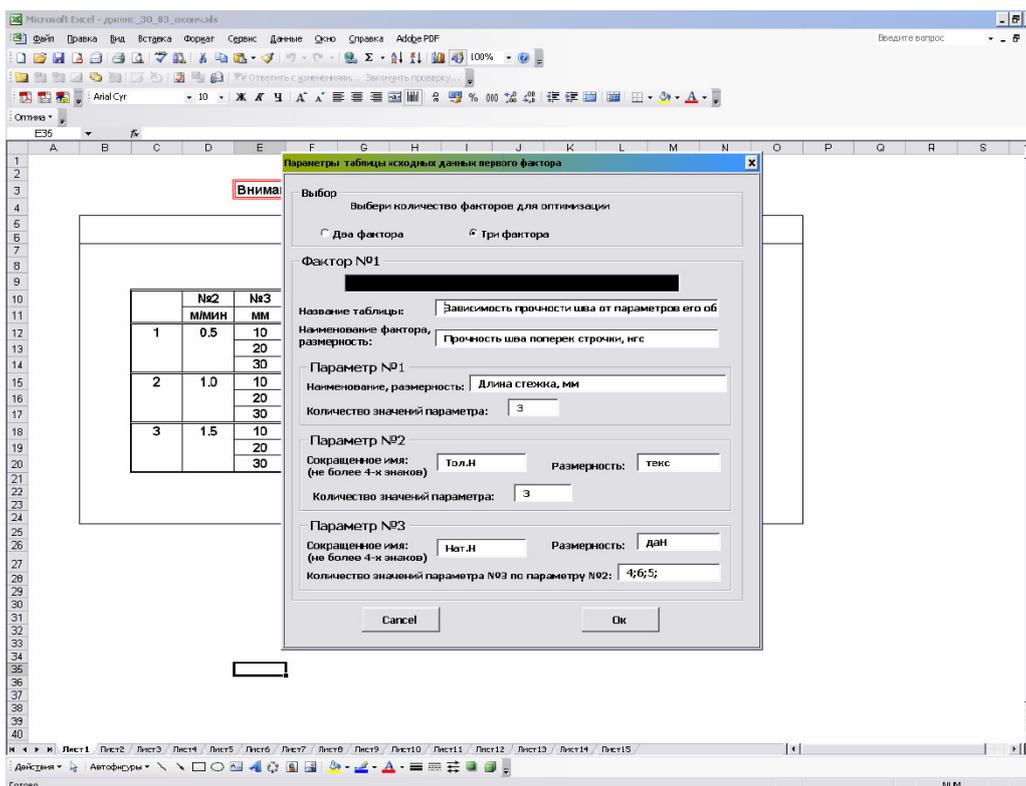


Рис. 4. Окно ввода данных программы «Оптимизация процессов»

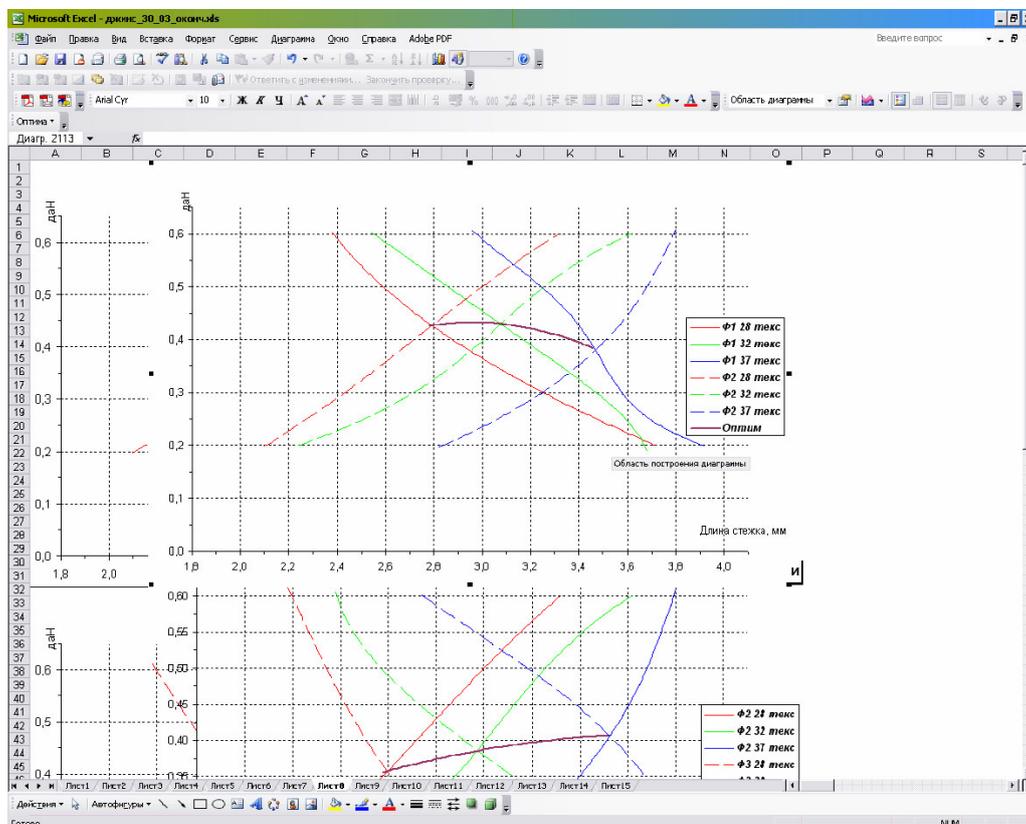


Рис. 5. Финальное окно программы «Оптимизация процессов»

### 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. Устинова, О. В. Разработка оптимизационной модели процесса соединения текстильных материалов на основе чертежа Радищева многомерного пространства: Автореф. дис. к.т.н. – Омск: ОГИС, 2006 – 26 с.
3. Волков, В. Я. Графические оптимизационные модели многофакторных процессов : монография / В. Я. Волков, М. А. Чижик. – Омск: Изд-во ОмГИС, 2009. – 101 с
4. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 5615. Компьютерная программа «Оптимизация процессов» / О. В. Устинова, В. Я. Волков, М. А. Чижик (РФ). – № 50200600103, заявл. 31.01.2006; дата регистрации 02.02.2006; дата выдачи 10.02.2006. – 5 с.: ил.
5. Чижик, М. А. Моделирование процессов соединения деталей швейных: монография / М. А. Чижик, В. Я. Волков. – Омск: ОГИС, 2010. – 147 с.

### GRAPHIC MODELING'S SOFTWARE OF MULTIFACTORIAL PROCESSES

M. A. Chizhik, V. Y. Volkov, E. Y. Surzhenko

In this article it is based the need to use the engineering geometry's methods for optimization of multifactorial processes. The algorithm of the determination optimizing parameters depending on the values of the optimizing factors on the Ra-

dishchev drawing is described. Software to automate drawing geometric optimization models is proposed.

*Чижик Маргарита Анатольевна – кандидат технических наук, профессор кафедры «Конструирование швейных изделий» Омского государственного института сервиса (ФГБОУ ВПО ОГИС). Основное направление научных исследований: Математическое (геометрическое) моделирование технологических процессов легкой промышленности. Имеет более 90 опубликованных работ. E-mail: margarita-chizhik@rambler.ru*

*Волков Владимир Яковлевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (ФГБОУ ВПО СИБАДИ). Основное направление научных исследований: Геометрическое моделирование многокомпонентных многофакторных процессов. Имеет более 200 опубликованных работ. E-mail: volkov\_vy39@mail.ru*

*Сурженко Евгений Яковлевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Конструирование и технология швейных изделий» Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна (ФГБОУ ВПО СПГУТД). Основное направление научных исследований: Проектный анализ и создание нового ассортимента специальной и бытовой одежды. Имеет более 180 опубликованных работ. E-mail: esurzh@mail.ru*

УДК 691.327

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

И. Л. Чулкова

**Аннотация.** Автором предложены многофакторные модели для подбора составов керамзитобетонов, полученные по результатам испытаний прочностных кубиков в производственных условиях. С помощью этих моделей можно оценить эффективность и организационно-технологическую надежность подбора составов керамзитобетонов.

**Ключевые слова:** многофакторные модели, подбор составов керамзитобетонов, имитационная модель, вероятностная модель, шаговый регрессионный.

### Введение

Проектирование состава бетонной смеси является одной из основных технологических задач. При проектировании состава необходимо выбрать такой метод проектирования,

который обеспечит получение оптимальных структуры и свойств бетона.

Традиционный метод проектирования состава бетонной смеси сводится к определению расчетно-экспериментальными методами

соотношения исходных компонентов бетонной смеси, обеспечивающих при заданных параметрах (качество цементов, добавок и заполнителей, подвижность бетонной смеси, режим твердения и прочность бетона) минимальный расход цемента, как наиболее дорогостоящего компонента бетонной смеси.

Главное условие оптимального проектирования составов бетона – создание количественных зависимостей, позволяющих получать заданные свойства бетона при изменении основных технологических факторов и управлять этими свойствами.

Для этого необходимо создать математическую модель процесса проектирования состава бетона. Цель создания этой математической модели заключается в том, чтобы, регулируя факторы на «входе», оптимальным образом обеспечить качество материала на «выходе».

Следует провести анализ, какие факторы будут участвовать в эксперименте, определить число уровней для каждого фактора, какие параметры будут зависеть от этих факторов, составить математическое планирование

эксперимента, провести статистическую обработку экспериментальных данных. В результате построить математическую модель, провести корреляционный и регрессионный анализ, получить уравнения регрессии [1].

Требуется определить количественные характеристики и зависимости, которые позволяли бы управлять качеством изготовления конструкций, более точно прогнозировать их свойства, определять технико-экономическую эффективность.

Построение количественных зависимостей, необходимых для оптимального проектирования состава бетона и управления технологией, требует применения современных математических методов и ЭВМ.

**Основная часть**

По результатам испытаний прочности тяжелого [2] и керамзитобетона на образцах кубиках размером 15×15×15 см в лабораториях заводов железобетонных изделий (ЗЖБИ) г. Омска была создана база данных, включающая информацию для керамзитобетонов (таблица 1).

Таблица 1 - Данные испытаний бетонных кубиков

Показатель	Обозначение
<b>Класс бетона, МПа</b>	<b>B</b>
Расход воды на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг	B
Расход цемента на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг	Ц
Расход песка на 1 м <sup>3</sup> бетона, кг	П
Расход керамзита на 1 м <sup>3</sup> бетона, м <sup>3</sup>	К
Расход золы на 1 м <sup>3</sup> бетона, м <sup>3</sup>	З
Марка цемента	M
Активность цемента, МПа	R <sub>ц</sub>
Плотность керамзита, кг/м <sup>3</sup>	ρ <sub>к</sub>
Плотность песка, кг/м <sup>3</sup>	ρ <sub>п</sub>
Плотность цемента, кг/м <sup>3</sup>	ρ <sub>ц</sub>

Для создания вероятностной модели подбора состава тяжелого бетона с помощью базы данных шаговым регрессионным методом были построены модели расхода материалов на 1 м<sup>3</sup> бетона (таблицы 2–5), а также модель

класса керамзитобетона (таблица 6). Данные таблиц 2–6 позволяют оценить значимость каждого фактора соответствующей модели и подобрать при известной стандартной ошибке примерный состав бетонной смеси.

Таблица 2 - Модель расхода керамзита (K)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
K = + 0,55905	
- 0,00438116 · B · B	44,29
+ 0,0314615 · B	33,11
+ 0,00017554 · B · B · B	22,60

Таблица 3 - Модель расхода песка (П)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$P = + 1586,64$	
$- 1676,294 \cdot K$	45,07
$+ 969,8489 \cdot K \cdot K$	19,73
$- 56,40253 \cdot B$	9,03
$+ 4,453428 \cdot B \cdot B$	8,05
$+ 0,5638119 \cdot K \cdot B \cdot Z$	5,93
$- 5,243213 \cdot K \cdot K \cdot Z$	5,39
$- 0,1040535 \cdot B \cdot B \cdot B$	2,48
$- 0,01205 \cdot B \cdot B \cdot Z$	1,83
$- 0,0007293194 \cdot B \cdot Z \cdot Z$	1,54
$+ 0,00001833952 \cdot Z \cdot Z \cdot Z$	0,95

Таблица 4 - Модель расхода цемента (Ц)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$C = + 553,9768$	
$- 0,000000960536 \cdot P \cdot P \cdot P$	38,08
$- 3,173067 \cdot Z$	8,58
$- 0,759988 \cdot K \cdot K \cdot P$	7,52
$+ 0,05257303 \cdot K \cdot B \cdot P$	6,89
$+ 0,000000439834 \cdot Z \cdot Z \cdot Z \cdot Z$	6,48
$+ 0,000000007687082 \cdot P \cdot P \cdot P \cdot P$	5,68
$- 0,00008291375 \cdot Z \cdot Z \cdot Z \cdot K$	5,00
$- 0,001803965 \cdot B \cdot B \cdot P$	3,88
$+ 0,000005866623 \cdot Z \cdot K \cdot P \cdot P$	3,32
$+ 0,09294881 \cdot K \cdot B \cdot B \cdot B$	2,98
$- 1,092657 \cdot K \cdot B \cdot B$	2,64
$- 0,00000001873052 \cdot Z \cdot Z \cdot P \cdot P$	2,53
$+ 0,001341762 \cdot Z \cdot P$	1,80
$+ 0,8537754 \cdot Z \cdot K$	1,76
$+ 69,1705 \cdot K \cdot K \cdot K \cdot K$	0,86
$+ 0,0377199 \cdot Z \cdot B$	0,84
$- 0,004210483 \cdot Z \cdot K \cdot B \cdot B$	0,75
$+ 0,0000002323275 \cdot Z \cdot Z \cdot B \cdot P$	0,42

Таблица 5 - Модель расхода воды (В)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$B = - 187,18$	
$+ 0,000004781591 \cdot C \cdot P \cdot P$	22,18
$- 0,000008880279 \cdot C \cdot C \cdot P$	12,81
$+ 0,8042067 \cdot K \cdot P$	9,61
$- 0,0009274245 \cdot C \cdot Z \cdot B$	6,37
$+ 0,1136782 \cdot C \cdot K \cdot B$	6,06
$- 0,0000006952778 \cdot P \cdot P \cdot P$	5,79
$+ 0,00002524325 \cdot C \cdot C \cdot Z$	5,12
$- 0,04001065 \cdot K \cdot B \cdot P$	4,41
$- 0,4637370 \cdot K \cdot K \cdot P$	3,80
$+ 15,08764 \cdot B$	3,76
$+ 0,00000447903 \cdot C \cdot C \cdot C$	3,00
$- 0,00002531728 \cdot C \cdot Z \cdot Z$	2,95
$+ 0,006418583 \cdot Z \cdot Z$	2,84
$- 1,334756 \cdot K \cdot B \cdot B$	2,76
$+ 0,01011228 \cdot Z \cdot B \cdot B$	2,62
$- 0,0008823562 \cdot C \cdot C$	1,97
$- 0,000001741274 \cdot Z \cdot P \cdot P$	1,68
$+ 0,0001105525 \cdot Z \cdot B \cdot P$	1,52
$+ 72,98943 \cdot K \cdot K \cdot K$	0,77

Таблица 6 - Модель прочности бетона (В)

Многофакторная модель	Значимость переменной, %
$B = + 0,00023$	
$- 0,0000005112825 \cdot Ц \cdot П \cdot П$	20,99
$+ 0,0006987215 \cdot Ц \cdot Ц$	19,97
$+ 0,0000008718439 \cdot Ц \cdot Ц \cdot П$	15,69
$- 0,000001380863 \cdot Ц \cdot Ц \cdot Ц$	11,85
$- 0,07959993 \cdot Ц$	7,92
$+ 0,0000003742904 \cdot В \cdot П \cdot П$	6,69
$+ 0,00000004907188 \cdot П \cdot П \cdot П$	4,93
$+ 0,0001949311 \cdot З \cdot П$	3,54
$- 0,0000003864917 \cdot Ц \cdot В \cdot П$	3,06
$- 0,0000007990551 \cdot З \cdot З \cdot П$	2,35
$- 0,0000009106651 \cdot З \cdot В \cdot П$	2,28
$+ 0,0000004946904 \cdot Ц \cdot З \cdot З$	0,73
$- 0,0000005112825 \cdot Ц \cdot П \cdot П$	20,99

Для построения многофакторных математических моделей использовался шаговый регрессионный метод [3].

Шаговый регрессионный метод начинается с построения простой корреляционной матрицы и включения в регрессионное уравнение переменной, наиболее коррелируемой с откликом. Далее, в качестве следующей для включения в уравнение выбирается переменная с наибольшим квадратом частного коэффициента корреляции и так далее.

Переменная, которая была введена в модель на раннем шаге, на более позднем шаге может оказаться лишней из-за взаимосвязи ее с другими переменными, содержащимися в модели. Для проверки этого на каждом шаге вычисляется частный F-критерий для каждой переменной уравнения и сравнивается с заранее избранной процентной точкой соответствующего F-распределения. Это позволяет оценить вклад переменной в предположении, что она введена в модель последней, независимо от момента ее фактического введения. Переменная, дающая незначительный вклад, исключается из модели. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будут рассмотрены все переменные.

Затем для сравнения влияния факторов и установления относительной важности каждого из них использовано нормирование коэффициентов регрессии:

$$b_i = a_i \frac{S_{xi}}{S_{yi}}, \quad (1)$$

где  $b_i$  – коэффициент уравнения регрессии после нормирования;  $a_i$  – коэффициент уравнения регрессий до нормирования;  $S_{xi}$  – средняя квадратичная ошибка переменной  $X_i$ ;  $S_{yi}$  – средняя квадратичная ошибка отклика  $Y_i$ .

Нормирование коэффициентов регрессии возможно лишь при случайных переменных  $X_i$ .

Далее для полученной модели строится вектор ошибок и проверяется соответствие его закону нормального распределения. Последнее является необходимым условием для использования t-критерия и F-критерия при получении доверительных интервалов.

Проверка принадлежности вектора ошибок закону нормального распределения осуществляется с помощью критерия согласия Пирсона. Для проверки гипотезы  $H_0$  строится эмпирическое распределение вектора ошибок, определяется значение  $X$ , и, выбрав уровень значимости критерия  $A$ , по таблицам определяется теоретическое значение  $X_a$ . Если  $X = X_a$ , то нет основания отвергать гипотезу о нормальности распределения вектора ошибок.

Для проверки неадекватности модели используют средний квадрат ошибки  $S^2$ , как оценку величины  $\sigma^2$ , предполагая, что модель правильна. Если эти величины отличаются на порядок и более, делается вывод о неадекватности модели.

Проверка значимости уравнения регрессии (проверка нулевой гипотезы  $H_0: \epsilon_1 = \epsilon_2 = \dots = 0$ ) производится с помощью отношения средних квадратов  $SS(R/\epsilon_0)/(p-1)$ , которое рассматривается как  $F(p-1, v)$ -распределенная случайная величина, где  $SS(R/\epsilon_0)$  – сумма квадратов с учетом поправки на оценку коэффициента модели  $\epsilon_0$ ;  $p$  – число степеней свободы регрессии;  $n$  – количество вариантов для которых строится модель;  $v = n - p$  – число степеней свободы вектора ошибок. Для «статистически значимого» уравнения регрессии дисперсионное отношение должно превосходить теоретическое значение  $F(p-1, v, 1-a)$  с заданным уровнем значимости  $a$ .

Число наблюдений равно числу расчётов в соответствующей задаче. Уровень риска  $\beta$  для доверительного интервала обозначает вероятность  $\alpha$  совершения ошибки первого рода и используется для расчета доверительных интервалов уровня  $1-\alpha$  коэффициентов регрессии. Доля объясненной вариации в % – это квадрат коэффициента множественной корреляции  $R^2$ . Средний отклик означает среднее арифметическое всех наблюдаемых значений отклика (переменной  $Y$ ). Стандартная ошибка в процентах от среднего отклика – это мера величины стандартного отклонения остатков относительно среднего отклика рассчитывается как отношение стандартного отклонения остатков к среднему отклику.

Общий F-критерий служит для определения статистической значимости регрессионной модели, рассматриваемой на каждом этапе. Рассчитывается следующим образом:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \quad (2)$$

где  $S_1^2$  – средний квадрат, обусловленный регрессией;  $S_2^2$  – средний квадрат, обусловленный остатком.

Построение регрессионных уравнений производилось с помощью программы «SAP-СоМ» [4]. Программное обеспечение предусматривает также проверку принадлежности наборов показателей отдельного опыта данной выборке с целью поиска и исключения выбросов. В программе предусмотрена также возможность нормализации исходных данных.

Основные показатели многофакторных математических моделей приведены в таблице 7.

Таблица 7 - Основные характеристики многофакторных моделей

Показатель	К	П	Ц	В	В
Доля объясненной вариации, %	99,96	99,54	99,99	99,82	98,38
Коэффициент множественной корреляции	0,9998	0,9977	0,9999	0,9991	0,9919
Средний отклик	0,2665	297,94	109,77	57,97	3,89
Стандартная ошибка, % от среднего отклика	2,24	7,97	1,23	5,19	18,43
Стандартная ошибка S	0,00598	23,74	1,36	3,01	0,72
Общий F-критерий регрессии	89781,4	2619,4	68732,8	3418,3	642,11
Табличное значение общего F-критерия	3,91				

Исходными данными для подбора состава бетонной смеси являются: активность цемента и требуемый класс бетона. При подборе бетонной смеси, например, модель расхода керамзита примет следующий вид:

$$K = + 0,55905 - 0,00438116 \cdot B^2 + 0,0314615 \cdot B + 0,00017554 \cdot B^3. \quad (3)$$

Процесс подбора состава бетонной смеси начинается с формирования выборки методом Монте-Карло. Расход строительных материалов  $F$  определяется с помощью математических моделей (таблицы 2–5) по формуле:

$$F = F_M + (Random - 0,5) \cdot n \cdot S, \quad (4)$$

где  $F_M$  – расход материалов, рассчитанный по моделям (таблицы 2–5);  $n$  – учитываемое количество стандартных ошибок в модели, шт.;  $S$  – стандартная ошибка модели;  $Random$  – случайная величина в диапазоне от 0 до 1.

Для сформированной выборки состава бетона строится кривая нормального распределения, которая выражается следующим уравнением

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}, \quad (5)$$

где  $y$  – ордината кривой распределения (плотность распределения вероятности);  $x$  – значение изучаемого признака;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое значений ряда;  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение изучаемого признака;  $\pi$  – постоянное число (отношение длины окружности к длине её диаметра);  $e$  – основание натурального логарифма.

Известно, что если площадь фигуры, ограниченной кривой нормального распределения принять за 1 или 100 %, то можно рассчи-

тать площадь фигуры, заключенной между кривой и любыми двумя ординатами. Воспользовавшись формулой 5, можно на стадии подбора состава бетона рассчитать организационно-технологический риск (в процентах) не достижения бетоном требуемого класса  $x_m=B$  по следующей формуле

$$OTP = \frac{100}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^{x_m} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (6)$$

Тогда надёжность достижения бетоном требуемого класса в процентах рассчитывается по формуле

$$OTH = 100 - OTP. \quad (7)$$

#### Заключение

Предложен метод оценки организационно-технологической надёжности подбора состава бетона, позволяющий прогнозировать основные показатели конкретного керамзитобетона. Этот метод является универсальным и его можно использовать для оценки аналогичных показателей других бетонов.

#### Библиографический список

1. Притыкин Ф. Н. Автоматизированный способ оценки взаимного положения фрагментов изображений на чертежах металлорежущего инструмента / Ф. Н. Притыкин, Е. Е. Шмуленкова // Вестник СибАДИ, №1(19). – 2011. – С.59-62.
2. Чулкова И. Л. Вероятностная модель подбора составов тяжелых бетонов / И. Л. Чулкова, Т. А.

Санькова, С.М. Кузнецов // Изв. вузов. Строительство. –2008. –№ 10.

2. Дрепер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрепер, Г. Смит. – М.: Наука. 1973. – 392 с.

3. Санькова Т. А. Программа для проектирования составов бетонных смесей "SAPCoM" / Т. А.Санькова, И. Л. Чулкова //Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 10712 от 05.06.2008 г, инв. номер ВНТИЦ № 50200801135 от 02.06.2008. – 13с.

#### THE AUTOMATED DESIGN OF CONSTRUCTION COMPOSITES

I. L. Chulkova

The author offered multiple-factor models for selection of compositions of the keramzitovy concrete, the durabilities of concrete cubes received by results of tests under production conditions. By means of these models it is possible to estimate efficiency and organizational and technological reliability of selection of compositions of keramzitovy concrete.

*Чулкова Ирина Львовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные материалы и специальные технологии» ФГБОУ ВПО СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление структурообразованием строительных композитов. Общее количество публикаций 150. Электронная почта chulkova\_il@sibadi.org*

УДК 519.876.5

#### МОДЕЛИ ГАЗОТУРБИНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ: ДИНАМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Е. В. Шендалева

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы построения упрощенных нелинейных динамических моделей газотурбинных двигателей, используемые при проектировании и исследовании авиационных, транспортных, энергетических объектов и их систем управления.

**Ключевые слова:** модель, пространство состояний, газотурбинный двигатель

#### Введение

В ходе проектирования, опытного и серийного производства газотурбинных двигателей (ГТД) и их систем управления (САУ) используют разнообразные методы контроля их качества и надежности, в том числе мето-

ды имитационного моделирования, полунатурные и натурные испытания. Имитационное моделирование и полунатурные испытания ГТД и его систем управления позволяют сократить сроки и средства на проектирование и доводку изделий.

При исследовании режимов работы ГТД проводят математическое моделирование динамических характеристик двигателя, его топливных агрегатов и систем управления, условий их совместной работы, при этом возникает проблема выбора видов моделей двигателя и агрегатов применительно к различным стадиям жизненного цикла изделий.

Так, например, на стадии проектирования используют математические модели физических процессов, протекающих в двигателях и агрегатах, на стадии исследования их совместной работы и полунатурных испытаний [1, 2] используют модели в пространстве состояний.

В общем случае двигатели являются непрерывными нелинейными системами, поэтому используемые модели должны учитывать эту особенность тепловых машин [3]. Рассмотрим построение динамических моделей в пространстве состояний для малоразмерного газотурбинного двигателя (МГТД). Математическая модель режимной работы МГТД является нелинейной, то есть такой, для которой не выполняются свойства аддитивности и однородности. Его стационарная непрерывная линейная модель в пространстве состояний

$$\begin{cases} \dot{\bar{\mathbf{X}}} = \mathbf{A} \times \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{B} \times \bar{\mathbf{U}}, \\ \bar{\mathbf{Y}} = \mathbf{C} \times \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{D} \times \bar{\mathbf{U}}, \end{cases}$$

где  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{C}$ ,  $\mathbf{D}$  – матрицы коэффициентов состояния, управления, наблюдения и выхода, соответственно;  $\bar{\mathbf{U}}$  – вектор управляющих воздействий;  $\bar{\mathbf{Y}}$  – вектор наблюдаемых координат;  $\bar{\mathbf{X}}$  – вектор координат состояния.

Математическое описание линейной динамической модели (ЛДМ)

$$\begin{cases} \Delta \dot{\bar{\mathbf{X}}} = \mathbf{A}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{B}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{U}}; \\ \Delta \bar{\mathbf{Y}} = \mathbf{C}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{D}^{(k)} \times \Delta \bar{\mathbf{U}}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $\mathbf{A}^{(k)}$ ,  $\mathbf{B}^{(k)}$ ,  $\mathbf{C}^{(k)}$ ,  $\mathbf{D}^{(k)}$  – матрицы коэффициентов  $\mathbf{A}[q \times q]$ ,  $\mathbf{B}[q \times n]$ ,  $\mathbf{C}[m \times q]$ ,  $\mathbf{D}[m \times n]$ ;  $n$ ,  $m$ ,  $q$  – размерность управляющих воздействий, наблюдаемых координат, параметров состояния, соответственно;  $\Delta \bar{\mathbf{U}} = \bar{\mathbf{U}} - \bar{\mathbf{U}}^{(k)}$  – отклонение вектора управляющих воздействий от  $k$ -ой базовой точки;  $\Delta \bar{\mathbf{Y}} = \bar{\mathbf{Y}} - \bar{\mathbf{Y}}^{(k)}$  – отклонение вектора наблюдаемых координат от  $k$ -ой базовой точки;  $\Delta \bar{\mathbf{X}} = \bar{\mathbf{X}} - \bar{\mathbf{X}}^{(k)}$  – отклонение вектора параметров состояния от  $k$ -ой базовой точки.

Матрицы коэффициентов рассчитывают на установившихся режимах.

Алгоритм построения кусочно-линейной динамической модели (КЛДМ) базируется на

идее объединения совокупности ЛДМ с нелинейными статическими характеристиками [2].

$$\begin{cases} \bar{\mathbf{X}}_{CT} = (1-p) \times \bar{\mathbf{X}}^{(k)} + p \times \bar{\mathbf{X}}^{(k+1)}; \\ \bar{\mathbf{U}}_{CT} = (1-p) \times \bar{\mathbf{U}}^{(k)} + p \times \bar{\mathbf{U}}^{(k+1)}; \\ \bar{\mathbf{Y}}_{CT} = (1-p) \times \bar{\mathbf{Y}}^{(k)} + p \times \bar{\mathbf{Y}}^{(k+1)}, \end{cases} \quad (2)$$

где  $k = 1, 2, \dots, K-1$ ;  $p \in [0, 1]$ .

В этом случае статическая характеристика будет иметь вид ломаной линии.

Параметры ЛДМ в окрестности любой точки аппроксимированной статической характеристики также определяют с помощью кусочно-линейной аппроксимации по заданным матрицам коэффициентов

$$\begin{cases} \mathbf{A} = (1-p) \times \mathbf{A}^{(k)} + p \times \mathbf{A}^{(k+1)}; \\ \mathbf{B} = (1-p) \times \mathbf{B}^{(k)} + p \times \mathbf{B}^{(k+1)}; \\ \mathbf{C} = (1-p) \times \mathbf{C}^{(k)} + p \times \mathbf{C}^{(k+1)}; \\ \mathbf{D} = (1-p) \times \mathbf{D}^{(k)} + p \times \mathbf{D}^{(k+1)}. \end{cases} \quad (3)$$

Для выполнения расчета вводят параметр режима  $\eta$ , определяющий статическую характеристику и представляющий собой линейную комбинацию координат состояния и управления

$$\eta = \sum_{i=1}^I u_i \times x_i. \quad (4)$$

Коэффициент  $p$  определяют через параметр режима  $\eta$

$$p = \frac{\eta - \eta_k}{\eta_{k+1} - \eta_k} \quad \text{или} \quad p = \frac{x_i - x_i^{(k)}}{x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}}. \quad (5)$$

Тогда кусочно-линейная динамическая модель

$$\begin{cases} \dot{\bar{\mathbf{X}}}(t) = \mathbf{A}(\eta) \times (\bar{\mathbf{X}}(t) - \bar{\mathbf{X}}_{CT}(\eta)) + \mathbf{B}(\eta) \times (\bar{\mathbf{U}}(t) - \bar{\mathbf{U}}_{CT}(\eta)); \\ \bar{\mathbf{Y}}(t) = \mathbf{C}(\eta) \times (\bar{\mathbf{X}}(t) - \bar{\mathbf{X}}_{CT}(\eta)) + \mathbf{D}(\eta) \times (\bar{\mathbf{U}}(t) - \bar{\mathbf{U}}_{CT}(\eta)). \end{cases} \quad (6)$$

В настоящее время кусочно-линейные (нелинейные) динамические модели активно используют при разработке систем управления и исследовании их совместной работы с МГТД, однако большая размерность пространств состояний и управляющих воздействий приводит к сложности описания переходов двигателя с одной рабочей линии на другую. Обычно КЛДМ задают в виде поверхности статических режимов [4], где параметр режима представляет собой интерполяционный полином и является вектором, сформированным из параметров режима по каждому управляющему воздействию или параметру состояния [5].

Для режимной работы вспомогательного газотурбинного двигателя ВГТД-43 пространство функционирования определяется векторами:

– вектор  $\mathbf{X}$  параметров состояния размерностью  $q = 2$  ( $x_1 = n_{HD}$ ,  $x_2 = n_{ВД}$ , где  $n_{HD}$  и  $n_{ВД}$  – частота вращения компрессоров низкого и высокого давления);

– вектор  $\mathbf{U}$  управляющих воздействий размерностью  $n = 4$  ( $u_1 = G_T$  – расход топлива,  $u_2 = N_\Gamma$  – отбор мощности на работу электрогенератора,  $u_3 = \pi(\lambda)$  – газодинамическая функция,  $u_4 = \alpha_{HA}$  – угол поворота лопаток направляющего аппарата);

– вектор  $\mathbf{Y}$  наблюдаемых координат размерностью  $m = 10$  ( $y_1 = P_{2KHД}$  – давление за компрессором низкого давления,  $y_2 = P_{2KBД}$  – давление за компрессором высокого давления,  $y_3 = P_{2ТВД}$  – температура газов за турбиной высокого давления,  $y_4 = G_{BBX}$  – расход воздуха на входе в компрессор,  $y_5 = T_\Gamma$  – температура газов на входе в турбину низкого давления,  $y_6 = G_{ВОТБ}$  – расход отбираемого

воздуха,  $y_7 = P_{ОТБ}$  – давление отбираемого воздуха,  $y_8 = T_{ОТБ}$  – температура отбираемого воздуха,  $y_9 = N_{HD}$  – мощность на валу низкого давления,  $y_{10} = N_{ВД}$  – мощность на валу высокого давления).

При использовании традиционного подхода сложность аппроксимации вектора параметров режима  $\eta$ , векторов  $\bar{\mathbf{X}}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\bar{\mathbf{U}}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\bar{\mathbf{Y}}^{(i,j,g,l,r,s)}$  и матриц  $\mathbf{A}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\mathbf{B}^{(i,j,g,l,r,s)}$ ,  $\mathbf{C}^{(i,j,g,l,r,s)}$  и  $\mathbf{D}^{(i,j,g,l,r,s)}$ , где  $i, j$  – индексы вектора параметров состояния,  $r, s, g, l$  – индексы вектора параметров управляющих воздействий, с помощью интерполяционных полиномов значительно увеличивает время расчета параметров модели ВГТД-43.

$$\left\{ \begin{aligned} \dot{n}_{HD}(t) &= a_{11}(\eta) \times \Delta n_{HD} + a_{12}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + b_{11}(\eta) \times \Delta G_T + b_{12}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + \\ &+ b_{13}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + b_{14}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ \dot{n}_{ВД}(t) &= a_{21}(\eta) \times \Delta n_{HD} + a_{22}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + b_{21}(\eta) \times \Delta G_T + b_{22}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + \\ &+ b_{23}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + b_{24}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ P_{2KHД}(t) &= P_{2KBД}(\eta) + c_{11}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{12}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{11}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{12}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{13}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{14}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ P_{2KBД}(t) &= P_{2KBД}(\eta) + c_{21}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{22}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{21}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{22}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{23}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{24}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ T_{2ТВД}(t) &= T_{2ТВД}(\eta) + c_{31}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{32}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{31}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{32}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{33}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{34}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ G_{BBX}(t) &= G_{BBX}(\eta) + c_{41}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{42}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{41}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{42}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{43}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{44}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ T_\Gamma(t) &= T_\Gamma(\eta) + c_{51}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{52}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{51}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{52}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{53}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{54}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ G_{ВОТБ}(t) &= G_{ВОТБ}(\eta) + c_{61}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{62}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{61}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{62}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{63}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{64}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ P_{ОТБ}(t) &= P_{ОТБ}(\eta) + c_{71}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{72}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{71}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{72}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{73}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{74}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ T_{ОТБ}(t) &= T_{ОТБ}(\eta) + c_{81}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{82}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{81}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{82}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{83}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{84}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ N_{HD}(t) &= N_{HD}(\eta) + c_{91}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{92}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{91}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{92}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{93}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{94}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}; \\ N_{ВД}(t) &= N_{ВД}(\eta) + c_{101}(\eta) \times \Delta n_{HD} + c_{102}(\eta) \times \Delta n_{ВД} + d_{101}(\eta) \times \Delta G_T + \\ &+ d_{102}(\eta) \times \Delta N_\Gamma + d_{103}(\eta) \times \Delta \pi(\lambda) + d_{104}(\eta) \times \Delta \alpha_{HA}. \end{aligned} \right. \quad (7)$$

Одним из методов построения КЛДМ в пространстве состояний является метод кусочно-линейной интерполяции. Исходными данными для построения КЛДМ являются:

1) статические характеристики МГТД по координатам состояния  $\bar{\mathbf{X}}$  и наблюдения  $\bar{\mathbf{Y}}$  как функции управляющих координат  $\bar{\mathbf{U}}$ ;

2) ЛДМ, определенные в базовых точках рабочих линий,

$$\left\{ \begin{aligned} \bar{\mathbf{X}} &= \mathbf{A}^{ij} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{B}^{glrs} \times \Delta \bar{\mathbf{U}}, \\ \bar{\mathbf{Y}} &= \mathbf{C}^{ij} \times \Delta \bar{\mathbf{X}} + \mathbf{D}^{glrs} \times \Delta \bar{\mathbf{U}} \end{aligned} \right.$$

где  $g, l, r, s$ , – индексы рабочих линий при различных управляющих воздействиях.

Для описания кусочно-линейной интерполяции в многомерных пространствах используют  $n$ -мерные симплексы с барицентрическими координатами [6]. Процедура симплексного метода базируется на разбиении  $N$ -мерного пространства на регулярные симплексы, представляющем собой выпуклые многогранники, образованные  $N+1$  равностоящими вершинами.

Если в  $N$ -мерном пространстве существует система из  $n+1$  точки  $\bar{x}^1, \bar{x}^2, \dots, \bar{x}^{n+1} \in \mathbf{R}^N$ , обладающая свойством

$$\det \begin{vmatrix} x_1^1 & x_1^2 & \dots & x_1^{n+1} \\ x_2^1 & x_2^2 & \dots & x_2^{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^1 & x_n^2 & \dots & x_n^{n+1} \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix} = 0,$$

и  $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbf{R}^N$  имеет решение, а вектор  $\bar{\eta} = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_{n+1})$  обладает барицентрическими координатами точки  $\bar{x} \in \mathbf{R}^N$  и находится внутри симплекса  $S_n$

$$\bar{\eta} = \begin{vmatrix} x_1^1 & x_1^2 & \dots & x_1^{n+1} \\ x_2^1 & x_2^2 & \dots & x_2^{n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^1 & x_n^2 & \dots & x_n^{n+1} \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix}^{-1} \times \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \\ 1 \end{vmatrix}. \quad (8)$$

Тогда кусочно-линейная интерполяция в многомерном пространстве

$$\tilde{f}(\bar{x}) = \sum_{i=1}^{n+1} f_i \times \eta_i(\bar{x}), \text{ где } f_i \text{ – значения функции}$$

в вершинах симплекса  $S_n$ , сводится к разбиению этого пространства на  $n$ -мерные симплексы.

При построении интерполяционной функции в двумерной области, необходимо разбить область на прямоугольники, которые разбиты на треугольники, как показано на рисунке 1а. Рассмотрим нижний треугольник  $(\bar{x}^1, \bar{x}^2, \bar{x}^3)$ . С помощью переноса начала системы координат и масштабирования множителей можно свести задачу к интерполяции на квадрате со стороной, равной единице (рисунк 1б). Новая система координат

$$\hat{x} = \left( \frac{x_1 - x_1^1}{\eta_1}, \frac{x_2 - x_2^1}{\eta_2} \right).$$

Для построения линейной функции  $\tilde{f}(\hat{x}^1, \hat{x}^2)$ , принимающей в соответствующих вершинах значения  $f_1, f_2$  и  $f_3$  достаточно построить функции  $\eta_1, \eta_2, \eta_3$  (рисунк 1в). После построения интерполяционной формулы в симплексе  $\hat{S}_2$  с помощью обратного преобразования переходим в исходный симплекс  $S_2$

$$\begin{vmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}^{-1} \times \begin{vmatrix} \hat{x}^1 \\ \hat{x}^2 \\ 1 \end{vmatrix},$$

где  $1 = 1 - \eta_2 - \eta_3$ ,  $\eta_2 = \hat{x}^1$ ,  $\eta_3 = \hat{x}^2$ .

Тогда

$$\tilde{f}(\hat{x}^1, \hat{x}^2) = f_{00} \times (1 - \hat{x}^1 - \hat{x}^2) + f_{10} \times \hat{x}^1 + f_{01} \times \hat{x}^2.$$

Формулы кусочно-линейной интерполяции в исходных переменных:

$$\tilde{f}(\hat{x}^1, \hat{x}^2) = f_1 \times \left( 1 - \frac{x_1 - x_1^1}{\eta_1} - \frac{x_2 - x_2^1}{\eta_2} \right) + f_2 \times \frac{x_1 - x_1^1}{\eta_1} + f_3 \times \frac{x_2 - x_2^1}{\eta_2}$$

где  $(x_1^1, x_2^1)$  – координаты вершины с номером 1.

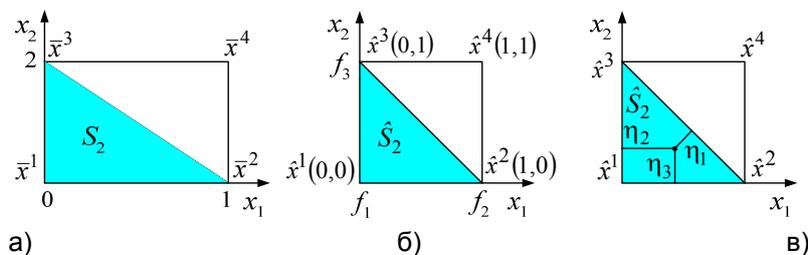


Рис. 1. Преобразования симплексов

Пусть дан трехмерный куб (рисунк 2) с ребром, равным единице.

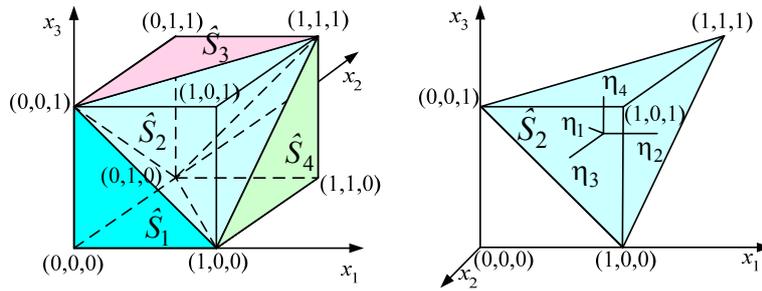


Рис. 2. Разбивка куба на трехмерные симплексы

Разобьем этот куб на трехмерные симплексы следующим образом:

1) Симплекс  $S_1$   $\{(0,0,0), (1,0,0), (0,0,1), (0,1,0)\}$ ,  $\bar{X} \in S_1$  при условии:

$$x_1 + x_2 + x_3 < 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1;$$

2) Симплекс  $S_2$   $\{(1,0,1), (0,0,1), (1,0,0), (1,1,1)\}$ ,  $\bar{X} \in S_2$  при условии:

$$x_1 - x_2 + x_3 > 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1;$$

3) Симплекс  $S_3$   $\{(0,1,1), (1,1,1), (0,0,1), (0,1,0)\}$ ,  $\bar{X} \in S_3$  при условии:

$$-x_1 + x_2 + x_3 > 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1;$$

4) Симплекс  $S_4$   $\{(1,1,0), (1,0,0), (1,1,1), (0,1,0)\}$ ,  $\bar{X} \in S_4$  при условии:

$$x_1 + x_2 - x_3 > 1, 0 < x_1, x_2, x_3 < 1.$$

Если точка  $\bar{X}$  удовлетворяет  $0 < x_1, x_2, x_3 < 1$  и не принадлежит симплексам  $S_1, S_2, S_3,$

$S_4$ , то эта точка принадлежит симплексу  $S_5$   $\{(0,0,1), (1,0,0), (1,1,1), (0,1,0)\}$ .

Базисные функции  $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$  симплекса  $S_5$  удовлетворяют

$$\begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \\ \eta_3 \\ \eta_4 \end{vmatrix}, \quad (9)$$

откуда:  $\eta_1 = (-1 + x_3 + x_1 - x_2)/2$ ;  $\eta_2 = (1 + x_1 - x_2 - x_3)/2$ ;  $\eta_3 = (-1 + x_1 + x_2 + x_3)/2$ ;  $\eta_4 = (1 - x_1 + x_2 - x_3)/2$ .

Следовательно

$$\tilde{f}(x_1, x_2, x_3) = f_{000} \times \eta_1 + f_{100} \times \eta_2 + f_{111} \times \eta_3 + f_{010} \times \eta_4.$$

Пример подобного разбиения изображен на рисунке 3.

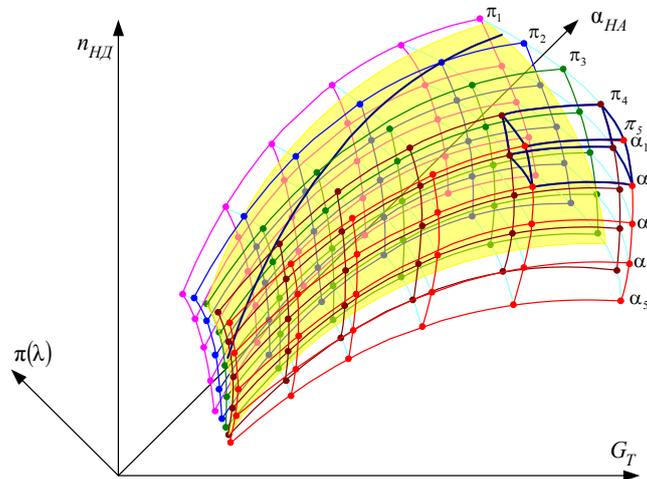


Рис. 3. Характеристики МГТД в пространстве управляющих воздействий

При реализации алгоритма моделирования:

1) задают исходные данные:

– начальные условия по параметрам состояния, входным и выходным параметрам, коэффициенты матриц состояния, управления, наблюдения и выхода в базовых точках;

– размерность векторов параметров состояния, входным и выходным параметрам;

2) разбивают многомерное пространство параметров на двумерные, трехмерные, четырехмерные, ..., симплексы в зависимости от размерности входных параметров и вносят данные разбиения в базу данных;

3) выбирают симплекс в зависимости от вектора входных параметров;

4) нормализуют симплекс;

5) рассчитывают параметр режима через барицентрические координаты;

6) определяют кусочно-линейную интерполяцию исходных переменных;

7) производят обратную нормализацию исходных переменных;

8) рассчитывают коэффициенты матриц состояния, управления, наблюдения и выхода в зависимости от параметра режима;

9) рассчитывают модель в пространстве состояний.

### Заключение

Таким образом, получена система уравнений, описывающая поведение непрерывной нелинейной системы уравнениями КЛДМ в пространстве состояний.

Использование многомерной КЛДМ МГТД в ходе математического моделирования совместной работы двигателя и его агрегатов, полунатурных испытаний агрегатов позволили исследовать как режимы отдельного управления по каждому управляющему параметру, так и режимы комплексного (совместного, группового) управления и, тем самым, решить задачи полунатурных совместных испытаний двигателя и агрегатов на динамических режимах, что позволяет повысить качество и надежность ГТД и его топливорегулирующей аппаратуры.

### Библиографический список

1. Технология регулирования топливной аппаратуры систем автоматического управления газотурбинных двигателей с использованием моделирующих стендов / Шендалева Е. В., Жильцов В. В., Тэттер В. Ю. // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2005, №7. – С. 15 – 21.

2. Идентификация характеристик преобразователей при регулировке топливных регуляторов САУ ГТД после сборки / Шендалева Е. В., Тэттер

В.Ю. // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2004, №4. – С. 7 – 14.

3. Построение имитационной модели двухбалочного мостового крана / Ахтулов А. Л., Ахтулова Л. Н., Кирасиров О. М., Машонский В. А. // Вестник СибАДИ. – 2012, вып. 3(25). – С. 7 – 10.

4. Огибающая однопараметрического семейства поверхностей как особенность отображения ортогональным проецированием гиперповерхности, заданной в 4-х мерном пространстве параметрическими уравнениями, на гиперплоскость / Ляшков А. А., Волков В. Я., Прокопец В. С. // Вестник СибАДИ. – 2012, вып. 1(23). – С. 56 – 59.

5. Добрянский Г. В. Динамика авиационных ГТД. / Г. В. Добрянский, Т. С. Мартынова. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

6. Динамические модели дизельных двигателей: пространство состояний / Е. В. Шендалева // Труды / Вестник Сибирского отделения Академии военных наук. – Омск. 2011, №10: МНПК «Производство, модернизация, эксплуатация многоцелевых гусеничных и колесных машин. Подготовка специалистов». – С.389–393.

### GAS TURBINE ENGINE SIMULATION IN STATE SPACE: DYNAMIC ASPECT

E. V. Shendaleva

The article considered methods of gas turbine engine state space modeling commonly used in aviation, transport, power systems engineering.

*Шендалева Елена Владимировна - к.т.н., доцент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа, стандартизация и сертификация» Омский государственный технический университет. Основное направление научных исследований: Автоматизация, управление качеством, испытания авиационной техники. Количество публикаций: 84. e-mail: ShendalevaEV@yandex.ru*

УДК 625.76

## ИНТЕРФЕЙС СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДОВ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

В. С. Щербаков, А. В. Жданов, В. В. Меньков

**Аннотация.** В статье представлен интерфейс разработанной в СибАДИ системы автоматизации проектирования гидроприводов рулевого управления. Описан принцип работы и рассмотрены её основные окна, в которые пользователем вводятся исходные данные основных гидроэлементов.

**Ключевые слова:** система автоматизации проектирования, гидропривод рулевого управления, программный продукт.

**Введение**

Известные методики оптимизации пара-

метров и системы автоматизации проектирования (САПР) различных объектов достаточно сложны в работе для рядовых инженеров и проектировщиков. Подобные методики, представленные в виде алгоритмов и блок-схем, требуют от пользователя знаний во многих областях науки: теории алгоритмов, баз данных, теории дифференциальных уравнений, задач анализа, синтеза и многом другом. Для облегчения работы инженеров в СибАДИ разработана специализированная САПР, позволяющая в интерактивном режиме оптимизировать необходимые для проектирования параметры.

**Описание интерфейса**

Разработанный в СибАДИ алгоритм САПР гидроприводов рулевого управления (ГРУ) [1], положен в основу программного продукта (ПП) для автоматизированного проектирования ГРУ.

ПП позволяет в интерактивном режиме подобрать гидроэлементы для сборки ГРУ по введенным исходным данным, проконтролировать промежуточные параметры и оценить

эффективность оптимизации по параметрам давления и быстродействия системы.

ПП разработан для использования его на предприятиях, эксплуатирующих колесные машины, управление поворотом которых происходит посредством ГРУ.

Предложенный ПП для автоматизированного проектирования ГРУ составлен в интегрированной среде разработки Borland Delphi 7, позволяющей создавать Windows-приложения с использованием баз данных на основе объектно-ориентированного программирования [2].

Интерфейс ПП состоит из 6 окон, соответствующих этапам САПР ГРУ [1]. Окна состоят из полей для ввода исходных данных, полей для отображения результатов оптимизации и полей для подбора марок гидроагрегатов по выбранным оптимальным параметрам.

В первом окне (рис.1) производится ввод исходных данных, предоставленных заказчиком.

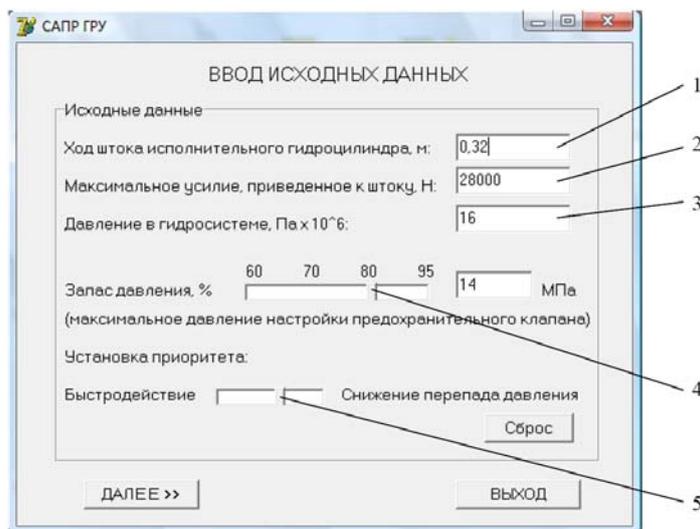


Рис. 1. Окно для ввода исходных данных

В соответствии с пунктом 1 САПР необходимо ввести данные, указанные заказчиком в соответствующие поля 1...3, запас по давлению вводится с помощью ползунка 4, который устанавливает запас 60, 70, 80 и 95 % от давления настройки предохранительного клапана. Приоритет между быстродействием системы и снижением перепада давления устанавливается ползунком 5, который распределяет значимость между весовыми коэффициентами критерия давления и быстродействия от 0 до 1.

При нажатии кнопки «Сброс» происходит очистка всех полей и сброс ползунков в нулевое положение. При нажатии кнопки «ДАЛЕЕ» происходит переход в следующее окно расчета и выбора исполнительного гидроцилиндра, а при нажатии кнопки «ВЫХОД» происходит закрытие ПП.

В окне выбора гидроцилиндра (рис. 2.) в полях 1...5 выводятся параметры выбранного гидроцилиндра: диаметр поршня, штока, ход и объемы рабочих полостей. Для выбора марки гидроцилиндра необходимо указать

его тип: с односторонним или двухсторонним штоком и при нажатии кнопки «РАСЧЕТ» происходит выбор гидроцилиндра в соответствии с оптимизированными параметрами. Марка гидроцилиндра высвечивается во втором окне (рис. 2.).

При нажатии кнопки «ДАЛЕЕ» происходит переход в следующее окно расчета параметров и выбора гидромотора обратной связи. При нажатии кнопки «НАЗАД» происходит переход в предыдущее окно ввода исходных данных.

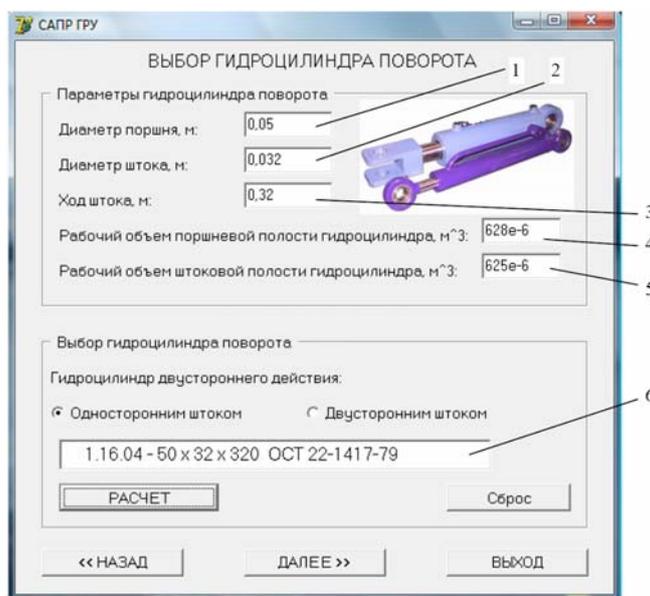


Рис. 2 . Окно расчета параметров и выбора гидроцилиндра

В окне выбора гидромотора обратной связи (рис. 3.) необходимо указать тип пары героторная или героллерная. При нажатии кнопки «РАСЧЕТ» в полях выводятся параметры выбранного гидромотора обратной связи: рабо-

чий объем, геометрические параметры пары и КПД. При нажатии кнопки «ДАЛЕЕ» происходит переход в следующее окно расчета подачи и выбора питающего насоса.

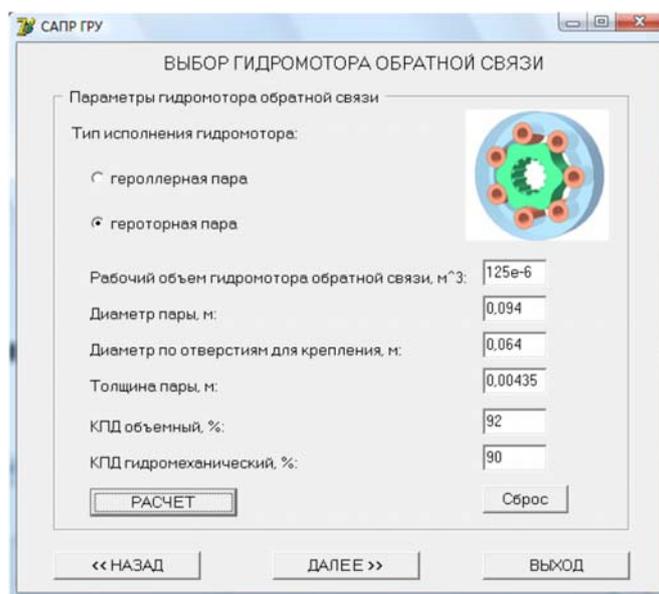


Рис. 3. Окно расчета параметров и выбора гидромотора обратной связи

В окне расчета подачи питающего насоса (рис. 4) высвечиваются исходные данные для

контроля и при нажатии кнопки «РАСЧЕТ» - уравнения регрессии вида [1]:

$$Q_{\text{НАС}} = f(q_M, F_{\text{Ц}}), \quad (1)$$

рассчитывается подача питающего насоса, где  $Q_{\text{НАС}}$  – оптимальная подача питающего насоса;  $q_M$  – рабочий объем гидромотора обратной связи;  $F_{\text{Ц}}$  – сила поворота, приведенная к штоку гидроцилиндра. Если в базе данных нет уравнения регрессии для выбранных параметров, то предусмотрен его ввод по-

средством нажатия кнопки «ВВОД НОВОГО УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ». В нижней части окна отображается марка выбранного насоса и его основные параметры: рабочий объем, давление, частота вращения вала и КПД.

При нажатии кнопки «ПРОВЕРКА» (рис. 4.) вычисляются численные значения целевых функций вида (2) и (3) для контроля за эффективностью оптимизации (рис. 5.).

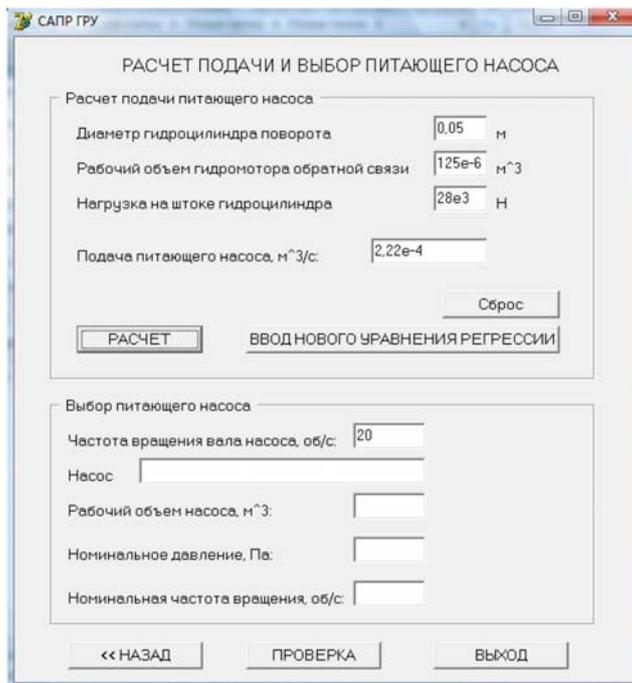


Рис. 4. Окно расчета параметров и выбора питающего насоса

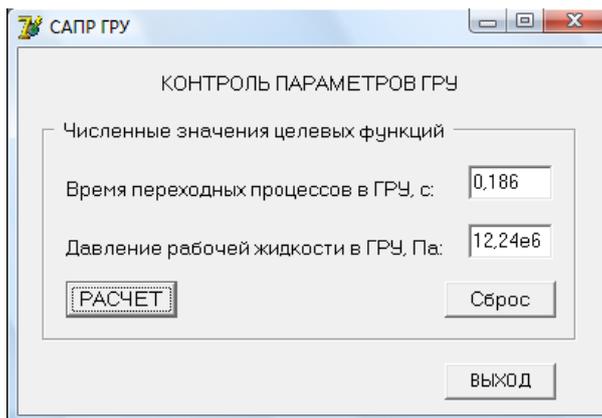


Рис. 5. Окно для проверки значений целевых функций

На рис. 6. представлено окно для ввода коэффициентов уравнения регрессии вида (1) и зависимостей давления питающего насоса  $p$  и времени переходных процессов  $t$  при оптимальной подаче насоса  $Q_{\text{НАС}}$  [1]:

$$p = f(q_M, F_{\text{Ц}}); \quad (2)$$

$$t = f(q_M, F_{\text{Ц}}). \quad (3)$$

Для записи уравнений в базу данных с последующей возможностью их использования необходимо ввести исходные данные первого окна, коэффициенты уравнений регрессии второй степени для расчета оптимальной подачи питающего насоса и числен-

ных значений целевых функций для критерия давления и быстродействия при рассчитан-

ной подаче. Запись происходит при нажатии кнопки «ЗАПИСЬ В БАЗУ ДАННЫХ».

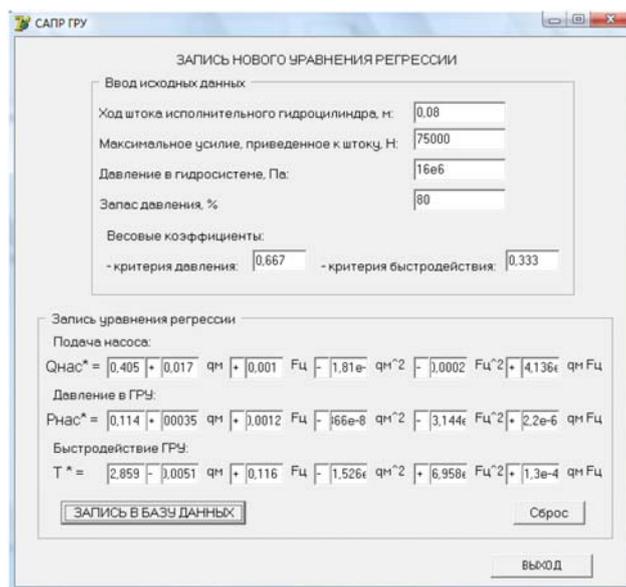


Рис. 6 . Окно для ввода коэффициентов уравнения регрессии

### Заключение

На рис. 1...6 приведены виды окон ПП для оптимизации параметров и выбора элементов ГРУ в автоматизированном режиме. Применение разработанного в СибАДИ ПП на предприятиях позволит снизить время проектирования ГРУ, создаваемого как для новых машин, как так и при модернизации существующих, а так же сократить число конструкторов и способствовать повышению качества ГРУ.

### Библиографический список

1. Щербаков В. С. Структура и алгоритм системы автоматизированного проектирования гидропривода рулевого управления / В. С. Щербаков, А. В. Жданов, В. В. Меньков // Вестник Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). – 2008. – Вып. 3. – С. 72-74.
2. Жданов А. В. Обоснование основных конструктивных параметров гидравлических рулевых механизмов строительных и дорожных машин с шарнирно-сочлененной рамой: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. – Омск, 2007. – 207 с.

### THE SYSTEM INTERFACE DESIGN AUTOMATION HYDRAULIC STEERING

V. S. Sherbakov,  
A. V. Zhdanov, V. V. Menkov

In article the interface of software product for the automated designing hydrodrives of steering mechanism in the automated mode is presented. The principle of work is described and its basic

windows into which by the user initial and correcting data are entered are considered, the calculated parameters and marks of the chosen hydroelements on the basis of comparison of the parameters incorporated in databases are displayed.

*Щербаков Виталий Сергеевич - доктор технических наук, профессор. Основные направления научной деятельности: Системы управления СДМ.*

*Жданов Алексей Валерьевич - кандидат технических наук, доцент. Основные направления научной деятельности: совершенствование гидравлических систем управления поворотом колесных строительных и дорожных машин. Общее количество опубликованных работ: 33. e-mail: avzh\_1984@mail.ru*

*Меньков Виталий Викторович – соискатель. Основные направления научной деятельности: Автоматизация проектирования гидроприводов рулевого управления. Общее количество опубликованных работ: 6. e-mail: menkov\_vv@mail.ru*

## РАЗДЕЛ IV

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

---

УДК: 332.055.2

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ТЕРРИТОРИИ СУБЪЕКТА ФЕДЕРАЦИИ

В. В. Алещенко, А. А. Кораблева

**Аннотация.** В статье исследуется вопрос развития малого инновационного предпринимательства в Омской области. Проводится анализ этапов жизненного цикла инновационных компаний в сравнении с другими регионами. Рассматриваются формы поддержки инновационных проектов на федеральном и региональном уровне. Формулируются предложения по повышению эффективности инновационной инфраструктуры региона.

**Ключевые слова:** малое предпринимательство, инновационный проект, инновационное развитие региона.

#### Введение

Значение малого инновационного предпринимательства (далее МИП) как составляющей регионального развития трудно переоценить. Опираясь на внутренние ресурсы региона, действуя в высокотехнологичной и высококонкурентной среде, МИП способно придать новые импульсы региональному развитию в условиях возрастающей глобальной конкуренции. Гибкость и меньший масштаб проектов малых фирм позволяет экономике региона быть более восприимчивой к изменениям социально-экономической ситуации, эффективно использовать бюджетные ресурсы, привлекать дополнительные инвестиции («умные деньги»), активно задействовать потенциал исследовательских центров и университетов, выходить на новые рынки, создавать высокотехнологичную систему кооперации с крупными, регионообразующими компаниями и т.п. В то же время именно МИП, в отличие от крупного бизнеса, в большей степени чувствительно и зависимо от уровня поддержки на уровне региона.

Основным в государственной политике на региональном уровне является реализация системы законодательных и организационных мер, направленных на создание и поддержку инновационного климата и инновационной инфраструктуры [1, с. 114]. Ключевая особен-

ность инновационной инфраструктуры состоит в ориентации на профильные кластеры региона и на максимальное использование конкурентных преимуществ территории. С этой точки зрения в статье анализируется существующая система развития МИП на региональном уровне (на примере Омской области), включая вопросы его государственной поддержки и стимулирования. Под «инновационным предпринимательством» здесь понимается деятельность, направленная на получение дохода от реализации инновационного проекта. Под «инновационным проектом» – проект по целенаправленному созданию инновации и выведению её на рынок.

#### Фазы жизненного цикла инновационного проекта

Нижеприведённый анализ основывается на жизненном цикле инновационного проекта. Отметим, что МИП по своей природе является венчурным бизнесом (высокотехнологичным, высокоприбыльным и высокорисковым), что налагает дополнительные ограничения на реализацию инновационного проекта. По сути, инновационное предпринимательство предполагает «овеществление», коммерциализацию научной идеи в рамках специально созданного предприятия, финансирование под которое нельзя получить из «традиционных» кредитных источников. Главной особенностью

здесь является «привязка» источников финансирования к фазам жизненного цикла – последовательных, иногда перекрывающихся и независимых от отраслевой специфики стадий реализации инновационного проекта. В этой связи система поддержки и стимулиро-

вания МИП на уровне региона должна «сопровождать» процесс реализации инновационного проекта на всех фазах его жизненного цикла. Фазы жизненного цикла инновационного проекта представлены на рисунке 1.



Рис.1. Фазы жизненного цикла инновационного проекта

Если рассматривать эту схему с точки зрения особого, «инновационного» типа инвестирования, то можно выделить следующие подгруппы инвесторов – людей/компаний, финансово заинтересованных в реализации той или иной стадии инновационного проекта.

1) Государственные (федеральные) российские и международные фонды и программы, осуществляющие финансирование разработки технологии на самых ранних этапах: Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), программы Европейского Союза, в частности, EurekaAid и другие. Эта группа предоставляет значительный объем финансирования, аккумулирует большое количество научно-технической информации и оказывает существенное влияние на тенденции развития науки. Поддержка МИП происходит в

фазах генерации знаний и «посева» (организационно-юридическое оформление компании и создание опытного образца).

2) Негосударственные, в том числе международные фонды, гранты и программы. Часто участники этой подгруппы начинают инвестировать в разработки только тогда, когда исследовательские коллективы уже получили финансирование от государственных фондов и в рамках российских и международных программ. Фактически они актуальны для тех же фаз жизненного цикла МИП, но в своих подходах и требованиях несколько отличаются от предыдущей подгруппы (специализированы и предъявляют более жесткие требования).

3) Промышленные компании, финансирующие научно-исследовательские и опытно-

конструкторские работы с целью выпуска новой продукции или внедрения новых технологий в свои производства. Сюда же можно отнести личные средства участников инновационного проекта, средства друзей и пожертвования. Как правило, незначительны в общем объеме средств МИП и также актуальны на стадиях генерации знаний и посева [2, с. 62].

4) «Бизнес - ангелы» и венчурные фонды предоставляют инвестиции в обмен на полную или частичную передачу прав на результаты исследований с целью их дальнейшей эксплуатации или перепродаже стратегическому инвестору. «Бизнес-ангелам» интересны инновационные проекты на стадиях посева и начального раннего роста. Венчурные фонды подключаются позже, они работают с проектами, уже прошедших предварительную апробацию рынком, и требующих значительных инвестиций. Фактически именно эта подгруппа инвесторов дает путевку в жизнь научным открытиям и технологическим идеям.

5) Фонды прямых инвестиций, банки и другие участники финансового рынка, заинтересованные в реализации «обычного» бизнес - проекта, находящегося на «зрелых», масштабных и коммерчески успешных стадиях жизненного цикла.

Стоит особо отметить, что каждый из обозначенных игроков-инвесторов преследует собственные, «внутрикорпоративные» интересы и любой инновационный проект представляет для него интерес лишь в определенной фазе его жизненного цикла. Оценивая для себя возможность участия в том или ином инновационном проекте, инвестор всегда определяет для себя сроки и условия выхода из него. Соответственно, система стимулирования и поддержки МИП на уровне региона должна быть комплексной и поддерживать игроков всех обозначенных выше стадий жизненного цикла инновационного проекта с учетом интересов региона [3, с. 126].

К числу субъектов МИП, помимо упомянутых инвесторов, относятся владельцы интеллектуальной собственности на результаты НИОКР (ВУЗы, НИИ, ученые, изобретатели и др.), менеджмент инновационных компаний, а также обслуживающие инновационный проект сторонние организации (в том числе инфраструктурного толка). В этом смысле регион может «зарабатывать» не только на налогах от деятельности инновационных компаний, но и на «генерировании» инновационных проектов, их «упаковке», «продаже» инвесторам и т.п. Так выпускниками Массачусетского технологического института за последние 20 лет

основано более 2 тысяч компаний, совокупный объем производства которых сопоставим с ВВП страны среднего размера [4, с. 49]. Далеко не все из этих компаний зарегистрированы и размещают свое производство в штате Массачусетс и вообще в США, но выгоды для региона с точки зрения инновационного предпринимательства очевидны.

Для оценки количественных пропорций упомянутой системы воспользуемся данными, которые использует в своей практической деятельности Национальное содружество бизнес-ангелов России «СБАР» [5]. Согласно представленной информации только 2,3 % научных идей и разработок вызывают коммерческий интерес у инвестора, из них всего пятая часть пройдет процедуру преинвестиционной оценки, из которых лишь 10-15 % в результате получают реальные инвестиции (менее 0,1 % от исходного количества представленных к первичному рассмотрению бизнес-планов). Все остальные инновационные проекты на данной стадии по той или иной причине оказываются неготовыми к коммерческому использованию.

Таким образом, задачи системы поддержки и стимулирования МИП на региональном уровне состоят в выявлении и ликвидации «узких мест» процесса трансформации научных знаний в привлекательные с точки зрения бизнеса инновационные проекты, а также в максимальном использовании конкурентных преимуществ региона для целей инновационного предпринимательства.

### **Специфика функционирования системы МИП на примере Омской области.**

Обладая рядом особенностей, Омская область является, тем не менее, характерным регионом Российской Федерации. Концентрация населения в областном центре, в котором сосредоточены научные организации и промышленные предприятия, позволяет снижать инфраструктурные издержки и формировать конкурентоспособную структуру экономики, в том числе, в области инноваций. Рассмотрим далее практику функционирования представленной выше системы МИП субъекта Федерации на примере Омской области.

Первый этап развития инновационных проектов региона – **стадию генерации знаний**, можно охарактеризовать рядом показателей. Так, Омская область обладает достаточно высоким научно-инновационным потенциалом. Академическая наука в регионе представлена деятельностью Омского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН), объединяющего пять научных институтов и подразделений.

Отраслевая наука представлена 17 научно-исследовательскими организациями, 12 конструкторским бюро и рядом промышленных предприятий. В области действуют 20 высших учебных заведений, работает свыше 450 докторов наук, более 2500 кандидатов наук. В научной сфере региона занято более 10 тыс. человек, и более 180 малых предприятий - в научно-технической сфере.

В сравнении с соседними регионами Омская область занимает достаточно высокие позиции, однако доля региона в НИОКР Сибири снижается. Так, по числу студентов учреждений высшего профессионального образования Омская область занимает 12 место среди всех субъектов РФ (537 студентов на 10 тыс. населения в 2010 г.) и четвертое место в Сибирском федеральном округе (далее СФО), вслед за Томской, Новосибирской и Иркутской областями. Число научных организаций в Омской области в абсолютном и относительном выражении по СФО снизилось – с 10,3 % в 2005 г. до 9,7 % в 2010 г. По данному показателю Омская область занимает то же четвертое место в СФО, уступая тем же регионам [6, с. 546].

За период 2005-2010 гг. численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками в Омской области, снизилась на треть (с 9367 до 6125 чел.), результатом чего явилось снижение доли Омской области по данному показателю в СФО с 15,4 % до 11,6 %. Здесь Омская область вновь занимает четвертое место, но уже после Новосибирской, Томской областей и Красноярского края.

Число выданных патентов на изобретения в Омской области за 2005-2010 гг. несколько выросло (со 197 до 205 шт.), на полезные модели – со 111 до 171 шт. за год. Доля региона в СФО по данным показателям колеблется незначительно: в пределах 9,3-9,7 % по выданным патентам на изобретения и в диапазоне 8,9-9,5 % по выданным патентам на полезные модели [7, с. 807]. В целом, темпы роста выданных патентов на изобретения в Омской области (также как в СФО и РФ) и за последние 3 года снижаются, однако эксперты отмечают, что большинство инновационных компаний предпочитает работать с незапатентованными технологиями, т.к. рынок даже внутри страны довольно большой, и интересы компаний, производящих аналогичную продукцию, могут не пересекаться [8].

Как было отмечено, финансовая поддержка государством МИП на самой первой стадии его жизненного цикла является определяющей. Субъекты инновационного предпринимательства региона имеют возможность обра-

титься к федеральным и региональным фондам и программам поддержки. Так, Министерство образования и науки РФ проводит отбор на предоставление грантов аспирантам первого и второго года обучения на выполнение научных исследований. Конкурс проводится в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 - 2013 гг.

Широко применяемым инструментом финансирования инновационных проектов на первой фазе жизненного цикла является программа «УМНИК» («Участник молодежного научно-инновационного конкурса»). Программа оказывается Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, более известным как «Фонд Бортника». В 2012 г. 19 омских проектов получили гранты по этой программе в размере 200 тысяч рублей.

Активно работает Зворыкинский инновационный проект (программа Федерального агентства по делам молодежи). В последнем конкурсе (май 2012 года) из 200 проектов со всей России, прошедших первый этап отбора, 6 принадлежат омским авторам. Для сравнения – новосибирских авторов здесь также 6, томских и красноярских – по 10. В рейтинге инновационной активности, который составляется по результатам участия в Зворыкинском проекте, из 89 регионов Омская область занимает 35 место, Томская область – 13 место, Новосибирская – 9-е, Красноярский край – 3-е [9]. Кроме того, на федеральном уровне действуют и иные программы: Кубок Техноаций, конкурсы БИТ и другие.

Омский региональный фонд поддержки и развития малого предпринимательства периодически организует конкурс по предоставлению грантов на создание инновационных компаний (на 500 тыс. руб.). В 2011 г. фонд поддержал 7 таких проектов.

В целом, Омская область достаточно уверенно смотрится на фоне соседей по СФО в сфере реализации инновационных проектов, находящихся на стадии НИОКР (3-4 место по основным показателям). Как с точки зрения научного потенциала и инновационных идей, получивших признание на федеральном уровне, так и с точки зрения имеющейся инфраструктуры.

На посевной стадии, или этапе «seed», финансирование оказывается хозяйствующим субъектам, имеющим сформированную команду, и начавшим генерировать денежный поток. На этой стадии инноваторы могут обратиться к таким формам государственной финансовой поддержки, как Фонд посевных ин-

вестиций РВК, Фонд Бортника, программы Федерального агентства по науке и инновациям и т.д. Так, победители упомянутой выше программы «УМНИК» фонда Бортника, успешно закончившие ее двухлетний цикл, получают право подавать заявку на участие в программе «СТАРТ», ориентированной на инициативных научных работников и помощь в создании опытного образца и развитии бизнеса. В 2011 г. от Омской области в программу «Старт» было подано 60 проектов, из них 13 поддержано Фондом. Для сравнения, в Новосибирске было признано победителями 20 проектов, в Томске – 32, Красноярске – 32.

Помимо государственных фондов в финансирование инновационных проектов на данной стадии подключается и частный капитал: бизнес-ангелы и, иногда, семья и друзья инноваторов. Бизнес-ангелы – первые профессиональные инвесторы, вкладывающие средства в инновационные компании, за которыми следуют венчурные, а затем прямые инвестиции. В практической плоскости бизнес-ангелы – например, Национальная ассоциация бизнес-ангелов, Национальное содружество бизнес-ангелов СБАР, Бизнес-ангелы Сибири (учредители БАС — 10 представителей инновационных кластеров Новосибирска, Томска и Красноярска) и др. – участвуют в инвестировании «сидов» и «стартапов» без залогов и поручительств за долю (30-70 %) в инновационной компании сроком на 3-5 лет.

Основной проблемой на данном этапе является то, что изобретатели довольно редко могут квалифицированно презентовать свою идею потенциальному инвестору. В Омской области, как и в России в целом, наблюдается большой дефицит квалифицированных менеджеров, которые бы являлись связующим звеном между изобретателем и инвестором, и помогли бы первым оформить свою идею на бизнес-языке. Но даже из 10 запущенных проектов, по статистике СБАР, только 3 выходят на обычную рентабельность, и только 1 проект становится «звездой».

Что касается региональной инновационной инфраструктуры, то к первому из её элементов можно отнести бизнес-инкубаторы. По состоянию на конец 2011 г. в Омском региональном бизнес-инкубаторе было размещено 23 субъекта малого инновационного предпринимательства. Также действуют межвузовский инновационный бизнес-инкубатор для студентов, аспирантов и научных сотрудников (МИБИ) на базе ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского» (здесь создано 16 малых предприятий), студенческий бизнес-инкубатор на базе

ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет». А всего в 2010 году омскими вузами было создано 50 малых инновационных предприятий, занимающихся коммерциализацией научных разработок.

Второй элемент инновационной инфраструктуры – ресурсные центры. В Омской области существует Омский региональный ресурсный центр (обеспечивает реализацию государственного плана подготовки управленческих кадров – выпускников Президентской программы), некоммерческое партнёрство «Учебно-производственный центр высоких технологий машиностроения», Сибирский ресурсный центр металлообработки.

Третий элемент инновационной инфраструктуры региона – технопарки, представляющие собой комплекс научных, образовательных, производственных, сервисных организаций, а также организаций системы венчурного финансирования. На сегодняшний день в Омской области существуют структуры, которые в перспективе могут вырасти в полноценный технопарк. Помимо этого, на базе ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского» функционирует центр трансфера технологий, в Омском научном центре СО РАН создан суперкомпьютерный центр коллективного пользования.

Упомянутый выше Омский региональный фонд поддержки и развития малого предпринимательства также выдаёт поручительства и микрозаймы хозяйствующим субъектам. В период с октября 2008г. по октябрь 2011 г. заключено 340 договоров поручительства для обеспечения обязательств по кредитам, однако инновационная сфера занимает всего 3,24 % в структуре поручительств фонда.

В целом, видно, что и на этой стадии регион уступает все тем же «соседям по СФО», при этом разрыв с «лидерами гонки» несколько увеличивается.

На этапе «стартапа» начинается организация производства и продаж инновационного продукта, использование передовых производственных технологий, у компании уже есть бухгалтерская история. Однако, этот этап называют также «долиной смерти», т.к. здесь происходит значительный отсев инновационных компаний уже на рынке.

За последние несколько лет в Омской области, как и СФО в целом, произошло снижение числа созданных передовых технологий: в 2010 г. было создано 4 новые технологии, что в 3,75 раза меньше, чем в 2008 г. Наибольшую долю по числу созданных технологий в

СФО Омская область занимала в 2006 и 2008 г., соответственно – 22,6 и 17,9 % (в настоящее время – 6,3%). По числу созданных передовых технологий в 2010 году в СФО Омская область «пропустила вперед» Новосибирскую (23 технологии), Иркутскую (10 технологий) и Кемеровскую область (7 технологий). Всего в СФО в 2010 г. было предложено 64 новые технологии, что соответствует 7,4 % в общероссийских показателях.

По числу используемых передовых технологий Омская область лидировала среди регионов СФО в 2009 году, когда здесь было использовано 3942 передовых технологий. В 2010 г. регион уступил первенство Томской области (4165 технологий), на третьем месте находится Иркутская область (1937 технологий) [7, с. 811]. Следует отметить, что за последние десять лет количество передовых технологий, внедренных в производства в Омской области, увеличилось в 2,3 раза, что превышает показатель всех регионов Сибирского округа. Независимые исследования также подтверждают, что в Омской области, начиная с 2006 г., растет инновационная активность высокотехнологичных предприятий, в том числе малых [10].

Также увеличилась доля Омской области по инновационной продукции в СФО: с 5,7 % в 2006 г. до 20,9 % в 2010 г. Хотя, в целом, доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров и оказанных услуг в СФО чрезвычайно низка: 1,5 % в 2010 г. (6,2 % в Омской области согласно данным Росстата).

Следует отметить, что указанные показатели регионом все же достигнуты, в первую очередь, за счет крупных предприятий и компаний, многие из которых являются «историческим наследием СССР». В то время как новое инновационное предпринимательство, в том числе малое, в Омской области сегодня переходит в жизнеспособную фазу своего бизнес-развития (стадию Start-up) с большим трудом. Это объясняется следующим. Во-первых, лоббированием ученым сообществом своих интересов при освоении бюджетных средств, предназначенных для МИП стадии «стартап». Так, значимым критерием для победы в упоминавшемся выше конкурсе «Старт», согласно мнению его участников, являются «успехи в науке» (наличие ученой степени), а не профессиональная команда или рыночные перспективы инновационного продукта. В результате победители программы оказываются нацеленными только на первый этап – получение опытного образца и

соответствующего этой задаче финансирования, и не выходят на второй и третий годы программы (выпуск продукции в промышленном масштабе). Во-вторых, косвенным подтверждением этого обстоятельства является отсутствие Омской области в списке инновационных проектов, получивших одобрение в Российской Венчурной Компании (РВК) – ключевого финансового инструмента поддержки инновационного предпринимательства на стадии «Start-up» в нашей стране. Для сравнения – по состоянию на июль 2012 г. РВК поддержала 10 томских проектов и 2 красноярских. Банковского кредитования стартапов практически нет. Также в Омской области, как и в целом по России не развит краудфандинг (от англ. crowdfunding — народное финансирование), применяемый на Западе.

Большие суммы инвестиций на этапе «стартапа» объясняют жесткий отбор проектов. В итоге в настоящее время эксперты отмечают крайнюю нехватку «стартапов» для венчурного финансирования. В России к венчурным фондам относятся РВК, Росинфокоминвест (РИФИКТ), региональные и частные венчурные фонды. В реестре венчурных партнеров Фонда посевных инвестиций РВК в настоящее время значатся две омские компании, 5 компаний из Новосибирской области, 6 – из Томской области, 1 – из Иркутской [11]. В качестве элемента инновационной инфраструктуры региона планируется создание в Омской области регионального венчурного фонда. В целом видно, что на эту стадию инновационные проекты Омской области пока не выходят.

На стадии расширения и устойчивого развития финансирование МИП осуществляется с помощью банковского сектора и фондов прямых инвестиций. Фонды прямых инвестиций «входят» в динамично развивающиеся компании, что строго говоря, уже не является венчурным, рискованным финансированием. Из институтов развития здесь наиболее известны Инвестиционная компания Тройка Диалог и Российский фонд прямых инвестиций (РФПИ), созданный правительством России для инвестиций в лидирующие компании наиболее быстрорастущих секторов экономики. На этапе устойчивого развития риски инвестирования в инновационную компанию становятся минимальными, в то время как капитализация выходит на стабильный рост. В финансировании участвуют банки, используются собственные средства и

эмиссия акций. Открытых данных об объемах инвестиций этих и подобных им финансовых организаций в Омскую область обнаружить не удалось.

### **Заключение**

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

1. Малое инновационное предпринимательство имеет свою специфику: помимо традиционных проблем малого бизнеса, связанных со стадиями роста, налагается проблематика венчурного финансирования инновационных проектов. Поэтому систему поддержки МИП на уровне региона целесообразно выстраивать на основе теории жизненного цикла инновационного проекта. Это позволяет подходить к решению проблем комплексно и предполагает возможность использования конкурентных преимуществ региона.

2. Если говорить о МИП применительно к Омской области, то можно сказать, что оно находится в начальной стадии своего развития: есть определенные достижения, но уже видны и системные проблемы. Для того чтобы придать региональной экономике новый импульс инновационного развития уже в среднесрочной перспективе (3-5 лет), необходима параллельная работа в следующих четырех направлениях.

А) Активизация интереса к инновационному предпринимательству, особенно в молодежной среде. Речь идет о проведении информационно-разъяснительной работы среди студентов технических ВУЗов и КБ машиностроительных предприятий (которыми регион традиционно силен) о возможностях и перспективах участия в Федеральных фондах и программах, организации региональных конкурсов, коммуникационных площадок для встреч с федеральными и зарубежными экспертами и т.п.

Б) Расшивка «узких мест» в реализации инновационных проектов на территории региона. Так, в Омской области – это настораживающая ситуация для стадии «посева» и драматическая – для стадии «стартап». Речь должна идти о создании (в форме конкурсов, субсидий на обучение и стажировку и т.п.) критической массы преимущественно частных компаний и специалистов, «упаковывающих» и «продающих» инновационные идеи и разработки омских ученых бизнес-ангелам и венчурным фондам. Существующие в единичном количестве подобные организации

пока неконкурентоспособны на федеральном уровне. В частности, предлагается использовать опыт Томской области – офисы коммерциализации разработок при ВУЗах и НИИ, где ученым и разработчикам помогают оформлять инновационные проекты.

В) Более четкое позиционирование, «разделение ролей» между субъектами МИП, которые не должны «толкаться локтями» при реализации проекта с другими его участниками. Каждый выполняет строго свою функцию: авторы-разработчики (владельцы интеллектуальной собственности), менеджеры инновационного бизнес-проекта, инвесторы для каждой стадии проекта. Так, организаторы региональных этапов конкурсов на получение финансирования инновационных проектов стадии «стартап» должны в своих критериях четко ориентироваться на возможности практической, а не научной реализации проекта (наличие команды, подтвержденных маркетинговыми исследованиями рыночных перспектив, инвесторов - интересантов и пр.). В числе членов жюри должны присутствовать (в идеале – превалировать) практики, желательно федерального уровня компетенции: бизнес-ангелы, «специалисты-упаковщики», риск-менеджеры и т.д. Ниша «заслуженных ученых» - стадии НИОКР и «посева».

Г) Активное «встраивание» региональных субъектов МИП в процессы коммерциализации нововведений на глобальном уровне. Необходимо приглашать на различные площадки российских и иностранных «бизнес-ангелов» и представителей венчурных фондов, и, наоборот, «вывозить» на учебу, стажировку и обмен опытом омских инноваторов и частные компании-«упаковщики» и т.п.

3. С точки зрения имеющейся базовой инфраструктуры Омская область сегодня обеспечена в достаточной мере. Острой необходимости в создании регионального венчурного фонда в условиях недостаточного уровня подготовки омских инновационных проектов и свободного доступа к федеральным программам и фондам на сегодняшний день нет. В условиях ограниченных финансовых возможностей региональной власти следует сосредоточить свои усилия в плоскости организационных решений и действий, способствующих повышению количества и качества инновационных проектов, особенно на стадиях «посева» и «стартапа».

**Библиографический список**

1. Дьяконов Е. В. Механизмы активизации инновационно-предпринимательской деятельности в российской экономике // Вестник СибАДИ. – 2012. – Выпуск 3 (25). – С. 112-117.
2. Романенко Е. В. Особенности развития и взаимодействия малого, среднего и крупного предпринимательства // Вестник СибАДИ. – 2011. – Выпуск 3 (21). – С. 60-65.
3. Глухова З. В., Фомина А. И. Реальность и перспективы инновационного развития Омской области // Вестник СибАДИ. – 2012. – Выпуск 4 (26). – С. 124-128.
4. Счастливая Н. В. Малый инновационный бизнес в экономике высокоразвитых стран // Вестник ОГУ. – 2009. – № 2. – С. 48-52.
5. Технология отбора оценки коммерческой/инвестиционной привлекательности инновационного проекта Deal Flow [Электронный ресурс] // Семинары-тренинги для инвесторов и инновационных стартапов: [сайт]. [2011]. URL: <http://startupseminar.ru/load/0-0-0-16-20> (дата обращения: 11.07.2012).
6. Российский статистический ежегодник. 2011: Стат. сб. / Росстат. М.: 2010. 795 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2011: Стат. сб. / Росстат. М.: 2011. 990 с.
8. Инновационный кластер объединит науку и бизнес [Электронный ресурс] // Деловая среда. Омский вестник: [сайт]. [2012]. URL: <http://tvoiomsk.ru/FO/DS/item.asp?id=5377> (дата обращения: 10.07.2012).
9. Рейтинги инновационной активности регионов [Электронный ресурс]. // Зворыкинский проект: [сайт]. [2011]. URL: <http://www.innovaterussia.ru/info/regions> (дата обращения: 02.07.2012).
10. Грасмик К. И., Терентьева О. А. Инновационная активность малых высокотехнологич-

ных предприятий России // ЭКО. – 2011. – №8. – С.16-34.

11. Реестр венчурных партнёров ФПИ РВК [Электронный ресурс]. // РВК: [сайт]. [2012]. URL: <http://www.rusventure.ru/ru/investments/fpi/register.php> (дата обращения: 11.07.2012).

**THE ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC ASPECTS OF SMALL INNOVATIVE BUSINESS IN THE SUBJECT OF FEDERATION**

V. V. Aleshenko, A. A. Korableva

The article is about development of small innovation entrepreneurship in the Omsk region. The life cycle of innovative companies in comparison with other regions are analyzed. The forms of innovative projects support at the federal and regional level are considered. The proposals for improving the efficiency of the region innovation infrastructure are formulated.

*Алещенко Виталий Викторович - кандидат экономических наук, старший научный сотрудник. Омская экономическая лаборатория ФГБУН Института экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук (ОЭЛ ИЭОПП СО РАН). Направление научных исследований: Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов. Общее количество публикаций: 67. e-mail: oelab@mail.ru*

*Кorableва Анна Александровна - кандидат экономических наук, научный сотрудник ФГБУН Омский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук (ОНЦ СО РАН). Направление научных исследований: Научные основы региональной политики и устойчивое развитие регионов и городов. Общее количество публикаций: 25. e-mail: oelab@mail.ru*

УДК 656

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Н. Г. Гавриленко

**Аннотация.** В статье представлены рекомендации по развитию транспортного комплекса России с учетом целей и задач, обозначенных в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.

**Ключевые слова:** транспортный комплекс, транспортная стратегия, инновации.

**Введение**

Транспорт является одной из крупнейших системообразующих базовых отраслей,

имеющей тесные связи со всеми элементами экономики и социальной сферы. По мере дальнейшего развития России, расширения

её внутренних и внешних транспортно-экономических связей, роста объемов производства и повышения уровня жизни населения значение транспорта и его роль как системообразующего фактора будут только возрастать, откуда достижение, а в дальнейшем возможно и опережение международного уровня развития транспорта является стратегически важной задачей для всей экономики. Реализация вышеобозначенной задачи возможна при условии осуществления инновационного варианта сценария Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г, ряд рекомендации по выполнению которого предлагается в рамках данной статьи.

### Основная часть

Известный всему миру польско-английский социолог Зигмунд Бауман в своей работе «Текущая современность» отталкиваясь от факта возросшей скорости, приходит к вполне естественному выводу в современном мире пространство постепенно утрачивает свою ценность, в то время как ценность времени возрастает. Пространство перестало быть сдерживающим фактором жизни, тогда как время обрело большую значимость, чем ранее. Человек в течение нескольких часов может преодолеть полмира и оказаться на другом конце Земли. Сама же возможность таких перемещений детерминирована экономическими возможностями индивида. Отличительный признак современной элиты – чрезвычайно высокая подвижность в пространстве, тогда как малоимущие слои характеризуются низкой динамичностью.

Любопытно, что разделение социума на элиту и массы происходит как в рамках одной страны, так и в рамках всей мировой экономики. Если на уровне страны можно наблюдать два очень различающихся класса, то мир в целом дифференцирован на передовые страны, где большая часть населения мобильна, и второстепенные, где подавляющая часть людей характеризуется высокой привязкой к территории собственного государства. Примером первых могут служить США, Канада, Великобритания, примером вторых – Россия [1].

Итак, возможность быстрого перемещения – основной показатель экономической развитости населения. И, именно транспорт обеспечивает вышеобозначенную возможность.

Анализ мировых тенденций в развитии транспорта показывает, что ни одна страна не способна контролировать риски собственной экономики, не имея сильных транспортных позиций.

Мировые тенденции в развитии транспорта свидетельствуют, что:

– закончен период протекции по отношению к видам транспорта и перевозчикам. Условия большинства стран направлены на повышение конкурентоспособности национального транспорта, с отказом от системы квот, а также от тарифных и других ограничений. Их заменяет гармонизация транспортного законодательства;

– рынок транспортных услуг стал усложняться, все сегменты транспортного процесса и логистики стали интегрироваться. Это привело к развитию транспортной инфраструктуры нового типа – транспортно – складским и товаро – транспортным комплексам, которые образовали объединенную систему взаимодействия;

– транспортные центры стали управляться элементами системы. Они получили возможность оптимизировать «сквозные тарифы и обеспечили максимальную эластичность доходов. Это привело к переходу точки прибыльности из процессов физической перевозки в область транспортно – логистических услуг. Понятие транспортных коридоров трансформировалось. Из совокупности маршрутов они превратились в систему управляющих центров перевозок и транспортных узлов, которые постепенно приобрели функции управления тарифной политикой;

– качество транспортных услуг и конкурентоспособность достигли высокого уровня развития. В сегментах транспортного рынка, имеющих успех и спрос, конкуренция перешагнула стадию соревнования за качество транспортных услуг. Оно гарантировано. Борьба носит ценовой характер. На этом фоне усиливаются требования к экологичности транспорта. Отсюда стремление поддерживать приемлемую долю транспортной составляющей в цене конечной продукции при соблюдении жестких норм по экологии и безопасности [8].

Для российской транспортной системы эти уровни развития пока не достижимы. Необходимо стимулирование поэтапного повышения качества транспортных услуг, интеграции технологий транспортного обслуживания, повышения конкурентоспособности перевозчиков и операторов транспортных узлов. Вслед за этим можно ожидать оптимизации ценовой доступности транспортных услуг. В качестве ограничений должны выступать заданные уровни безопасности и экологичности транспорта.

Основные общесистемные проблемы развития транспортной отрасли Российской Федерации состоят в следующем:

- наличие территориальных и структурных диспропорций в развитии транспортной инфраструктуры;
- недостаточный уровень доступности транспортных услуг для населения, подвижности и мобильности трудовых ресурсов;
- недостаточное качество транспортных услуг;
- низкий уровень экспорта транспортных услуг, в том числе использования транзитного потенциала;
- недостаточный уровень транспортной безопасности;
- усиление негативного влияния транспорта на экологию [8].

Для решения вышеуказанных проблем и достижения международного уровня развития транспорта была сформирована Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. В рамках указанного документа было предложено три сценарных варианта развития транспортного комплекса: сценарий инерционного развития, энерго-сырьевой вариант и инновационный вариант.. Сопоставление трех вышеуказанных сценарных варианта приводит к выводу, что инновационный вариант выступает в качестве целевого для долгосрочной государственной транспортной политики, поскольку в полной мере позволяет реализовать стратегические интересы России [6].

Инновационный вариант предполагает ускоренное и сбалансированное развитие транспортной системы страны, которое позволит обеспечить транспортные условия для развития инновационной составляющей экономики, повышения качества жизни населения, перехода к полицентрической модели пространственного развития России. Инновации в качестве движущей силы развития не только транспорта, но и всей экономики рассматривались еще такими величайшими экономистами, как К. Маркс и Н. Кондратьев, а в настоящее время глубоко исследуются современным известным экономистом С. Глазьевым [3,6,7].

Тем не менее, для России характерно недостаточное внимание к научно-техническому прогрессу в сфере транспорта [5]. Это отражают следующие исторические факты. История значимых научных событий в области транспорта за период с начала зарождения

жизни на земле до XXI века позволяет говорить о низкой интенсивности научной деятельности в указанной сфере для России. Проанализировав, современные литературные источники, было выделено 401 мировое событие для транспортной науки, при этом Россия, занимающая восьмую часть земной суши и треть всей материковой части Евразии, знаменательна лишь восемью из них: Русский ученый Константин Эдуардович Циолковский (1857-1935) разработал теорию многоступенчатых ракет; Русский изобретатель Игорь Сикорский (впоследствии работавший в США) построил четырехмоторный самолет «Русский витязь» и совершил на нем полет; Сергей Королев (1906-66) и Михаил Тихонравов осуществили запуск ракеты с бензиново-кислородным жидким топливом; советские конструкторы Александр Александрович Морозов и Михаил Ильич Кошкин создали средний танк Т-34; в Советском Союзе совершил испытательный полет первый реактивный истребитель с жидкостно-реактивным двигателем – БИ-1; в Советском Союзе и США построены первые надводные суда-атомоходы (соответственно ледокол «Ленин», торговое судно «Саванна» и авианосец «Энтерпрайз», спущенный на воду в 1960 г.); советский космонавт Юрий Гагарин (1934-1963) совершил облет по орбите вокруг Земли; в Советском Союзе введен в эксплуатацию сверхзвуковой авиалайнер Ту-144 конструктора А. Н. Туполева (1888-1972). Сравнив этот показатель с показателями других стран, можно констатировать, что Россия занимает лишь восьмое место по интенсивности научной деятельности в сфере транспорта из двадцати девяти рассмотренных государств. Данный факт свидетельствует о необходимости переориентации государственной политики с решения краткосрочных задач на решение долгосрочных задач, а именно на усиление научной деятельности в сфере транспорта. Реализация данной задачи позволит достигнуть целей, указанных как приоритетные в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г., для чего предлагается выполнение следующих этапов работ: подготовка кадрового состава, формирование методической, научной и нормативно-правовой базы, организация бизнес-процессов управления транспортным комплексом, развитие существующих видов транспорта с последующей трансформацией в инновационные (рис. 1.).

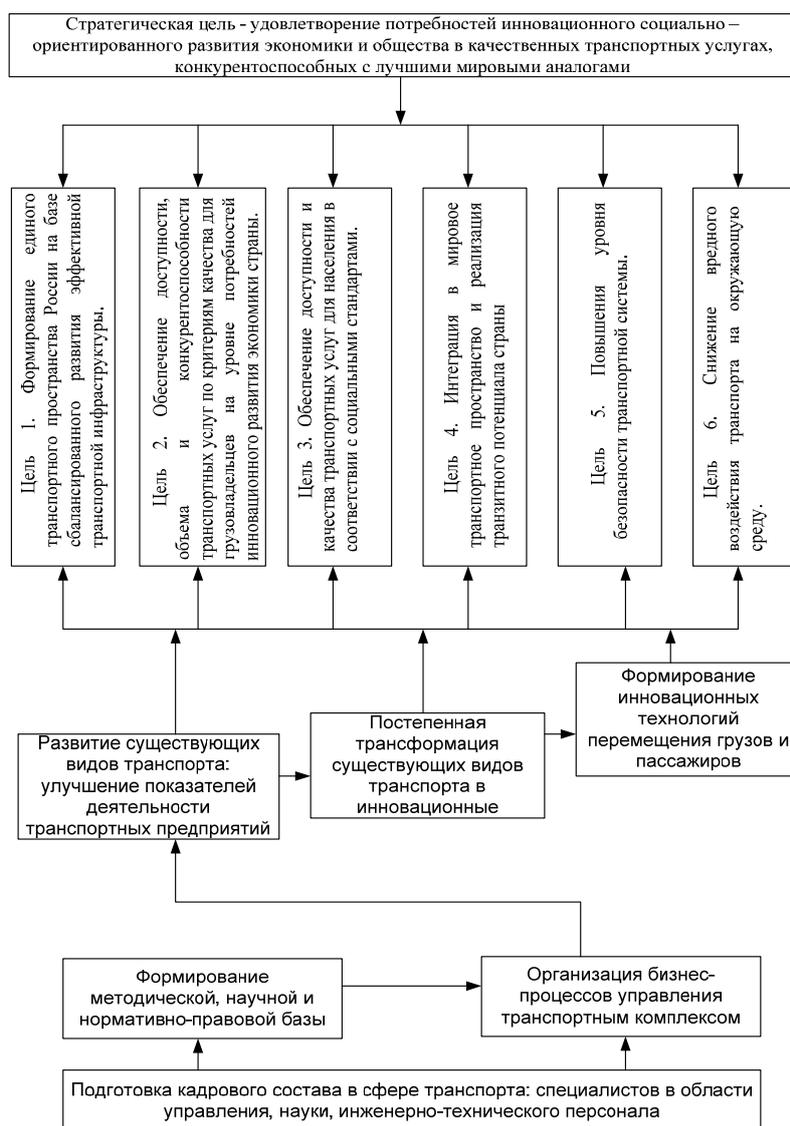


Рис. 1. Модель реализации стратегической цели развития транспортного комплекса

Каковы же требования к новым видам транспорта, которые можно уже обозначить сегодня? Современные специалисты в сфере транспорта, например, автор многочисленных работ по рыночной экономике и высоким технологиям А. И. Левенчук, утверждают, что новый транспорт должен обладать развитой инфраструктурой – инфраструктурой, предполагающей его повсеместность. Если эта инфраструктура не будет повсеместной, то не будет выполнено свойство мобильности. Главным требованием к новому виду транспорта является возможность инкрементальности его финансирования: возможность принимать деньги от многих источников, каждый из которых вкладывается в «свой» проект. Это означает, что новый вид транспорта должен задаваться как множество стандартов, обес-

печивающих совместимость его путевой и подвижной инфраструктуры, управления движением и т.д.

Еще одно принципиальное требование – это максимальное использование существующей «капиллярной» автодорожной структуры для удешевления стоимости «последней мили» при перевозках «от – двери – до – двери». Это удобство «от – двери – до – двери» и отсутствие пересадок и делает личные автомобили вне конкуренции в глазах населения – несмотря на многочисленные попытки привить любовь к общественному транспорту. Это требование может быть переформулировано следующим образом: транспорт будущего должен одновременно принадлежать к двум видам, а не к одному виду.

Потребитель хочет иметь собственный экипаж, подъезжающий прямо к дому и находящийся около сколько угодно времени для удобства посадки и высадки. И задача рынка – удовлетворить эту потребность.

Двухвидовый транспорт предполагает как возможность скоростного движения (200 – 300 км/ч) в режиме «динамических составных поездов» на подвесных направляющих новой транспортной инфраструктуры, так и езду по обычным автодорогам. Вполне возможно, что они будут получать электропитание от транспортной инфраструктуры новых магистралей и переходить на собственные электробатареи или гибридные двигатели при передвижении по необорудованной автодороге/улице.

Важным требованием к новому виду транспорта является скорость – обычно эту скорость определяют в 250-350 км/ч. Это удивительно, но человечество не меняет своих привычек тратить на передвижение около часа в день, существенно увеличив свою мобильность – преимущественно за счет увеличения скорости передвижения.

Сама идея нового вида транспорта возникает как раз из необходимости найти технологический выход из покрытия всей земли автомобильными дорогами. Наиболее близко к

требуемым скоростям подошли проекты скоростных железных дорог и дорог на магнитной подушке – но их цена остается крайне велика, к тому же они обладают всеми недостатками общественного транспорта: добраться до точки посадки от точки высадки занимает времени много больше, нежели сам переезд [4].

Построение инфраструктуры инновационного транспортного комплекса предлагается проводить с использованием двух стратегий: первая стратегия является базовой, которая позволит в условиях существующего состояния транспортного комплекса улучшить финансовые показатели деятельности транспорта, увеличить производительность труда за счет введения новых способов организации труда на транспортных предприятиях, вторая стратегия - стратегия передовых технологий, данная стратегия нацелена на построение нового инновационного транспортного комплекса в будущей перспективе, она опирается на постепенную смену существующего подвижного состава, замене путей сообщения, появлении абсолютно иных видов транспорта. Именно на реализации второй стратегии и акцентировано внимание далее (рис. 2.).



Рис. 2. Формирование инфраструктуры инновационного транспортного комплекса с использованием стратегии передовых технологий

Первое, что необходимо отметить, что поскольку транспортный комплекс является составляющей экономики государства, то планировать основные показатели грузооборота и пассажирооборота предлагается исходя из требуемого уровня подвижности населения и грузов, которые в свою очередь определяются скоростью и себестоимостью перевозок. Для чего необходимы новые способы передвижения, являющиеся результатом научно-технического прогресса. Одним из способов получения научных разработок в сфере транспорта является программа копирования западных технологий.

Известный российский экономист, доктор экономических наук В. Полтерович утверждает: «В России, как и в других странах аналогичного уровня развития, фирмы за редким исключением не предъявляют спрос на инновации: им выгоднее заимствовать. Немногие предприятия, способные получать прибыль от освоения принципиально нового, сосредоточены в нескольких передовых регионах и работают почти исключительно на экспорт. Остальные оказываются на периферии государственного внимания. Это ведет к разобщенности бизнеса и государства, к обилию незавершенных инициатив и масштабным издержкам. И теория, и опыт разных стран с очевидностью демонстрируют, что в такой ситуации ставить задачу немедленного перехода на инновационный путь преждевременно. Необходимо выработать стратегию, обеспечивающую мобилизацию усилий для эффективного заимствования и постепенного перехода к инновационному развитию...».

В тоже время эффективное формирование инфраструктуры инновационного транспортного комплекса возможно только в условиях, когда копирование западных технологий осуществляется параллельно с развитием собственной научной базы. Следовательно, еще одним достаточно важным направлением в развитии транспортного комплекса является разработка новой техники и технологии, максимально адаптированных к российским условиям. В рамках данного направления предлагается сделать акцент на следующих мероприятиях: формирование научно-экспертных сообществ и проведение конкурсов среди регионов за право организации научных исследований по заданной тематике. Проведение конкурсов способствует усилению конкуренции путем привлечения максимального количества регионов и соответствующему расширению возможностей выбора исполнителей научной разработки. Важно создать условия, при которых все участники имеют возмож-

ность равноправно и эффективно участвовать в конкурентной борьбе предложений по выполнению заказа. Регионы победители получают право на ведение той или иной научной разработки с соответствующим финансовым обеспечением, результаты работ предлагается освещать в средствах массовой информации, что позволит не только создать положительный имидж для региона, но и мотивировать население к научной деятельности.

В качестве источника формирования ресурсов для проведения планируемых мероприятий предлагается рассмотреть как государственный бюджет, так и инвестиции со стороны частных инвесторов.

При этом финансирование со стороны государства может осуществляться и косвенно. Учитывая тот факт, что развитие научно-технического прогресса требует значительных затрат, необходимо обратить внимание на те затраты, которые не несут за собой организацию производственного процесса, а именно налоги [2]. Размер затрат на выплату налогов крупных предприятий достигает до 50 % в структуре затрат, при условии значительного их снижения предлагается обязать проведение определенных научно-исследовательских разработок, положительный результат от которых будет выгоден как самому предприятию, так и государству в целом. Вливание денежных средств может осуществляться как через прямое финансирование, так и через уменьшение одной из основных статей затрат большинства крупных предприятий – налогов.

### **Заключение**

Предложенные рекомендации по реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г направлены в первую очередь на разработку новых технологий в сфере транспорта, поскольку именно новые технологии в условиях ограниченности ресурсов позволяют сократить значительное отставание России от мировых тенденций в развитии транспорта.

### **Библиографический список**

1. Балацкий Е. В. Концепция текущей реальности З. Баумана и её приложения//Общественные науки и современность. – 2011. – №3. – С. 135–136.
2. Гавриленко Н. Г. Формирование модели диагностики транспортного комплекса//Вестник СибАДИ. – 2012. – №3. – С. 104.
3. Глазьев С. Ю., Микерин Г. И. Длинные волны: НТП и социально-экономическое развитие. – М.: Наука, 1989.
4. Горизонты транспорта: Эффективная транспортная политика/Экспертный совет Комитета

СФ по промышленной политике.– Челябинск: Социум, 2004. – С. 208–212.

5. Дьяконов Е. В. Механизмы активизации инновационно-предпринимательской деятельности в российской экономике. – 2012. – №3. – С. 112.

6. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды. – М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2002.

7. Маркс К., Энгельс Ф. Полн. собр. соч.– 2-е изд.

8. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года– Электрон. дан., 2012. – Режим доступа [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT\\_ID=13008](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=13008), свободный. – Загл. с экрана.

## FEATURES OF DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT COMPLEX OF RUSSIA IN MODERN CONDITIONS

N. G. Gavrilenko

*Recommendations on the development of transport complex of Russia taking into account the purposes and the tasks designated in Transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 are presented in the article.*

*Гавриленко Наталья Геннадьевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление предприятиями» СибАДИ. Основное направление научных исследований – управление циклическим развитием транспортного комплекса. Общее количество публикаций– 25. [gng1978@mail.ru](mailto:gng1978@mail.ru)*

УДК 339

## СИСТЕМНАЯ ПАРАДИГМА ДЕЛОВОЙ СРЕДЫ: МОДЕЛЬ-ОБЪЕКТ

Т. Б. Дороболук

**Аннотация.** В статье представлено исследование деловой среды - качественной характеристики сферы бизнеса, которая может быть охарактеризована комплексом компонентов. Выявлены важнейшие компоненты деловой среды: «законодательная база» и «национальные ценности».

**Ключевые слова:** предпринимательство, деловая среда.

### Введение

В условиях трансформации российской экономической системы весьма актуальными становятся вопросы исследования внешних условий развития предпринимательства – деловой среды, поиска социально приемлемых и экономически оправданных путей, способствующих повышению конкурентоспособности предпринимательства и его переходу на траекторию устойчивого развития.

Деловая среда является одной из важнейших составляющих информационного общества; недооценка ее особенностей, а также недостаточное изучение происходящих в ней процессов, приводят к снижению эффективности предпринимательской деятельности. Не случайно, что современный американский менеджмент основан на системном и ситуационном подходах к управлению предпринимательской деятельностью, этим вопросам теперь уделяется особое внимание и в России. Деловая организация рассматривается, прежде всего, как открытая система. Главные предпосылки успеха ее деятельности отыски-

ваются не только внутри, но и вне ее, т.е. успех связывается с тем вектором экономической политики, которое проводит государство в отношении предпринимателей, создавая стимулы и формируя вознаграждения благодаря действующему законодательству и другим институтам.

Выявление действительного значения переживаемых ныне Россией экономических и социальных трансформаций, научная оценка их последствий для деловой среды, должны учитываться в модели, способной поместить предпринимателя в общую картину эволюции экономических отношений и оценить взаимное влияние предпринимателя и деловой среды.

### Деловая среда

Деловая среда – это сложное, многогранное понятие.

Исследование экономической литературы свидетельствует об осознании все большим числом ученых роли деловой среды в развитии экономической системы. «Деловая среда» не является моносемичным понятием, в науч-

ной экономической литературе нет однозначного подхода к данной категории и составляющих ее компонентов. Наблюдается тенденция употребления таких понятий как «хозяйственная среда», «экономическая среда», «деловая среда», «предпринимательская среда» в качестве синонимов. Однако данные термины (за исключением «деловая среда» и «предпринимательская среда») следует различать. Хозяйственная среда – это наиболее комплексное из перечисленных понятий, которое описывает жизнеустройство общества во всей его полноте. Деловая или предпринимательская среда является в свою очередь составляющей экономической среды, так как предприниматель – субъект рыночных отношений. Однако на деятельность предпринимателя влияют и факторы нерыночной природы.

Таким образом, экономическое содержание понятия «деловая среда» включает совокупность внешних условий, влияющих на предпринимателя в его инициативной, самостоятельной, особо рискованной, инновационной экономической деятельности. Деловая среда – это качественная характеристика сферы бизнеса, система которой может быть охарактеризована комплексом компонентов.

По мнению автора, экономическая культура как составляющая культуры материальной является важной составляющей деловой среды. Культурные традиции и ценности – фундамент правил и норм поведения, принятых в обществе и определяющих его институциональное устройство, которое влияет на деловую среду и предпринимательство. Это положение учтено при построении модели деловой среды путем введения следующих компонентов: материальная культура, духовная культура, правовая культура, экологическая культура. То есть культура выступает как интегрирующее начало деловой среды.

Изменяя экономические институты и деловую среду в рамках рыночного типа хозяйствования, государственным органам недостаточно создать свод законодательных актов для предпринимателей, нужно учитывать уровень развития самого общества (общую культуру, правовую культуру, экономическую и др.). По мнению Куликова Л.В. [1] культура выстраивает адекватные себе экономику и политику.

По аналогии сформулировано следующее положение: культура сообщества выстраивает адекватную себе деловую среду.

Российская деловая среда имеет специфические отличия. Согласно исследованию О.

Э. Бессоновой [2] «...на протяжении длительного исторического периода действовали институты раздаточной экономики, перераспределяющие блага через особые государственные, правовые, экономические и социальные механизмы. Однако одновременно зарождались и существовали рыночные институты, только в компенсаторной форме». Следовательно, для построения рыночных отношений необходимо изменение неформальных и формальных норм и правил поведения не только предпринимателей, но и других субъектов деловой среды. Лишь экономические агенты, принявшие принципы развития и «взавшие на вооружение определенные знаниевые инновационные стратегии» [3], могут обеспечить изменение деловой среды и гарантировать развитие полноценных предпринимательских отношений.

Рассмотрение каждой модели для понимания целого необходимо вести через анализ составляющих ее частей, что восходит к античной философии (Платон, Аристотель).

Деловая среда является системой. Авторская модель системы представлена четырьмя факторами: политика, право, экономика и социальный фактор.

Все факторы одинаково важны и только их полнота набора (целостность) и выполнение каждым своих функций является законом эффективности функционирования предпринимательства. Умаление или возвышение любой из функций чревато негативными последствиями. Недооценка роли материального производства ведет к снижению уровня потребления и нарастанию кризисных явлений, что связано с ограничением предпринимательской деятельности. Гипертрофирование, разбухание политических институтов способно привести к установлению тоталитарной системы, которая подавит все формы свободного волеизъявления личности предпринимателя, иных объединений, приведет к социальной энтропии.

Предложенная модель деловой среды строится на геометрии тел Платона и совершенных чисел Эйлера. Целостное восприятие модели объекта «деловая среда» рассматривается в триаде: «модель-объект» (рассматривается в данной статье), «модель-субъект» и «модель-исследователь». Предлагается рассматривать модель в горизонтальной плоскости. При этом считается, что вертикальной составляющей можно пренебречь.

Модель-объект (рисунок 1) представлена в горизонтальной плоскости «прямоугольника

с дыркой» (тор). Рассматривая в горизонтальной плоскости проекцию винтовой непрерывной последовательности, видно, что она представлена в виде винтовой линии с фиксированным числовым рядом: 0, 1, 2...28. Модель определена 28 различными компонентами. Это второй ряд совершенных чисел, который формирует симметричные области,

полученные как точки пересечения четвертого порядка. Второй ряд совершенных чисел древние математики представляли как:  $28 = 2^2 \cdot (2^3 - 1) = 4 \cdot 7$ , где применительно к данной модели 4 - это число факторов модели, 7 - сумма делителей числа 4 (1, 2, 4). Во втором ряду совершенных чисел ядро Леувилля будет определяться  $(4 \cdot 6) + 4 = 28$ .

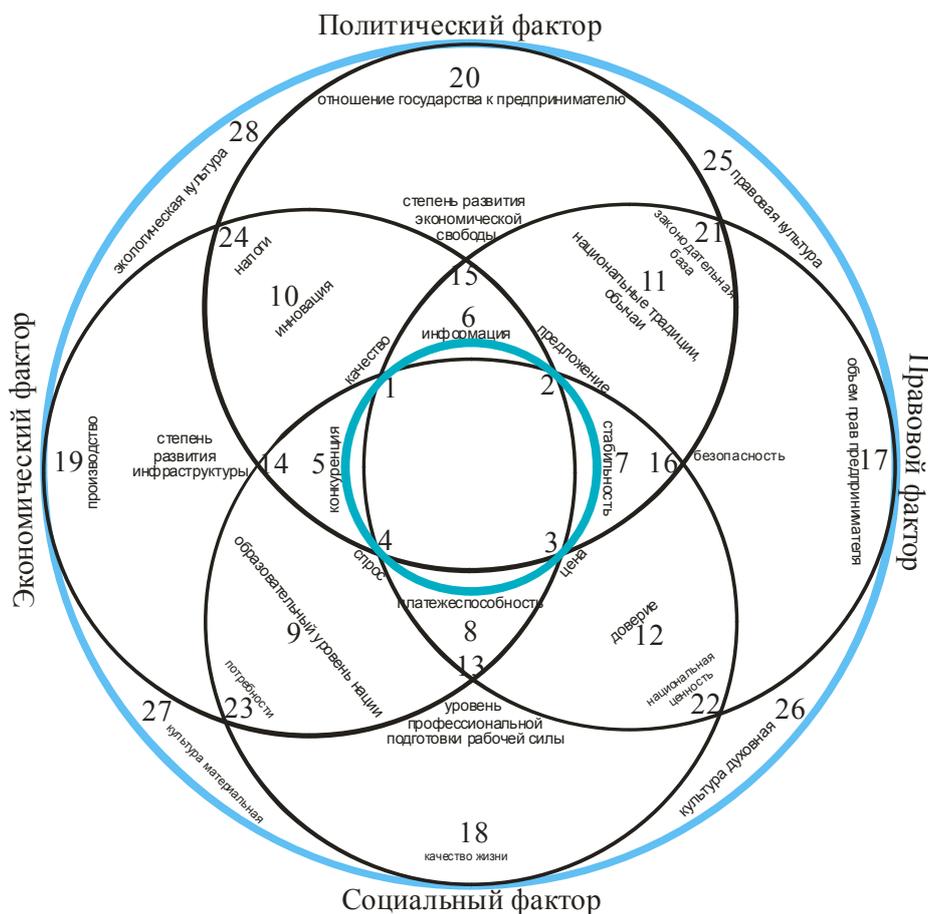


Рис. 1. Модель деловой среды

Каждый компонент можно представить в виде: «число», «имя» «объем», последний определен триадой «материя – энергия - информация».

В модели деловой среды 12 совершенных точек (узлов): 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 23, 24. Другие точки бинарной деловой среды определены натуральными числами, представленными интегральными областями. Так, например, для компоненты № 10, имя которой «инновации» ее область определена компонентами № 1, № 14, № 24.

**Свойства модели деловой среды как системы**

Функциональная целостность (эмерджентность) - свойства целого не сводятся к

суммарным свойствам частей. Модель подчиняется закону возрастания эмерджентности: чем больше компонентов в системе, тем большую долю от всей содержащейся в ней информации составляет системная информация. Произведен расчет коэффициента эмерджентности Хартли для трех случаев по формуле:

$$1 \leq \frac{\log_2 \sum_{m=1}^M C_m^m}{\log_2 W} \leq \frac{W}{\log_2 W},$$

где  $W$  – количество элементов (мощность состояний объекта управления);

$M$  – максимальный уровень сложности смешанных состояний объекта управления;

$C_W^m$  - сочетания «по m» классических состояний;  
отражает уровень системности объекта и изменяется от 1 (системность отсутствует) до  $W/\text{Log}_2 W$  (системность максимальна).

При  $W = M = 12, 16, 28$ .

1)  $W = M = 12, 1 \leq 3,347 \leq 3,58$ ;

2)  $W = M = 16; 1 \leq 3,347 \leq 3,58$ ;

3)  $W = M = 28, 1 \leq 5,289 \leq 5,29$ .

Числитель формулы отражает ситуационный подход к структуре модели деловой среды, в знаменателе представлен системный подход. В зависимости от возможного количества компонентов (12; 16; 28) структура коэффициента колеблется от 3,58 до 5,29. Коэффициент эмерджентности при максимальном значении  $M=28$  принимает значение равное 5,29, что свидетельствует о полном описании всех возможных состояний системы деловой среды. При возрастании количества компонентов в системе коэффициент эмерджентности возрастает, что показывает различное состояние данной системы и содержащейся информации в каждом компоненте.

**Сложность и связность системы.** Сложность системы определяется числом элементов и числом связей между ними. Число различных состояний данной системы составляет 2756. Кроме наличия связей между элементами для системы характерно наличие целенаправленного взаимодействия между ними. В этом случае можно сказать, что система способна реализовать определенную функцию.

**Симметричность.** Архитектура и конструкция деловой среды не противоречит закону симметрии. Изменение (деформация) отдельных элементов может привести к потере эффективности деловой среды и сужению рынка. Модель деловой среды построена с учетом правила «золотого сечения» (деление отрезка в крайнем и среднем отношении). Следует отметить, что американские экономисты используют правило «золотого сечения» при прогнозировании.

Представленная в модели симметрия и ее архитектура сродни симметрии в природе, которая представлена в рамках ромашково-грибковой симметрии.

**Делимость.** Деловая среда состоит из четырех подсистем (факторов), наделенных специфическими признаками, отвечающим конкретным целям и общим задачам в части повышения эффективности предпринимательской деятельности.

Разработанная авторская модель не противоречит следующему требованию: сумма всех делителей совершенных чисел ( $N=12$ ) разлагается на множители: 1, 2, 3, 4, 6, 12. Сумма этих чисел дает нам число 28. Впервые доказательная база представлена Джоном Валлисом в 1658 году.

**Иерархичность системы и ее парадокс.** В социально-экономических системах, к которым относится деловая среда, коэффициент иерархии достигает – единицы ( $5 \pm 2$ ), в технических системах данный коэффициент может достигать нескольких тысяч. Парадокс иерархичности заключен в том, что задача описания данной системы возможна лишь при наличии описания другой системы, в которую входит данная система. В свою очередь описание системы как элемента другой системы возможно только при описании ее как системы. Таким образом, парадокс иерархичности представляет собой взаимную обусловленность решения двух задач: описание системы как таковой; описания системы как элемента более широкой системы.

**Синергия.** Деловая среда как система представляет собой единое целое, где совместные действия индивидов в пространстве и времени направлены на достижение желаемого результата.

Таким образом, деловая среда – это с одной стороны - упорядоченная система, которая учитывает объективность экономических законов и подчиняется свойствам теории систем (эмерджентность, структура, сложность и связность, делимость, иерархичность, синергия), с другой стороны – деловая среда выступает условием совершенствования процесса предпринимательской деятельности.

**Изучение модели деловой среды** связано с построением матричной информационной модели (метод впервые разработан и использован ЦЭМИ АН СССР в 60-х гг. XX в.). Данный метод широко используется в практике ведущими российскими экономистами: З.В. Алферовой, Е. В. Луценко и другими учеными.

Исследуемые качественные (нечисловые) факторы характеризуются тем, что над ними нельзя выполнять арифметические операции. Соответственно, возникает потребность в методах, обеспечивающих совместную сопоставимую обработку разнородных числовых данных и данных нечисловой природы. Таким образом, цель дальнейшего исследования - с использованием статистических методов - создание модели взаимодействия компонентов деловой среды. Для указания взаимодействия компонентов принята матрица размером  $28 \times 1$  строк и столбцов.

Проанализированы результаты итоговой строки и столбца, полученные суперпозицией единиц матрицы в них с помощью методов статистики.

Распределение числа компонентов по интервалам приведено в таблицах 1, 2. Результаты таблицы 2 представлены графически (рис. 2).

Таблица 1 - Показатели интервалов на «входе»

Величина интервала (шаг = 2,5)	Количество компонентов в интервале	Номер компонента в интервалах по строкам	Вес интервала
$2,0 \leq X < 4,5$	4	1,4,23,25	$4+2+4+4=14$
$4,5 \leq X < 7,0$	8	2,3,5,14,19,24,26,27	$5+5+5+5+6+6+6+5=43$
$7,0 \leq X < 9,5$	4	8,12,15,16	$9+9+9+7=34$
$9,5 \leq X < 12,0$	4	10,13,17,20	$10+10+10+10=40$
$12,0 \leq X < 14,5$	5	6,9,18,21,28	$12+13+12+12+13=62$
$14,5 \leq X < 17,0$	3	7,11,22	$16+15+15=46$

Таблица 2 - Показатели интервалов на «выходе»

Величина интервала (шаг = 3,0)	Количество компонентов в интервале	Номер компонента в интервалах по столбцам	Вес интервала
$2,0 \leq X < 5,0$	4	6,7,11,22	$3+4+3+2=12$
$5,0 \leq X < 8,0$	7	2,9,12,13,17,24,28	$7+5+5+6+6+5+7=41$
$8,0 \leq X < 11,0$	9	1,3,10,14,15,18,21,25,26	$9+9+8+9+9+8+9+10+9=80$
$11,0 \leq X < 14,0$	5	4,5,8,20,23	$11+12+12+11=46$
$14,0 \leq X < 17,0$	2	16,27	$14+14=28$
$17,0 \leq X < 20,0$	1	19	20

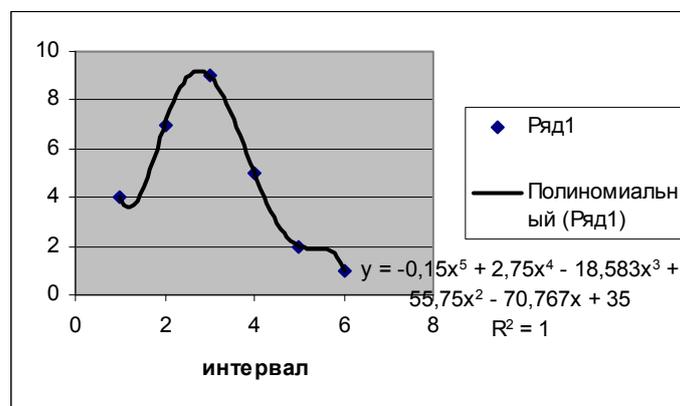


Рис. 2. Функция деловой среды на выходе по количеству компонентов в интервале (28 компонентов)

Несмотря на то, что размах вариационного ряда был разным и соответственно равен:  $R_n = 2,5$ ;  $R_b = 3,0$ , на входе и выходе мы получили одинаковое количество – 6 интервалов (таблицы 1, 2). Во втором интервале на входе, включающем максимальное количество компонентов, и во втором интервале на выходе встречаются такие компоненты как «предложение» (№ 2) и «налоги» (№ 24) (таблицы 1, 2). Это говорит о том, что функция, полученная нами на выходе (рис. 2.), учитывает природу экономического процесса.

На рисунке 2 показана функция распределения частот компонентов по интервалам, линия тренда, полиномиальное уравнение. Значение коэффициента  $R^2 = 1$  свидетельствует, что закон распределения вероятностей отражает объективность предложенной модели.

Проведенные расчеты позволяют перейти к описанию результатов исследования матрицы инцидентности модели деловой среды.

Функция деловой среды (рисунок 2) наглядно показывает характер распределения компонентов по интервалам на выходе. Мак-

симальное количество – 9 компонентов входит в третий интервал, который указывает значимые компоненты, необходимые для эф-

фективного функционирования деловой среды (рисунок 3).

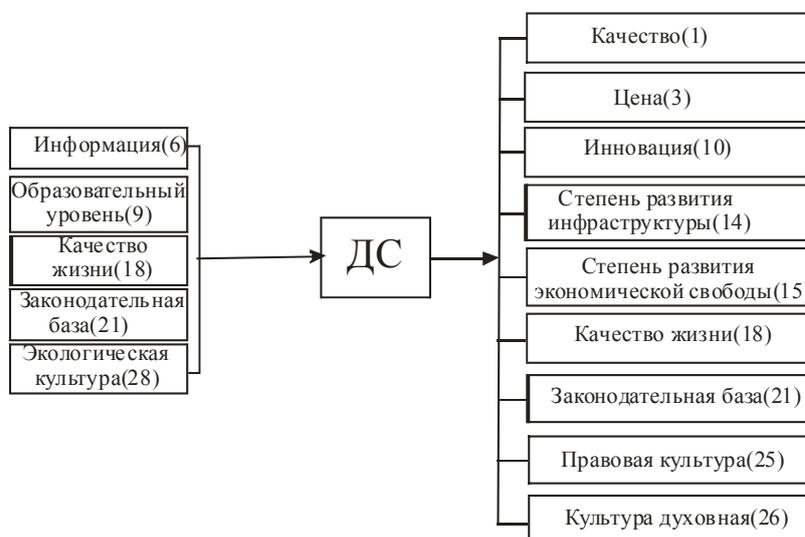


Рис. 3. Взаимодействие компонентов деловой среды (28 компонентов)

Далее построена матрица смежности (12 компонентов). Выявлены важнейшие компоненты деловой среды - «законодательная база» и «национальные ценности». Они проецируют условия, необходимые для полноценного функционирования деловой среды и расширения рынка. То есть традиции и ценности, поддерживаемые в обществе и имеющие рыночную направленность, порождают категории, необходимые рыночной среде и предпринимателю как субъекту рыночных отношений. Разрыв же российских культурных деловых традиций является тормозом введения правил рыночных взаимоотношений.

Анализ модели показал, что предположение о значимости институтов для деловой среды (под которыми понимаются правила и нормы поведения, принятые в обществе и которые зависят от культурных ценностей) ока-

зывается верным. То есть для существования эффективной деловой среды необходимы сложившиеся и устоявшиеся неформальные правила и нормы поведения, которые при полноценном функционировании правового, политического, социального и экономического факторов (подсистем) частично находят свое отражение в формальных правилах (законах и др.).

Дальнейшее изучение матрицы смежности (12 компонентов) позволило выявить значимые компоненты деловой среды на выходе (рис. 4). Это компоненты, имеющие наибольший вес – «предложение» (№ 2), «цена» (№ 3), «спрос» (№ 4), «степень развития инфраструктуры» (№ 14), «степень развития экономической свободы» (№ 15), «потребности» (№ 23).

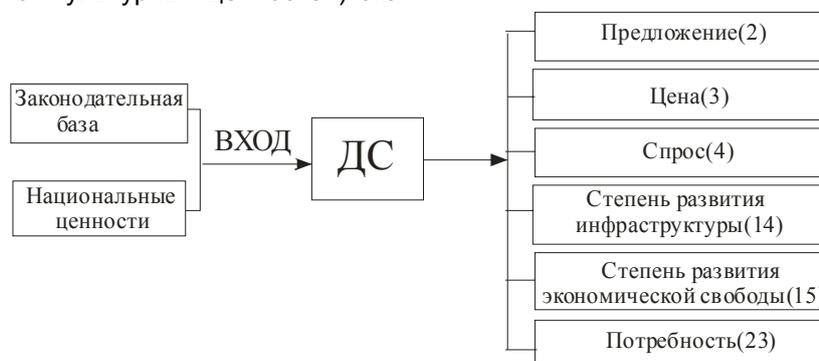


Рис. 4. Взаимодействие компонентов деловой среды (12 компонентов)

Таким образом, предпринимательская деятельность представляет собой важнейшую часть не только экономической, но и социальной жизни и скрепляется разнообразными нормами, правилами, нравственными обязательствами и другими обычаями, которые в совокупности и формируют конкретную деловую среду (ДС).

*Доверие* (компонент № 12) оказывается неким показателем степени согласованности

Таблица 3 - Если оценивать практику делового взаимодействия, то в какой степени Вы доверяете экономическим агентам?, %

Вариант ответа	Тип экономического агента		
	Представители бизнеса	Представители власти	Сотрудники компании
Полностью доверяю	9,4	6,6	46,9
Скорее доверяю, чем не доверяю	48,9	30,1	40,2
Скорее не доверяю, чем доверяю	23,1	33,4	5,5
Совсем не доверяю	9,7	19,7	3,0
Затрудняюсь ответить	8,9	10,2	4,3
Индекс доверия	52,4	43,1	75,4

Низкий уровень доверия позволяет взаимодействовать предпринимателям лишь в рамках системы формальных правил и положений, которые нужно постоянно выработать, согласовывать, отстаивать в суде. Все это приводит к росту транзакционных издержек.

Проведенный анализ позволяет заключить: *правовая подсистема* деловой среды, критерием которой служит компонент «законодательная база» (№ 21) несовершенна и сужает поле деятельности современного предпринимателя. Если предложенная модель деловой среды предполагала важность и полноценность функционирования каждой из четырех подсистем (факторов), образующих деловую среду, то невыполнение правовой подсистемой своих функций (через институты) в России приводит к сужению не только правовой подсистемы, но и ограничению рыночных отношений, субъектом которых является предприниматель. Возможности российского предпринимателя, особенно представителей малого бизнеса ограничены несовершенными правовыми условиями, отсутствием согласованности формальных и неформальных правил в защите процессов обмена, что объясняется отсутствием рыночной культуры как образа жизни и определенного типа мышления. Стабильность деятельности предпринимательской среды возможна при полноценном функционировании политики, права, социального фактора и экономики.

формальных и неформальных институтов, определяющих рыночные отношения и как следствие возможности предпринимателя.

Приведем данные опросов (таблица 3), проведенных в 2008 году общественной организацией «Опора России» и Интернет-журналом «Капитал страны» при финансовой поддержке Министерства экономического развития РФ [4].

### Заключение

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

1. Предложено понятие «*деловая среда*» - совокупность внешних условий, влияющих на предпринимателя в его инициативной, самостоятельной, особо рискованной, инновационной экономической деятельности.

2. Построена модель деловой среды, представленная вторым рядом совершенных чисел и состоящая из 28 компонентов. Описаны свойства модели как системы.

3. Для формализации отношений между компонентами использована технология матричной информационной модели, которая позволила качественные показатели взаимосвязей компонентов перевести в числовые данные.

4. Приведена функция деловой среды по 28 компонентам, выраженная полиномом пятой степени с коэффициентом корреляции  $R^2 = 1,00$ , что свидетельствует о тесноте связей между экспериментальными и теоретическими данными. Дана оценка модели в части структурности, организованности ее компонентов, коэффициент эмерджентности Хартли, рассчитанный по 28 компонентам модели, составил 5,29.

5. Анализ полученных гистограмм по входу и выходу (28 компонентов) показывает повторяемость параметров в одном интервале (налоги и предложение). Это подтверждает связь в части зависимости налоговых поступлений и ставки налогов, а также значит, что функция,

полученная нами на выходе, среди прочих содержит кривую Лаффера.

6. Исследования взаимосвязи 28 компонентов модели по входу позволили заключить, что все компоненты разделяются на две подсистемы - рыночной и нерыночной природы. Несмотря на то, что предприниматель является субъектом рыночных отношений, на его деятельность влияют факторы нерыночной природы, к которым относятся экономическая политика государства в области инноваций, политика в сфере науки и образования и др.

7. Матрица смежности относительно 12 узловых компонентов модели и построенные на ее основе функции по входу позволили выделить минимальное количество важнейших компонентов деловой среды - это «законодательная база» (№ 21) и «национальные ценности» (№ 22); а по выходу такими компонентами являются «предложение» (№ 2), «цена» (№ 3), «спрос» (№ 4), «степень развития инфраструктуры» (№ 14), «степень развития экономической свободы» (№ 15), «потребности» (№ 23). Таким образом, получены шесть главных «рыночных» компонентов, подчиняющихся объективным экономическим законам. Данные компоненты действуют на всех без исключения рынках.

### Библиографический список

1. Куликов Л. В. Капитализм и российская цивилизация // Философия хозяйства. Альманах Центра общественных наук и экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова. 1999. № 4, с. 154-155.

2. Бессонова О. Э. Институты раздаточной экономики России: ретроспективный анализ. Монография. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 1997. 72 с., с. 38.

3. Щедровицкий П. Г. Понятие рынка в системомыследеятельностном подходе // «Программирование культурного развития: региональные аспекты», Вып. II, 1993, с. 20-58.

4. Рынок доверия и национальные модели корпоративного сектора экономики // <http://kapital-rus.ru/articles/article/174021>.

5. В. В. Бирюков Особенности предпринимательской деятельности в инновационной экономике // Вестник СибАДИ № 4 (18). С. 89 – 94.

### SYSTEM PARADIGM OF BUSINESS ENVIRONMENT: MODEL-OBJECT

T. B. Dorobolyuk

The paper presents a study of the business environment - the qualitative characteristics of businesses, which can be characterized by complex components. Identified key components of the business environment, "legislation" and "national values".

*Дороболук Татьяна Борисовна - кандидат экономических наук. Начальник отдела развития предпринимательства управления развития предпринимательства и потребительского рынка департамента городской экономической политики Администрации города Омска. Основные направления научных исследований: предпринимательство, факторы влияющие на его развитие. Общее количество публикаций: 52. e-mail: dor1974@mail.ru.*

УДК 65.05; 711,424

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО КЛАСТЕРА

В. Ю. Кирничный

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы совершенствования технологий и методов строительного производства, а также формирования механизмов активизации данных процессов в условиях создания инновационного строительного кластера.

**Ключевые слова:** строительство, технологические изменения, методы строительства, инновации, модернизация, строительный кластер.

### Введение

В современных условиях возрастает уровень конкурентной борьбы, меняется ее природа и границы, усиливается неопределенность тенденций научно-технического прогресса строительных организаций и усложня-

ются организационные формы их взаимодействия. В настоящее время повышается значимость активизации региональных резервов технологического развития и использования инновационного потенциала строительного производства, который должен выступать ди-

намичной составляющей российской экономики, способной успешно адаптироваться к изменениям среды. При этом перемещение конкуренции с уровня отдельных строительных предпринимательских структур на уровень предпринимательских сетей усиливает необходимость применения эффективных форм и методов интеграции научной деятельности в строительное производство [1]. Вместе с тем используемые в практической деятельности подходы не позволяют получать ожидаемые и желаемые результаты деятельности субъектов инновационного процесса, поэтому весьма настоятельной становится потребность совершенствования применяемых и разработка более адекватных инструментов, позволяющих обеспечить эффективное технологическое развитие строительных предприятий и совершенствование методов строительного производства.

### **Теоретические исследования**

Как свидетельствует мировой опыт, в лидирующие позиции в международной конкуренции выходят страны, в которых создан механизм финансирования и экономического стимулирования инновационных процессов, основных на гибких методах прямой и косвенной государственной поддержки. Анализируя процесс формирования конкурентных преимуществ различных стран, М. Портер сформулировал концепцию «национального ромба», базирующейся на четырех основных детерминантах. Это: 1) параметры факторов производства, куда входит и человеческий капитал; 2) стратегия фирм; 3) наличие родственных отраслей, конкурентоспособных на мировом рынке; 4) характер спроса на внутреннем рынке. Он обратил внимание на особую роль кластеров фирм в экономическом развитии, позволяющих формировать инновационные структуры и получить синергетический эффект [7].

Для успешного развития строительной отрасли требуется формирование организационно-технологического пространства нового качества, важную роль в данном процессе способен выполнять строительный кластер. Необходимость создания строительного кластера обусловлена повышением роли строительной отрасли во всех сферах развития экономики, углублением международного сотрудничества, потребностью внедрения современных инновационных технологий строительного производства, эффективных форм и методов его организации. Для этого деятельность строительного кластера как локомотива инновационного развития должна опираться на соответствующие организационно-

технологические предпосылки, адекватную инновационную и образовательную инфраструктуру [2,3]. Работа кластера должна быть направлена на решение основных проблем строительной отрасли и коммерциализацию результатов совместных научных исследований и разработок.

В настоящее время на федеральном уровне сформирован ряд механизмов, позволяющих обеспечить поддержку мероприятий по развитию кластеров. Так, в соответствии с Правилами предоставления средств федерального бюджета, предусмотренных на государственную поддержку малого предпринимательства, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 22 апреля 2005 г. № 249, на конкурсной основе осуществляется предоставление субсидий субъектам Российской Федерации на финансирование мероприятий, предусмотренных в соответствующей региональной программе. Благоприятные возможности для развития кластерных проектов открывает использование потенциала особых экономических зон технико-внедренческого, промышленно-производственного, туристско-рекреационного и портового типа, создаваемых в соответствии с Федеральным законом «Об особых экономических зонах» от 22 июля 2005 г. №116-ФЗ, а также технопарков, создание которых осуществляется в рамках реализации государственной программы «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий», одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 марта 2006 г. № 328-р. Механизмы финансирования проектов технологического развития кластеров также сформированы в результате образования и деятельности ряда институтов развития.

Строительный кластер выступает как территориальное межотраслевое объединение организаций, задействованных в строительном процессе (предприятий промышленности строительных материалов, строительных и проектных организаций, поставщиков оборудования и специализированных услуг, инновационных предприятий, научно-исследовательских и образовательных структур, финансово-кредитных организаций), взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом, совместная деятельность которых основана на механизмах инновационного кооперирования и направлена на реализацию наиболее перспективных направлений строительной отрасли (рис.1.).



Рис. 1. Строительный кластер Омской области инновационного типа

Факторные условия развития строительного кластера и потребности системной модернизации строительной отрасли в Омском регионе обуславливают необходимость создания строительного кластера инновационного типа, который, в отличие от традиционных кластеров, функционирует на основе механизмов инновационно-технологической кооперации и осуществляет свою деятельность не только на завершающей стадии инновационного цикла – коммерциализации, но и на его ранних стадиях.

Результатами создания строительного кластера является изменение качества технологического пространства, позволяющее обеспечить динамичный рост производительности и инновационно-технологической активности предприятий, входящих в кластер, а также повышение роли малого и среднего предпринимательства, активизация привлечения прямых инвестиций и ускоренное социально-экономическое развитие региона. Создание строительного кластера инновационного типа способствует в наибольшей степени

развитию и реализации конкурентных преимуществ строительной отрасли за счет эффектов инновационной кооперации. Вместе с тем получение данных эффектов невозможно без формирования адекватных организационно-технологических предпосылок, инновационной и образовательной инфраструктуры.

Инициаторами формирования кластера могут выступать руководители предприятий и организаций, работающих в соответствующей сфере экономической деятельности создаваемого строительного кластера, а также органы исполнительной власти, заинтересованные в развитии кластера. Формирование кластера осуществляется путем подачи заявлений руководителями предприятий и организаций, которые проявили заинтересованность стать участниками кластера и вошли в Координационный совет по созданию и развитию кластера. Координационный совет должен обеспечивать регулярное взаимодействие между участниками кластера с целью реализации стратегии развития кластера, которая должна обеспечить повышение конкуренто-

способности кластера, региона и страны в целом.

В работе кластера могут быть задействованы организации и предприятия следующих отраслей: производство строительных материалов; производство машин и оборудования; строительство (объектов производственного и жилищно-гражданского назначения, автомобильных дорог и др.); архитектура; образование и наука; коммунальные услуги; транспорт и связь; управление недвижимостью; сертификация продукции и услуг; профессиональные объединения и союзы; финансовые услуги; деловые услуги; издательская деятельность и полиграфия.

Базовым элементом технологического развития строительного кластера и его основой могут являться создаваемые системы учебно-научно-инновационных комплексов и распределительных инновационных площадок, обеспечивающих адаптивную подготовку высококвалифицированных рабочих и инженерно-технических кадров для строительной отрасли региона, выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и их коммерциализацию. Создание строительного кластера важно ориентировать на установление системного и функционально более полного регулирования развития строительного комплекса региона, повышение научно-технического уровня и формирование условий для устойчивого развития строительного комплекса региона, обеспечение стабильности и преемственности в развитии новых видов эффективной строительной продукции и строительных материалов, способствующих эффективному функционированию и развитию региона в современных условиях [4,5].

Деятельность строительного кластера в Омском регионе должна осуществляться в соответствии с разработанной и утвержденной Программой его развития. Государственным заказчиком Программы развития регионального строительного кластера является уполномоченный орган строительного кластера.

Перспективными направлениями работы строительного кластера в Омском регионе являются:

- обеспечение роста благосостояния населения в части удовлетворения спроса населения на жилье различной степени комфортности;
- снижение доли ветхого и аварийного жилья и повышение уровня обеспеченности современными объектами жилищно-

коммунального хозяйства и гражданского назначения (здравоохранения, культуры и спорта, образования, бытового обслуживания);

- обеспечение потребностей области в развитии автомобильно-дорожной сети, ремонте и эксплуатации автомобильных дорог;

- обеспечение развития производственного сектора в части нового строительства, реконструкции и технического перевооружения промышленных узлов, предприятий, зданий и сооружений, инженерных сетей;

- снижение тарифов на энергоресурсы за счет повышения эффективности производственных процессов предприятий ЖКХ;

- обеспечение экологической безопасности при строительстве, реконструкции и техническом перевооружении промышленных узлов, предприятий, зданий и сооружений, инженерных сетей;

- обеспечение Омской области высококачественными строительными материалами (изделиями, конструкциями), удовлетворяющими требованиям современных строительных и экозащитных технологий;

- снижение себестоимости строительства и эксплуатационных затрат содержания объектов при одновременном повышении их надежности и долговечности;

- активизация научных прикладных исследований в сфере строительства, создание рабочих мест;

- разработка и внедрение инновационных технологий строительной отрасли и их интеграция в мировое инновационное пространство;

- развитие и внедрение современных энерго-ресурсосберегающих технологий, включая технологии «мультикомфортного дома», «пассивного дома», «умного дома»;

- проведение крупномасштабных исследований в рамках реализации проектов, пулов совместно с зарубежными партнерами;

- коммерциализация потенциала научно-технического и образовательного комплекса региона, функционирующего в области строительства объектов недвижимости и жилищно-коммунального хозяйства, строительства, ремонта и эксплуатации автомобильных дорог;

- создание условий взаимовыгодного сотрудничества с крупными иностранными строительными фирмами, научными организациями и образовательными учреждениями, работающими в направлении развития инновационной среды;

– реализация потенциала строительного комплекса, создания эффективных строительных конвейеров;

– содействие внедрению прогрессивных технологий развития строительной индустрии, обеспечивающих ее устойчивое, экономически выгодное и экологически безопасное развитие;

– содействие внедрению передовых концепций и технических решений в области автоматизации производственных процессов предприятий ЖКХ;

– повышение научно-технического уровня строительного комплекса региона;

– кооперация предприятий на строительном рынке с целью снижения себестоимости работ и повышения качества строительной продукции, а также увеличения объема ввода в эксплуатацию объектов недвижимости;

– освоение новых видов экологичной и энергоресурсоэффективной строительной продукции, проектов, строительных и экозащитных материалов и технологий, оборудования и средств малой механизации, автоматизации и производственных процессов;

– внедрение международных стандартов системы менеджмента качества ИСО 9001 в строительном комплексе; сертификация продуктов и услуг строительной отрасли;

– использование прогрессивного отечественного и зарубежного опыта, создание эффективных организационных форм, соответствующих сложной структуре и специфике строительной отрасли.

В настоящее время выделяется кластерная политика двух поколений [5]. Кластерная политика первого поколения представляет собой комплекс мер, осуществляемых федеральными и региональными органами власти по идентификации кластеров, определению поля деятельности формирующих кластеры фирм, созданию государственных органов поддержки кластеров и осуществлению общей политики поддержания кластеров в стране и регионе. Кластерная политика второго поколения базируется на хорошем знании о существующих в стране или регионе кластерах и подразумевает индивидуальный подход к проблемам развития каждого кластера в отдельности. Государство может стимулировать развитие кластеров, проводя различный комплекс мероприятий: «брокерскую» политику – создание платформы для диалога различных акторов кластера; диверсификацию местного спроса посредством размещения у местных компаний государственных заказов; повыше-

ние квалификации местной рабочей силы через реализацию программ дополнительного образования к переподготовки кадров; создание «бренда» региона для привлечения иностранных инвестиций. По роли государства при проведении кластерной политики выделяются четыре типа кластерной политики: Каталитическая кластерная политика, когда правительство сводит заинтересованные стороны (например, частные компании и исследовательские организации) между собой, но обеспечивает ограниченную финансовую поддержку реализации проекта; Поддерживающая кластерная политика, при которой каталитическая функция государства дополняется его инвестициями в инфраструктуру регионов, образование, тренинг и маркетинг для стимулирования развития кластеров; Директивная кластерная политика, когда поддерживающая функция государства дополняется проведением специальных программ, нацеленных на трансформацию специализации регионов через развитие кластеров; Интервенционистская кластерная политика, при которой правительство наряду с выполнением своей директивной функции перенимает у частного сектора ответственность за принятие решения о дальнейшем развитии кластеров и посредством трансфертов, субсидий, ограничений или регулирования, а также активного контроля над фирмами в кластере, формирует его специализацию. Согласно исследованию М. Энрайта, в 40 % из 160 региональных кластеров, развивающихся в настоящее время в мире, местные и региональные органы власти проводят поддерживающую кластерную политику. Каталитическая политика проводится национальными, региональными и локальными органами власти по отношению к примерно 20 % региональных кластеров, директивная – по отношению к 5 % кластеров, а интервенционистская – для 2-3 % кластеров. При этом наблюдается следующая тенденция: при движении по правительственной вертикали сверху вниз (от наднациональных, как Европейский союз, и национальных к региональным и местным органам власти) увеличивается доля правительств, проводящих специализированную кластерную политику – от 18 до 70 %. Чем «ближе» к региональному кластеру находятся государственные органы власти, тем они более интенсивно проводят кластерную политику.

### **Заключение**

Формирование и развитие строительного кластера позволит получить стратегически значимые конкурентные преимущества, технологические, экономические, социальные и

экологические эффекты. Он реализует инновационно-кооперационный механизм повышения технологического уровня и конкурентоспособности строительной отрасли; является инструментом диверсификации экономики и выступает одной из эффективных форм взаимодействия власти и бизнеса. Кластер стимулирует модернизацию строительной и смежных отраслей за счет создания устойчивых каналов передачи передовых знаний и обмена опытом в рамках единого технологического и информационного пространства; в регионе появляется дополнительная эффективная организационная форма привлечения, апробации и освоения передовых зарубежных технологий; в отрасли будут более эффективно распространяться и контролироваться новые стандарты качества за счет повышения уровня конкуренции, активизации работ по продвижению новых технологий на рынок.

### Библиографический список

1. Бирюков В. В. Производительность хозяйственных систем и модернизация промышленного производства // Вестник СибАДИ.- 2012.- №1 (23).
2. Бирюков В. В. Особенности предпринимательской деятельности в инновационной экономике // Вестник СибАДИ.- 2010.- №4.
3. Бирюков В. В., Романенко Е. В. Институт и институционально-эволюционная парадигма развития малого предпринимательства // Омский научный вестник.- 2012.- №1.

4. Кирничный В. Ю., Приоритеты и механизм модернизации автомобильно-дорожного комплекса // Вестник СибАДИ.- 2011.- №4.

5. Кирничный В. Ю., Лочан С. А. Программно-целевое управление инновациями в сфере ЖКХ // «Экономика образования».- 2012.- №3.

6. Пилипенко И. Кластерная политика в России // Общество и экономика. 2007, №8.

7. Портер М. Международная конкуренция.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.

### IMPROVED TECHNOLOGY AND CONSTRUCTION METHODS OF PRODUCTION IN A CLUSTER OF INNOVATION

V. Y. Kirnichny

The issues of improving techniques and construction industry, as well as the formation mechanisms of activation of these processes in the creation of innovative building cluster.

*Кирничный Владимир Юрьевич – доктор экон. наук, профессор ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – модернизация Российской экономики, организационно-экономические механизмы развития строительства и транспорта.*

УДК 338.242

## ДОКУМЕНТООБОРОТ КАК ОСНОВА КОНТРОЛЛИНГА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В. А. Коробова

**Аннотация.** В статье рассмотрены регламенты документирования управленческой деятельности на основе Инструкции по ведению делопроизводства на примере промышленных предприятий Омского региона с применением контроллинга.

**Ключевые слова:** контроллинг, документационное обеспечение управления, инструкция по делопроизводству, менеджмент предприятия, регион.

### Введение

В новых экономических условиях для повышения эффективности управления промышленными предприятиями как в России, так и в Омском регионе необходимо уделять внимание постановке системы контроллинга и

совершенствованию работы с документами, так как всякое управленческое решение базируется на информации. Любая структура, стремящаяся к успеху, должна иметь четко организованный документооборот с высокой степенью технологии работы с документами,

которая определяет оперативность перемещения, исполнения документов и эффективность обеспечения руководства предприятия документированной информацией.

В качестве самостоятельной, но не менее важной задачи следует рассматривать своевременное и полное информирование руководства предприятия о требованиях, предъявляемых к деятельности, а также о критериях учета и оценки результатов этой деятельности. Указанная информация обычно доводится до сведения сотрудников предприятия в форме организационно-распорядительных и организационно-методических документов – должностных инструкций, инструкций по видам деятельности, внутренних стандартов качества, описаний технологии выполнения видов работы и т.д.

В связи с этим, на промышленных предприятиях Омского региона в последнее время остро стоит вопрос о необходимости построения эффективной системы контроллинга на основе информационно-документационного обеспечения управления. Важнейшими направлениями совершенствования делопроизводства при этом будут являться концентрация всех функций по документационному обеспечению в едином подразделении, совершенствование технологии работы с документами и разработка Инструкции по делопроизводству, которая должна четко и подробно устанавливать правила документирования и организации работы с документами и последовательно регламентировать весь комплекс делопроизводственных работ, а так же внедрение элементов контроллинга на базе созданного документооборота [4,5].

### **Основная часть**

В современной социально-экономической обстановке в условиях поиска оптимальных путей информатизации на промышленных предприятиях Омского региона первостепенное значение приобретает решение многоаспектной проблемы документационного обеспечения управления, при помощи которого процессы документирования приобретают нормативный ими упорядоченный характер.

Данная функция хозяйствующего субъекта на основе всеобъемлющего сбора, интеграции и анализа информации обо всех происходящих в нем процессах поддерживает принятие оперативных и стратегических управленческих решений на всех уровнях. Документооборот является одним из способов ведения бизнеса и осуществления практического руководства предприятием, потому что в систему документооборота могут входить разнообраз-

ные источники информации: письма, договоры, должностные инструкции, бухгалтерские и налоговые документы, управленческие отчеты и др. Система документооборота – такая же часть производственной инфраструктуры, абсолютно равноправная и необходимая, как и оборудование, ресурсы, персонал.

Поэтому для установления единых принципов работы с документами на всех уровнях управления создания условий для эффективного применения прогрессивных технических средств и технологий, совершенствования работы аппарата управления возникает объективная необходимость внедрения на промышленных предприятиях Омского региона контроллинга в систему документооборота.

Качество принимаемых управленческих решений напрямую связано с умением быстро и качественно отбирать необходимую информацию для предприятия, при этом необходимо анализировать и выявлять взаимозависимость между релевантной информацией и концепцией эффективного управления предприятием для обеспечения его долгосрочного существования.

Под контроллингом понимают процесс информационного обеспечения руководителей всех уровней управления предприятием при принятии ими управленческих решений и методическое сопровождение этого процесса [2]. Если исходить из такого понимания контроллинга, то контроль и анализ действий являются лишь управленческими инструментами в рамках комплексного информационного обеспечения руководства. При построении системы контроллинга прежде всего необходимо решить вопрос выбора подхода по систематизации экономической информации, который был бы одновременно гибким, простым и всеобъемлющим, что особенно важно на промышленных предприятиях Омского региона.

Применение контроллинга в виде целостной системы на промышленных предприятиях Омского региона – реальное конкурентное преимущество в условиях финансовой нестабильности, острой конкуренции и снижения доходности бизнеса [4,6].

В связи с этим предлагается определить место службы контроллинга в системе документооборота на примере предприятия ООО «Омская фабрика нетканых материалов» (ООО «ОФНМ»).

Так как служба контроллинга должна мониторить выполнение основных функций делопроизводственного обслуживания, то одной из важных задач в ее реализации ООО

«ОФНМ» является разработка и внедрение процедур и систем документооборота, в т.ч. регламентирование информационных потоков [5]. Внедрение на данном предприятии концепции контроллинга в системе документооборота позволило повысить эффективность всего процесса управления, а совместная согласованная работа служб документационного обеспечения управления и службы контроллинга позволило повысить качество обработки, движения и исполнения документов. Эффективная система контроллинга снизила нагрузку руководящего аппарата ООО «ОФНМ» и высвободило время для решения других задач.

Основная функция контроллинга заключается в осуществлении контроля за деятельностью структурных подразделений, а также в обеспечении достоверной информацией руководства ООО «ОФНМ» и своевременной координации деятельности всей системы управления предприятием в целом.

Систематизация управленческой информации на предприятии призвана сделать транспарентными все стадии процесса документооборота предприятия. В понятии информационной прозрачности объекта управления отражено представление о степени управляемости данного объекта. Особенность создания единой информационной модели на промышленных предприятиях Омского региона в первую очередь связана:

- с возникновением региональных кластеров;
- с иерархией организационной структуры управления и распределенностью деятельности;
- с многообразием применяемых информационных систем;
- с постоянными изменениями структуры управления в условиях быстро меняющейся внешней среды.

Следовательно, для практического осуществления методологии контроллинга на промышленных предприятиях Омского региона необходимо решение следующих задач: в системе бухгалтерского учета выделения управленческого учета, формирование функций контроллинга в системе управления предприятием, организация информационных потоков с целью формализации и целеориентации на принятие управленческих решений.

Обобщая, можно сказать, что контроллинг становится одной из технологий менеджмента предприятия. Элементы процесса управления (установление целей, планирование, учет, контроль исполнения, сравнение достигнутых результатов с запланированными, анализ и

принятие решений) почти всегда принимаются во внимание, когда говорят о контроллинге [6], и присутствуют объективно в той или иной форме при любом методе управления, в том числе и в системе документооборота. Контроллинг в целом работоспособен и эффективен только при работоспособности и эффективности всех элементов технологии менеджмента [3]. О контроллинге как технологии управления можно говорить тогда, когда все составляющие процесса управления формализованы, описаны и реализованы в виде документально оформленных процедур.

Документационное обеспечение процесса управления является основной обеспечивающей функцией менеджмента любого предприятия. От того, как оно организовано, во многом зависит эффективность управленческой деятельности. В свою очередь, порядок работы с документами на конкретном предприятии напрямую связан с организацией управления и зависит от структуры его аппарата, компетенции и функций органов управления, структурных подразделений. Поэтому в состав нормативной и методической базы документационного обеспечения управления (ДОУ) относят те локальные акты, которые регулируют управленческую деятельность конкретного предприятия [5].

Необходимость разработки внутренних документов диктуется законодательством, которое определяет их как регуляторы внутренней среды организационной структуры [1]. Являясь локальными нормативными актами, они составляют правовую основу деятельности предприятия, так как содержат нормы, обязательные для исполнения, как субъектами, так и объектами управления. Именно они регламентируют управленческие действия, то есть устанавливают порядок и фиксируют определенные условия их эффективного выполнения на предприятии. Среди таких условий можно выделить определение четкой структуры и правового статуса определенного звена управления, закрепление его функций и порядок функционирования. Кроме того, очень важно разработать и закрепить правила выполнения различных видов работ, в частности по документационному обеспечению управления.

В современном делопроизводстве основным локальным нормативным актом предприятия, который регламентирует технологию работы с документами и закрепляет принципиальные положения и технологические решения по ДОУ, является Инструкция по ведению делопроизводства [1]. Ее назначением является регламентация всех действий и опе-

раций с документами на протяжении всего их жизненного цикла на предприятии. В Инструкции отражаются особенности структуры, штатного состава и направлений деятельности предприятия.

Оставаясь на позиции необходимости разработки и применения именно инструкции по делопроизводству, попытаемся обосновать подход, согласно которому на предприятии должна быть не одна инструкция по делопроизводству (один документ для всех категорий работников), а набор (комплекс) инструкций, каждая из которых ориентирована на определенную категорию работников и учитывает их профессиональные потребности. При этом отметим, что речь идет именно об инструкции (инструкциях), поскольку по своему назначению это документ, который определяет последовательность (технология) выполнения определенной работы (работ).

Цель Инструкции - совершенствование работы с документами, повышение качества подготовки документов, упорядочение документооборота, оптимизация управленческого труда и повышение эффективности управленческой деятельности в целом.

С практической точки зрения она предназначена для всех работников предприятия: от специалистов службы контроллинга и менеджеров по ДОУ до руководителей, специалистов структурных подразделений и технических исполнителей, выполняющих различные виды работы с документами, от аналитической обработки, требующей специальных знаний до технических операций. Материал излагается в Инструкции по делопроизводству в соответствии с общей технологией подготовки, обработки, хранения и использования документов на предприятии. Как правило, Инструкция строится по одному из двух вариантов, отличительной особенностью которых является структура, например:

1. Инструкция по делопроизводству начинается с регламентации обработки входящих, исходящих и внутренних документов, их регистрации, организации документооборота, контроля исполнения, систематизации и организации хранения, а затем устанавливаются порядок и процедуры подготовки документов с выделением требований к отдельным видам и разновидностям документов.

2. Материал Инструкции излагается в обратной последовательности: сначала требования к составлению и оформлению документов, затем технология их обработки, хранения и использования.

Очевидно, что данные различия не принципиальны и не меняют характера и назначе-

ния этого документа.

В процедуре разработки Инструкции можно выделить несколько этапов:

- сбор и анализ материала;
- разработка проекта Инструкции по делопроизводству, регламентирующая вопросы с учетом специфики деятельности предприятия;
- согласование, утверждение и внедрение Инструкции на предприятии;
- проведение обучения методике применения Инструкции на предприятии.

Перед разработкой Инструкции необходимо изучить основные правовые акты и нормативные документы в сфере документации и информации, а также проанализировать порядок работы с документами на конкретном предприятии.

Следующим этапом в разработке Инструкции является определение ее структуры или рабочего плана Инструкции. Состав разделов Инструкции, их последовательность, наличие приложений определяются ее разработчиками, но необходимо, чтобы положения Инструкции последовательно отражали все стадии работы с документами.

Как правило, основными разделами Инструкции являются «Документирование управленческой деятельности» и «Организация работы с документами». Дополняют Инструкцию раздел «Общие положения», а также приложения информационно-справочного характера.

В разделе «Общие положения» устанавливаются сфера распространения Инструкции, ее назначение, ответственность за несоблюдением норм документационного обеспечения управления. Кроме того, должна быть определена служба, которая отвечает за делопроизводство на предприятии в целом и в его структурных подразделениях. Важной составляющей данного раздела являются нормативно-методические документы, на которых основаны нормы и правила конкретной Инструкции по делопроизводству. Здесь же устанавливается порядок введения Инструкции в действие и внесения в нее изменений и дополнений.

В раздел «Документирование управленческой деятельности» включаются вопросы, связанные с составом управленческой документации; общие правила подготовки и оформления документов, включая правила оформления реквизитов документов; правила подготовки и оформления отдельных видов документов, их размножения, оформления и заверения копий; порядок изготовления, использования и хранения бланков, печатей и штампов.

Раздел «Организация работы с документами» содержит положения, отражающие все стадии работы с поступившей документацией, а также отправки исходящих документов; перемещение документов внутри предприятия; определение основных инстанций движения документов и правила обработки входящих, исходящих и внутренних документов на каждом этапе; правила обработки документов, поступающих или отправляемых по электронным или факсимильным каналам связи; порядок учета общего объема документооборота.

Отдельными разделами закрепляются правила регистрации документов, порядок ведения справочной работы и контроля исполнения документов. Другими словами, Инструкцией по делопроизводству должен быть определен детальный порядок обработки документов при их движении с момента создания или получения до окончания исполнения, отправки из предприятия или передачи в архив [5].

Важнейшим направлением деятельности по документационному обслуживанию является организация оперативного хранения доку-

ментов, законченных делопроизводством, и их подготовка к передаче на дальнейшее архивное хранение, что можно считать функциями контроллинга в системе делопроизводственного обслуживания. В соответствующих разделах устанавливаются правила формирования в дела отдельных категорий документов; порядок разработки и использования номенклатуры дел, систематизации и индексации дел; правила хранения документов в службе ДОУ и структурных подразделениях предприятия.

Отдельными разделами закрепляются вопросы организации и проведения экспертизы ценности документов для установления сроков их хранения, отбора для уничтожения или передачи на дальнейшее хранение; устанавливаются требования к составлению описей дел, подготовке и оформлению самих передаваемых дел.

Нормативные положения Инструкции по делопроизводству в ООО «ОФНМ» должны быть дополнены приложениями информационно-справочного характера, которые имеют важное практическое значение (таблица 1).

Таблица 1 - Состав приложений к Инструкции по делопроизводству в соответствии с выполняемыми функциями по категориям работников ООО «ОФНМ»

№ п/п	Наименование приложений	Приложения к Инструкции по делопроизводству	Категория работников
1	Образцы бланков документов	Общий бланк предприятия, бланк письма предприятия, бланк конкретного вида документа, бланк письма должностного лица	- заместитель директора по кадрам
2	Образцы заполнения форм документов, оформления основных видов документов, применяемых в управленческой деятельности данного предприятия	Приказ, распоряжение, протокол, акт, деловое письмо, служебная, докладная и объяснительная записки, справка и другие документы	- заместитель директора по кадрам; - специалисты структурных подразделений
3	Перечень нерегистрируемых документов	Рекламные извещения, поздравительные письма, приглашительные билеты, печатные издания и др.	- заместитель директора по кадрам
4	Перечень документов, требующих проставления оттиска гербовой печати	Архивная справка, договоры, доверенности, командировочные удостоверения, положения об организациях и др.	- заместитель директора по кадрам; - коммерческий директор;
5	Перечень документов, подлежащих утверждению	Акты, инструкции, положения об организации, штатные расписания и др.	- главный бухгалтер
6	Формы журналов, используемых для регистрации и учета документов, ведения справочной работы по документам	Поступающие, отправляемые и внутренние документы, приказы, факсы и др.	- заместитель директора по кадрам; - специалисты структурных подразделений
7	Форма номенклатуры дел, образец оформления обложки дела, формы описей документов дел	Номенклатура дел структурного подразделения, форма обложки дела постоянного хранения и др.	

Из сказанного выше становится понятно, что установленные Инструкцией правила являются обязательными не только для работников службы документационного обеспечения управления и службы контроллинга, но и для всех специалистов, работающих с документацией. Поэтому ее необходимо тиражировать в необходимом количестве экземпляров, чтобы каждый сотрудник в случае необходимости мог ознакомиться с правилами составления, оформления документов и работы с ними на предприятии.

Ни одна категория работников ООО «ОФНМ» не работает с Инструкцией в целом. Работников структурных подразделений интересуют, главным образом, вопросы подготовки документов, процедура их согласования, систематизация документов, организация их хранения и поиска.

Характерно, что Инструкция по делопроизводству акцентирует внимание на приказах и распоряжениях руководителя, а также на оформлении писем, актов, справок. К другим видам документов содержатся лишь общие требования. Отдельные же документы вообще не рассматриваются Инструкцией - такие как планы, отчеты, документы кадровой службы и др. В связи с этим при составлении документов на промышленных предприятиях Омского региона проявляется отсутствие единообразия, а их формуляры в ряде случаев не соответствуют общепринятым правилам документирования. Однако с практической точки зрения целесообразно показать в Инструкции весь комплекс работ с управленческой документацией, включающий обработку отчетной, расчетно-денежной документации, бухгалтерской, документации по личному составу и др.

Специалисты структурного подразделения должны знать, что подготовленный ими проект документа необходимо визировать у всех заинтересованных лиц, а затем представить на подпись руководителю, после чего документ должен быть передан в службу ДОУ на регистрацию и отправку адресату. Но как должна строиться система регистрации и учета документов, из каких составных частей должен состоять регистрационный номер, какие сведения о документе вводятся в базу данных или регистрационный журнал - эти и другие аспекты обработки документов специалисту структурного подразделения знать не обязательно, либо достаточно знать в общих чертах. Именно эти вопросы очень важны

для менеджеров по документационному обеспечению, потому что непосредственно им приходится выполнять работу по обработке документов, причем в полном объеме, включая ведение базы данных по документам, поиск документов и др.

Менеджеры структурных подразделений и менеджеры высшего звена также должны владеть определенным комплексом знаний об организации работы с документами, но для них важны в первую очередь те вопросы, которые непосредственно связаны с процедурой принятия решений и их исполнением.

Таким образом, поскольку правила составления и оформления документов должны знать не только менеджеры, которым непосредственно приходится заниматься подготовкой документов, но и другие категории работников, хотя и в меньшем объеме, необходимо разрабатывать новые методы регламентации делопроизводства - набор Инструкций по документационному обеспечению управления, ориентированные на конкретную категорию работников предприятия, как потребителей информации нормативного характера.

На наш взгляд, при разработке Инструкции по ведению делопроизводства на примере ООО «ОФНМ» целесообразно отразить следующие вопросы по обработке документов для каждой категории работников, при этом процедуры специалистов службы контроллинга и менеджеров службы ДОУ взаимосвязаны (таблица 2).

Таким образом, совершенствование документационного обеспечения системы управления на промышленных предприятиях Омского региона путем внедрения концепции контроллинга позволит получить следующие результаты:

- контролировать прохождение документов в подразделениях предприятия с момента их получения или создания до завершения исполнения, своевременное информирование сотрудников и руководства о поступивших и создаваемых документах;
- оптимизировать процесс согласования документов;
- обеспечить упреждающий контроль над своевременным исполнением документов, поручений руководства предприятия, оперативное получение информации о состоянии исполнения и месте нахождения любого документа.

Таблица 2 - Распределение процедур делопроизводства по категориям работников ООО «ОФНМ»

Категория работников	Выполняемый вид работы конкретной категорией работников	Состав процедур
Заместитель директора по кадрам (служба ДОУ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка и внедрение нормативных и методических документов по совершенствованию документооборота в структурных подразделениях;</li> <li>- осуществление первоначальной обработки поступающих и отправляемых документов;</li> <li>- регистрация входящих, исходящих и внутренних документов;</li> <li>- организация работы с документами, поступающими и отправляемыми по факсимильной связи и электронной почте;</li> <li>- ведение информационно-справочной работы по документам предприятия;</li> <li>- разработка и проектирование бланков документов;</li> <li>- организация своевременного рассмотрения документов и доведения документов до конкретных исполнителей;</li> <li>- организация контроля за сроками исполнения документов;</li> <li>- оформление копий документов и выписок из документов;</li> <li>- номенклатура дел предприятия: порядок разработки, утверждения, ведения;</li> <li>- формирование, оформление дел, подготовка дел к передаче на хранение в архив.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка положений о структурных подразделениях, должностных инструкций работников и т.д.;</li> <li>- прием корреспонденции, поступающей в адрес предприятия;</li> <li>- внесение сведений о полученных документах в регистрационные формы;</li> <li>- процедура доведения документов до конкретных лиц для совершения действий, указанных в документе;</li> <li>- предварительная проверка и регулирование хода исполнения документов;</li> <li>- разработка и корректировка номенклатуры дел;</li> <li>- формирование дел с документами и т.д.</li> </ul>
Директор Коммерческий директор Главный бухгалтер Главный инженер Менеджер по сбыту Начальник производства	<ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок рассмотрения поступающих документов, вынесение резолюции;</li> <li>- порядок согласования проектов документов, подготовленных в структурных подразделениях;</li> <li>- порядок принятия решений, подписание и утверждение документов;</li> <li>- контроль исполнения поручений со стороны руководства;</li> <li>- порядок приема-передачи документов и дел при смене руководителя.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методическое руководство и контроль за организацией делопроизводства в структурных подразделениях;</li> <li>- разработка предложений по совершенствованию организации работы с документами и т.д.</li> </ul>
Специалисты структурных подразделений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- порядок регистрации документов, поступивших непосредственно в структурное подразделение и отправляемых из подразделения;</li> <li>- порядок согласования проектов документов;</li> <li>- правила составления и оформления документов;</li> <li>- ведение аналитической работы по документам;</li> <li>- организация поисковой работы по документам;</li> <li>- сроки исполнения документов, порядок и условия изменения сроков исполнения документов;</li> <li>- формирование дел в структурном подразделении и подготовка дел к передаче в архив.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обеспечение физической сохранности документа и соблюдение порядка доступа к информации в процессе его исполнения;</li> <li>- организация документооборота и контроль исполнения документов в структурном подразделении.</li> </ul>
Специалист информационных технологий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- внедрение новейших информационных технологий в работу с документами;</li> <li>- разработка предложений по применению средств компьютерной техники.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- процесс сбора, обработки, хранения и использования документов в локальной сети предприятия и т.д.</li> </ul>

**Заключение**

В заключение хотелось бы отметить, что для действенности системы документооборота, более высокой эффективности отдачи от внедрения Инструкции по делопроизводству

на промышленных предприятиях Омского региона можно создать систему контроллинга, которая своевременно будет не только осуществлять контроль и анализ документооборота, но и вносить изменения в процедуру ве-

дения делопроизводства, тем самым, позволив повысить исполнительскую дисциплину, культуру и эффективность менеджмента предприятия, усовершенствовать на единой основе постановку делопроизводства в целом.

### Библиографический список

1. Правила делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти, утв. Постановлением Правительства РФ от 15.06.2009 № 477 (в ред. Постановления Правительства РФ от 07.09.2011 № 751).
2. Ананькина Е. А., Данилочкин С. В., Данилочкина Н. Г. и др. Контроллинг как инструмент управления предприятием. – М.: ЮНИТИ, 2002. – 279 с.
3. Карминский А. М., Оленев Н. И., Примак А. Г., Фалько С. Г. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 256 с.
4. Домашенко Г. А., Коробова В. А. О теоретических подходах к созданию концепции контроллинга в системе управления на предприятиях // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2010. – Т. 10, - № 4. С. 43-47.
5. Документирование управленческой деятельности на производственных и коммерческих предприятиях: учеб. пособие для студентов вузов,

обучающихся по специальности 080502 «Экономика и управление на предприятии легкой промышленности»: в 2 ч. / Боженко Н. Н., Домашенко Г. А., Коробова В. А. – Омск: Филиал ГОУ ВПО «РосЗИТЛП» в г. Омске, 2009 – 406 с.

6. Бирюков В. В., Боженко Т. А. Управление рисками на предприятии // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. - № 3 (17). – 2010. С. 95-96.

### FLOW OF DOCUMENTS AS THE CONTROLLING BASIS AT THE INDUSTRIAL ENTERPRISES

V. A. Korobova

In article regulations of documenting of administrative activity on the basis of the Instruction on record keeping on an example the industrial enterprises of the Omsk region with controlling application are considered.

*Коробова Валентина Александровна – аспирант Филиала ФБГОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К. Г. Разумовского» в г. Омске. Основное направление научных исследований - внедрение элементов контроллинга в систему управления промышленными предприятиями. Общее количество публикаций – 17. E-mail: korobovava@mail.ru*

УДК 658.7

### ФОРМИРОВАНИЕ ОТНОШЕНИЙ ВЛАСТНЫХ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР РЕГИОНА НА ПРИНЦИПАХ ЛОГИСТИЧЕСКОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

Б. Г. Хаиров

**Аннотация:** Обоснована необходимость логистического администрирования процесса становления многостороннего партнерства в регионе. Определены признаки сотрудничества предпринимательских и властных структур в рамках логистической системы на четко разработанных принципах паритетности многостороннего партнерства. *Lean-технологии* рассмотрены как один из инструментов создания логистической системы многостороннего партнерства в регионе. Раскрыта роль логистического администрирования в становлении отношений властных и предпринимательских структур многостороннего партнерства.

**Ключевые слова:** логистика, многосторонние партнерства, логистическое администрирование, *lean-технологии*.

#### Введение

Важным фактором устойчивого экономического развития и достижения нормального уровня жизнеобеспечения населения является формирование цивилизованного современного предпринимательства в экономиче-

ском пространстве России. Экономические достижения, в том числе высокие темпы экономического роста, инвестиции, нововведения во многих странах с рыночной экономикой напрямую зависят от реализации предпринимательского потенциала.

Необходимым условием в процессе использования инноваций в при формировании региональной стратегии развития является единый подход в понимании нововведений, в том числе в управлении. Внедрение логистического администрирования во взаимоотношения предпринимательских и властных структур региона позволит сформировать эффективное многостороннее партнерство.

Имеющиеся исследования по данной теме либо носят общесистемный характер, либо затрагивают отдельные аспекты прикладного использования, что не позволяет увязать теоретические и методологические положения с актуальными проблемами реального построения и развития логистического администрирования в процессе становления многостороннего партнерства в регионе.

**Основная часть**

В новой экономической среде многие предпринимательские структуры не имеют четкой скоординированной политики формирования партнерских отношений. Необходимо отметить, что отсутствие глубоких теоретических исследований партнеров на этапе их выбора стало одной из главных причин низкой экономической эффективности взаимодейст-

вия властных и предпринимательских структур. Отсутствует понимание того, насколько тесными должны быть такие связи и каким образом должны осуществляться. Экономике региона необходимо такая организация бизнеса, которая бы отвечала требованиям адаптивности и открытости к инновациям.

Учитывая мировые тенденции современной экономики, автор считает, что предпринимательству необходимо сотрудничество и взаимовыгодные отношения с государством, партнерами по бизнесу, потребителями и обществом с целью формирования взаимовыгодных отношений в логистической системе многостороннего партнерства.

Классификационные признаки участников взаимодействия прослеживается из исследований определения предпринимательства, где проявляется ряд синергетических принципов, а именно принцип эффективности взаимодействия. Поэтому, автором предложена структура классификационных признаков участников частно-государственного взаимодействия (рис.1.), позволяющая учитывать их при построении логистической системы многостороннего партнерства.



Рис.1. Структура классификационных признаков участников частно - государственного взаимодействия

Сложность и условность данных характеристик признаков позволят менять и дополнять их с учетом особенностей многостороннего партнерства.

Таким образом, выделенные признаки частно-государственного взаимодействия будут трансформированы в его основные функции при поиске новых возможностей для достижения наилучших результатов сотрудничества предпринимательских и властных структур в рамках логистической системы на четко разработанных принципах паритетности многостороннего партнерства [3].

Созрела необходимость, в современных условиях развития экономики, региональным властям и субъектам предпринимательства в применении логистического подхода в планировании и организации государственных закупок, формировании государственных резервов регионального уровня и управления ими, создании механизмов быстрого реагирования на форс-мажорные политические и экономические ситуации.

Логистическая система взаимодействия властных и предпринимательских структур региона, на наш взгляд, должна быть основана на единстве логистического администрирования и организации предпринимательской деятельности в рамках многостороннего партнерства. Логистическое администрирование отличается от традиционного в логистике управления потоковыми процессами преобладанием функций моделирования и координирования, что существенно повысит уровень взаимодействия предпринимательских и властных структур региона. Так, по мнению, В. И. Сергеева: «администрирование логистических систем можно определить как комплекс управленческих функций и процедур, осуществляемых логистическими менеджерами фирмы (преимущественно с применением информационно-компьютерных технологий) для достижения стратегических, тактических и оперативных целей логистических систем» [2].

Созданию логистической системы партнерства и её успешному функционированию препятствуют, как правило, сохранение приоритета собственных, частных интересов входящих в систему субъектов и отсутствие реального их единства.

Логистическое администрирование в данном случае необходимо для обеспечения надежного и выгодного представления региона на внешнем рынке, а также для создания эффективных внутрирегиональных экономических связей, что позволит повысить инвестиционную привлекательность региона.

Период кризиса и восстановительного развития доказал неизбежность регулирования и координации на основе логистики объединенных усилий властных и предпринимательских структур. Таким образом, очевидно, что назрела необходимость разработки инструментария взаимодействия властных и предпринимательских структур на базе создания логистической системы многостороннего партнерства в регионе.

Логистическое администрирование позволяет рассматривать инновации в многосторонних партнерствах в области процессов, а не в области продукции, что позволит достичь экономического преимущества.

Предметом исследования, в том числе, могут стать управленческие отношения, возникающие в процессе формирования и развития институционального обеспечения функционирования логистической системы региона. Решение данной проблемы требует обновления данной структуры системы коммуникаций трансфера инноваций. Анализ и выявление конфликтных ситуаций во взаимодействии предпринимательских и властных структур позволит выявить причины, снижающие их интегративность и невозможность рассмотрения их как систему многостороннего партнерства. Необходима структуризация институционального обеспечения задач трансфера инноваций в сфере инновационной политики, права, экономики, информационно-аналитической сфере, что в свою очередь, повышает синергию за счет скоординированности действий финансовых и нефинансовых институтов в процессе коммерциализации результатов взаимодействия.

Появление стратегий, опирающихся на компетентность в логистике как на средство достижения конкурентных преимуществ, стало следствием всеобщей приверженности маркетингу, ориентированному на потребителя. В его основе лежит идея, согласно которой долгосрочная способность фирмы наращивать свою рыночную долю опережающими темпами по сравнению с отраслевым ростом зависит от ее умения привлекать и удерживать наиболее преуспевающих потребителей отрасли. Сама сущность ориентированного на потребителя маркетинга, которая заключается в том, чтобы сосредотачивать ресурсы на избранных ключевых покупателях, выдвигает на первый план компетентность поставщика в логистике. Так, финансовые потоки определяют деловые связи, которые должны строиться на предварительных договорах, нацеленных на обеспечение прибыльного роста

бизнеса клиента. Смысл здесь прост: насколько потребители преуспевают, настолько благоприятные позиции отводят они своим поставщикам. Потенциальное преимущество тесных хозяйственных связей состоит в том, что они позволяют отчетливо увидеть противоречие между базовым уровнем сервиса и все более популярной концепцией полного удовлетворения потребителей (не говоря уже о еще более «продвинутой» концепции содействия успеху потребителей).

Так, стратегическая эффективность партнерства властных и предпринимательских структур, на наш взгляд, может быть определена с помощью критерия информационной коммуникативности, характеризующего наличие систематизированных и устойчивых взаимосвязей с учетом реального участия каждого субъекта логистической системы региона. Применение современных логистических технологий типа «Lean production» в финансовых коммуникациях взаимодействия властных и предпринимательских структур позволит упорядочить эти отношения и поднять их на новый качественный уровень многостороннего партнерства.

Lean-технологии впервые были разработаны и пользуются наибольшей известностью в производственной сфере, но применяются и в различных секторах сферы услуг. Однако, если экономика и организация управления производством и обращением продукции, а также инфраструктурным обеспечением в виде традиционных ресурсоемких услуг (материально-технического обеспечения, транспорта, складских комплексов и т.д.) были исследованы в период индустриальной эпохи достаточно обстоятельно и глубоко, то аналогичные проблемы относительно нематериальных услуг в условиях сервисной экономики находятся в начальной стадии их постановки и решения.

В первоисточнике речь идет скорее об оптимизации процесса производства, а не о простом снижении затрат. Именно поэтому был выбран термин «lean», обозначающий буквально «худой, тощий, без излишеств». В широком значении «lean» можно описать как способ делать все больше с все меньшими затратами, при этом приближаясь к тому, чтобы обеспечивать потребителей именно тем, что им нужно [1].

Однако, применение lean-технологий в сфере финансов имеет свою специфику, определяющуюся двойной природой процесса оказания услуг: наличие не только деятельно-

сти (услуги, направленной на человека), но и обслуживания.

Стремление к развитию в регионе взаимодействия предпринимательских и властных структур возможно на основе совершенного управления с использованием логистического администрирования, что возможно при условии формирования многостороннего партнерства. Взаимное доверие, имеющее фундаментальное значение для тесного партнерства, достигается лишь в результате постоянного повышения качества логистического администрирования.

Таким образом логистическое администрирование является ключевым инструментом формирования многостороннего партнерства на инновационной основе, в том числе в процессе управления экономикой региона. Необходимым условием внедрения логистического администрирования во взаимоотношения предпринимательских и властных структур региона является единый подход в понимании нововведений, в том числе в процессе использования инноваций в управлении при формировании региональной стратегии развития.

Анализ предмета исследования – теоретических и методических аспектов необходимости логистического администрирования процесса становления многостороннего партнерства в регионе позволил сделать следующие выводы.

Признаки частно-государственного взаимодействия возможно трансформировать в его основные функции при поиске новых возможностей для достижения наилучших результатов сотрудничества предпринимательских и властных структур в рамках логистической системы на четко разработанных принципах паритетности многостороннего партнерства.

Применение современных логистических технологий типа «Lean production» в коммуникациях взаимодействия властных и предпринимательских структур позволит упорядочить эти отношения и поднять их на новый качественный уровень – многостороннее партнерство.

Эффективное многостороннее партнерство достигается в результате постоянного повышения качества логистического администрирования.

### **Выводы**

Период кризиса и восстановительного развития доказал неизбежность регулирования и координации на основе логистики объединенных усилий властных и

предпринимательских структур. Таким образом, очевидно, что назрела необходимость разработки инструментария взаимодействия властных и предпринимательских структур на базе создания логистической системы многостороннего партнерства в регионе.

Логистическое администрирование позволяет рассматривать инновации в многосторонних партнерствах в области процессов, а не в области продукции, что позволит достичь экономического преимущества.

Стремление к развитию в регионе взаимодействия предпринимательских и властных структур возможно на основе совершенного управления с использованием логистического администрирования, что возможно при условии формирования многостороннего партнерства.

### Библиографический список

1. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.

2. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / Под. общ. редакцией проф. В. И. Сергеева. – М.: ИНФРА – М, 2005. – 976 с.

3. Хаиров, Б. Г. Построение логистической системы взаимодействия предпринимательских и властных структур (на примере лесопромышленного

комплекса региона) [Текст] / Б. Г. Хаиров // Официальная ежегодная конференция Российско-Германского Научного Логистического сообщества. 11-14 мая 2011 г. – г. Бремен, С.483-492

### FORMATION OF RELATIONS THE POWER AND BUSINESS STRUCTURES AREA ON THE PRINCIPLES LOGISTICS ADMINISTRATION

B. Khairov

This article addresses the need to administer the logistics of the process of multilateral partnership in the region. It also identifies signs of cooperation of business and authorities within the logistics system on clearly defined principles of parity basis of multilateral partnership. It deals with Lean-technologies as a tool to create a logistics system of the multilateral partnership in the region. The author revealed the role of logistics management in the development of multilateral partnership relations between government and business structures.

*Хаиров Бари Галимович – кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры «Финансы и кредит», филиала Финансового университета при Правительстве РФ в городе Омске. Основное направление научной деятельности – предпринимательство, логистика, менеджмент, финансы; общее количество публикаций – 52, hairov@bk.ru*

УДК 334.02

## ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТОВ ЧАСТНО-ГОСУДАРСТВЕННОГО ПАРТНЕРСТВА

А. А. Цикунов

**Аннотация.** Предлагается методика прогнозирования перспектив развития проектов частно-государственного партнерства на примере объектов воздушно-транспортной инфраструктуры. Анализируются перспективы Омского аэропорта с применением предложенной методики. Разрабатывается алгоритм принятия решений государством о перспективах реализации ЧГП-проектов авиационной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** частно-государственное партнерство, инфраструктура, аэропорт, методика оценки проекта.

### Введение

Вопросы развития инфраструктурных проектов традиционно стоят в списке первоочередных приоритетов российской экономики. Особенно остро сегодня эти проблемы встают на региональном и местном уровнях, когда в условиях существующих бюджетных ограни-

чений значительное число важнейших проектов практически неосуществимы [1]. В то же время мировая хозяйственная практика широко и достаточно успешно использует возможности частно-государственного партнерства (ЧГП), привлекая финансовые, организационные и прочие ресурсы частного сектора. Од-

нако возможности практической реализации ЧПП-проектов упираются в оценку перспектив их развития с учетом интересов всех заинтересованных сторон [2, с.7]. Настоящая статья посвящена вопросам методики прогнозирования перспектив развития проектов, реализуемых с применением механизма ЧПП на примере объектов воздушно-транспортной инфраструктуры (аэропорты). При проведении исследования использованы данные Федеральной службы государственной статистики РФ, Омского аэропорта, NOCHTIEF AirPort и Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA).

**Прогнозирование перспектив развития ЧПП-проектов в области авиационной инфраструктуры**

Итоговое принятие решения со стороны государства о перспективах реализации того или иного проекта авиационной инфраструктуры с применением механизмов ЧПП основывается на предварительном анализе ситуации (рис.1.). В целом, система прогнозирования включает в себя три блока: исторический анализ, прогноз перевозок в будущем и прогноз доходов от эксплуатации аэропорта.

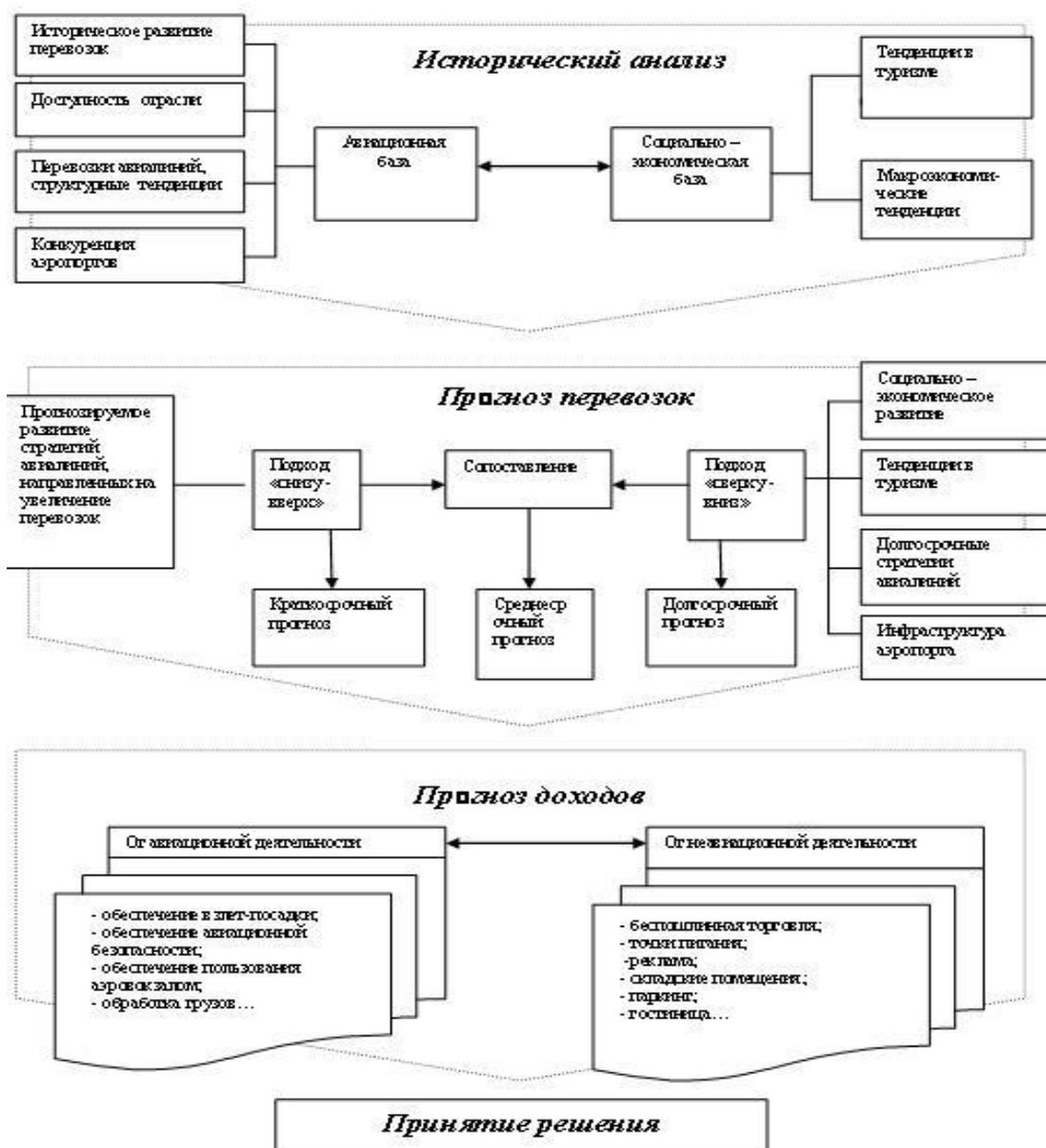


Рис. 1. Блок-схема оценки перспектив развития ЧПП-проектов авиационной инфраструктуры

Элементы, анализируемые в историческом разделе, необходимы для понимания текущей ситуации в аэропорту, а также окружающей его среды. Информация, имеющая отношение к авиации, основана на исторических тенденциях развития самого аэропорта, а также общих тенденциях в авиационной отрасли страны, в которой находится аэропорт.

Данные об объемах перевозок авиалиний и структурных тенденциях необходимы для понимания принципа функционирования авиационного бизнеса. Это касается не только общих рыночных тенденций, но также и конкретной рыночной среды, в которой расположен анализируемый аэропорт. Информация о конкуренции между аэропортами требуется для понимания потенциала возможного привлечения пассажиров, которые, например, обслуживаются другими аэропортами, близко расположенными к анализируемому аэропорту.

Социально-экономическая база данных включает тенденции развития туризма в прошлом для понимания будущих возможностей и факторов влияния на данном уровне. Макроэкономические тенденции (главным образом – динамика роста численности населения и экономический рост), являются основными показателями для определения факторов, влияющих на будущее развитие перевозок [3].

Комбинация подходов «снизу-вверх» для краткосрочной перспективы и «сверху - вниз» для долгосрочной перспективы была использована для отражения изменения элементов на протяжении прогнозного периода. Подход «сверху - вниз» позволяет принять во внимание развитие экономики, а также будущую склонность к путешествиям, долгосрочные стратегии авиакомпаний и состояние инфраструктуры аэропорта. Для прогноза на долгосрочную перспективу экономические индикаторы являются наиболее значимыми факторами оценки развития авиаперевозок. Подход «снизу-вверх» основывается на детальном изучении стратегий авиалиний и объемов их перевозок. Он учитывает краткосрочные эффекты, о которых известно на стадии подготовки прогноза перевозок и которые могут начать действовать, такие как развитие стратегий авиалиний и изменение структуры. Таким образом, подход «снизу-вверх» больше руководствуется предложением, в то время как подход «сверху - вниз» больше руководствуется спросом [4].

Рассмотрим далее предложенную методику прогноза перспектив развития на примере инфраструктурного объекта «Аэропорт Омск-

Федоровка», предполагаемого к реализации в г. Омске с применением механизма ЧГП. На развитие авиаперевозок влияет целый ряд факторов, включая внешние социально-экономические факторы, государственную политику и регулирование, технологические достижения и хозяйственную деятельность авиационной отрасли, а также стратегии авиакомпаний. Отсюда прогнозные допущения должны охватывать все факторы, влияющие на спрос в сфере авиаперевозок. Поэтому нами был выбран диапазон данных, определены главные стимулы роста авиаперевозок и их будущие показатели. В процессе исследования была также учтена информация, полученная в ходе опросов участников рынка из Омска и Москвы. Таким образом, в данном разделе описаны ключевые допущения, представляющие собой наиболее рациональную основу для будущего развития проекта.

*Анализ исторического развития* показывает, что авиация в долгосрочной перспективе является динамично развивающимся сегментом экономики. Среднегодовой уровень роста мировых пассажирских перевозок составил в течение последних 20 лет около 3,8 %. За исключением ряда негативных лет рост объема авиаперевозок неизменно опережал мировой экономический рост, и ожидается, что тенденция увеличения объемов пассажиро-перевозок по всему миру продолжится. В среднем, соотношение роста объемов перевозок пассажиров международных рейсов к росту ВВП составляет 2:1. Для развивающихся рынков (куда можно отнести и Россию) этот показатель может быть даже выше. От будущего развития как внутренних, так и международных авиаперевозок можно, как показал опыт прошлого, ожидать умеренного, но стабильного роста [5, с.20]. Это приведет к постоянному увеличению пропускных мощностей, росту эффективности и качества обслуживания аэропортов.

Следует учитывать и происходящие технологические изменения: эффект дополнительного ограничения пропускной способности выражается в перегрузке существующих узловых аэропортов с ограниченными возможностями их расширения. В особенности объемы авиаперевозок в пиковый час приводят к ограничению возможностей операторов аэропорта в предоставлении своим клиентам полного пакета услуг и удовлетворения всех их потребностей. В свете развития технологий оснащения аэропортов можно ожидать технологических перемен, как в сфере промышленного производства воздушных судов, так и в

оборудовании, используемом при обслуживании пассажиров и обработке багажа и грузов. Кроме того, в будущем основное внимание будет уделено систематизации организации и технологии перевозок для повышения эффективности обслуживания пассажиров (к примеру, использование гибких схем пассажиропотоков при выходе на посадку для их оптимизации), обработки авиагрузов и почты (к примеру, использование интермодальной транспортной системы), что будет происходить параллельно с необходимым увеличением пропускной способности во многих аэропортах.

Увеличение размеров воздушных судов планируется производителями в будущем в целях обслуживания постоянно растущего числа пассажиров. Последствием для аэропортов станут такие изменения в инфраструктуре, как, к примеру, изменение размера перрона, размера мест стоянок воздушных средств, а также изменение наземных технологических процессов. Логично предположить,

что такие типы самолетов будут использоваться только на плотно загруженных рейсах в определенных аэропортах. Однако в долгосрочной перспективе можно ожидать, что все остальные аэропорты крупного и среднего размера должны будут подготовиться к приему и обслуживанию самолетов такого типа, что, безусловно, приведет во многих аэропортах к разработке и внедрению программ по увеличению пропускной способности [6, с.22].

Как уже отмечалось, макроэкономические индикаторы являются наиболее важными факторами для определения развития авиатransпортов в долгосрочной перспективе, в том числе и для составления прогноза перевозок для Омского аэропорта. В прошлом рост числа перевозок имел сильную взаимозависимость с ростом ВВП. Регрессия российского ВВП и пассажиропотока в Омском аэропорту с 1999 по 2009 гг. составляет  $R^2=93,48\%$  (на рис. 2.).

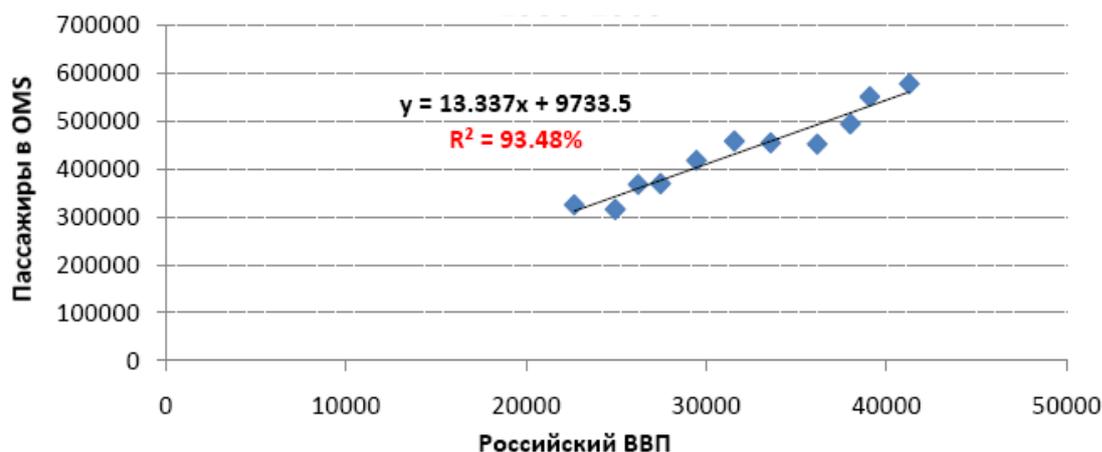


Рис. 2. Регрессия российского ВВП/пассажиропотока в Омском аэропорту в 1999-2009 гг

Предполагается, что интенсивное взаимодействие между ростом пассажироперевозок в Омском аэропорту и ростом российского ВВП будет продолжаться и в будущем. Поэтому в качестве основания для регрессионной модели и использовался прогноз ВВП России.

Однако общий показатель ВВП по России не принимает во внимание сильные стороны конкретного региона, а лишь отображает средний показатель по стране. В случае с Омской областью может рассматриваться более оптимистический сценарий по сравнению с базовым сценарием. Это основывается на следующих факторах.

1. Сегодня интермодальные транспортные узлы имеют определенную важность и становятся все более значимыми для даль-

нейшего развития экономической среды в будущем. В Омске и Омской области данный узел (Транссибирская железнодорожная магистраль, сеть автомагистралей национального значения, речной порт, а также аэропорт) может превратиться в приоритетный элемент сибирской системы транспортных перевозок, что может способствовать повышению благосостояния города Омска и окружающих его районов. Люди, живущие вдоль основных транспортных магистралей, выиграют от дополнительного экономического развития, которое, в свою очередь, будет способствовать увеличению числа перевозок в Омском аэропорту.

2. Омск имеет выгодное географическое положение по отношению к российскому со-

седу – Республике Казахстан, а также к центрально-азиатскому региону. Являясь транспортным узлом, Омск может внести свой вклад в развитие экономики, взяв на себя ведущую роль в открытии доступа к хорошо развитым странам Центральной Азии. От такого дополнительного элемента в экономике Омский аэропорт, согласно ожиданиям, получит выгоду в форме дополнительных объемов перевозок.

3. Экономическое развитие является ключевым стимулом роста пассажироперевозок. В краткосрочной перспективе предполагается, что Омск быстро оправится от последствий мирового финансового кризиса, результатом чего станет более интенсивный рост ВВП в ближайшие годы. Эта тенденция развития должна послужить еще одним толчком к дополнительному увеличению пассажиропотока в омском аэропорте.

4. Современная инфраструктура аэропорта Омск-Центральный не отвечает международным стандартам ICAO в области безопасности, инженерно-технического оборудования и уровня обслуживания пассажиров. Число стояночных мест для воздушных судов в аэропорту ограничено. Новая инфраструктура аэропорта будет введена в эксплуатацию в 2014 г. и, как ожидается, это послужит стимулом к росту потенциала пассажироперевозок, так как уже работающие авиакомпании страдают от недостатка качественного обслуживания, неудовлетворительного состояния технического оборудования и сооружений терминала. Новый аэропорт Омска будет оснащен по последнему слову техники и создаст для авиакомпаний адекватные условия работы.

Как часть многоуровневой модели, использовавшейся для разработки прогноза перевозок в аэропорту «Омск-Центральный» на краткосрочную перспективу, детальные допущения касательно *объемов перевозок* авиакомпаний в краткосрочной перспективе были интегрированы в следующий прогноз (с разделением на московское направление, другие внутренние направления и международные маршруты).

Исходя из неограниченных возможностей инфраструктуры, под чем понимается отсутствие инженерно-технических ограничений, а также наличие лучших сооружений и более высокого уровня обслуживания, интенсивное увеличение пропускной способности ожидается в год начала эксплуатации аэропорта. Однако открытие нового аэропорта будет иметь лишь ограниченный эффект в краткосрочной

перспективе, на смену которому придет «эффект наперстывания» темпов в 2017 и 2018 гг.

На московском направлении «Аэрофлот» и «S7» увеличат частоту полетов в Шереметьево (SVO) до трех ежедневных вылетов на каждую авиакомпанию; «ЮТэйр» также увеличит число полетов как по московскому, так и по другим внутрироссийским маршрутам. Аэропорт попытается привлечь дополнительные национальные и международные авиалинии. При этом основной целью на будущее является авиакомпания с основной базой в Омске. Скорее всего, это будет небольшой региональный перевозчик, так как у крупных авиакомпаний уже имеются базы в Сибирском регионе. Поэтому предполагается, что региональный перевозчик начнет в среднесрочной перспективе обслуживать на регулярной основе ближние региональные маршруты на территории Сибири, а также чартерные рейсы по дополнительным направлениям.

На международных маршрутах объем регулярных и чартерных рейсов начнет восстанавливаться после экономического кризиса. В то время как таким основным направлениям, как Турция и Египет, приписывается эффект рикошета, самый интенсивный рост перевозок будет наблюдаться на немецком направлении, так как полеты в Германию были приостановлены в 2009 г. Согласно оценкам, объем перевозок в страны СНГ в течение последующих двух лет значительно не изменится; в 2014 г. увеличение объема перевозок приведет к более интенсивным темпам роста на данных направлениях. Другие международные маршруты, возможно, приобретут большую значимость в графике полетов на летний сезон: чартерные рейсы в Бангкок, Кипр и на Крит в краткосрочной перспективе будут способствовать увеличению числа пассажиров.

Как следует из оценок, в зависимости от двусторонних ограничений в среднесрочной и долгосрочной перспективе из Омского аэропорта будут осуществляться дополнительные рейсы по международным маршрутам. Кроме дополнительных полетов в страны СНГ, аэропорт намерен сделать акцент на авиаперевозках в страны Северной и Южной Европы. Согласно информации аэропорта, Рига могла бы стать пунктом назначения с очень высоким потенциалом роста, так как Стамбул или Рига могли бы частично взять на себя функцию транзитного аэропорта, которую раньше выполнял Калининград. Кроме того, Стамбул и Рига имеют высокий туристический потенциал. В настоящее время руководство аэропорта

ведет переговоры с Латвией, однако пока двусторонние ограничения сдерживают полеты в Латвию. Данное направление могло бы обслуживаться, например, авиалинией «Air Baltic», хотя, скорее всего, это будет российский оператор. Договоренность и турецкими партнерами уже достигнута.

С точки зрения появления новых маршрутов, увеличения числа пассажиров и рациональной системы международных перевозок, целесообразно *создание базового перевозчика* для аэропорта «Омск-Федоровка». Омский аэропорт будет рассматриваться не только как аэропорт конечного назначения, но и как аэропорт, через который будут осуществляться транзитные полеты в дальнейшие пункты назначения в Сибирском регионе. Согласно представленной информации, новая авиакомпания, помимо Москвы и Санкт-Петербурга, будет осуществлять прямые полеты из аэропорта «Омск-Федоровка» и в другие российские города. В дополнение к сети внутренних маршрутов для базовой авиакомпании ожидается постепенное внедрение международных маршрутов в страны Западной Европы (преимущественно в Германию – по причине существования немецкой диаспоры). Кроме того, установление маршрутов с Казахстаном, Кавказом и Дальним Востоком, а также странами Северной, Средней и Центральной Азии, как ожидается, также послужат увеличению числа новых пассажиров в новом аэропорту. Стоит помнить, что новый базовый перевозчик должен быть конкурентоспособным с точки зрения цен и привлекательности предлагаемых маршрутов в сравнении с другими аэропортами в регионе (например, Новосибирск), которые также могут быть заинтересованы в возникновении базового перевозчика.

В целях осуществления расчета *доходов от авиационной деятельности омского аэ-*

ропорта в будущем, были проанализированы существующая система авиационных тарифов и клиентская база. Доходы от авиационной деятельности включают все доходы, связанные с выполнением основной деятельности аэропорта: обслуживания авиалиний, пассажиров и грузов. На основе финансовых отчетов управляющей компании аэропорта были выделены несколько категорий авиационных сборов с последующей интеграцией в модель расчета доходов от авиационной деятельности. В зависимости от типа и характера каждой категории доходов была определена соответствующая переменная величина (фактор формирования доходов). После этого по каждой категории доходов применялся уровень доходов. В модели расчета авиационных доходов были спрогнозированы следующие категории сборов:

- ✓ «обеспечение взлет-посадки»;
- ✓ «обеспечение авиационной безопасности»;
- ✓ «обеспечение пользования аэровокзалом»;
- ✓ «предоставление коммерческих услуг вылетающим пассажирам»;
- ✓ «обработка грузов»;
- ✓ «посадка пассажиров, парковка воздушных судов» (включает подкатегории «услуги по встречам», «транзит», «обеспечения вылета» и «стоянки воздушных судов»);
- ✓ «техническое обслуживание воздушных судов» (включает «технические средства – трапы/телескопические трапы и автобусы на перроне»;
- ✓ «другие авиационные сборы».

На рис. 3. представлен обзор развития различных категорий доходов от авиационной деятельности аэропорта «Омск-Центральный» за период с 2000 по 2009 гг.

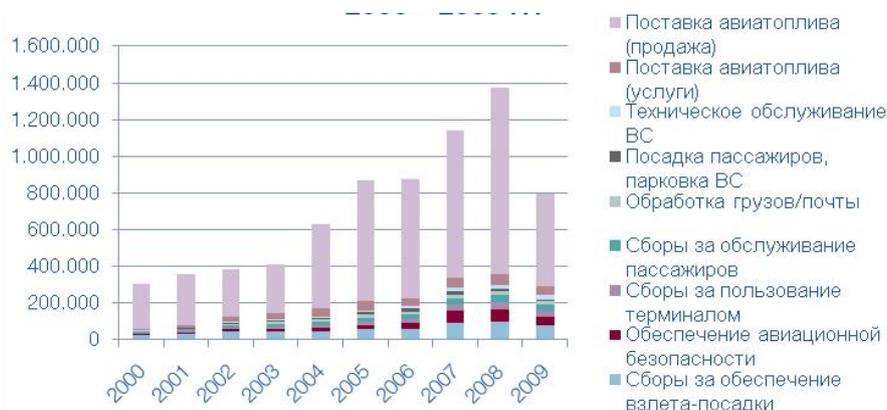


Рис. 3. Структура и динамика доходов от авиационной деятельности аэропорта «Омск-Центральный»

Очевидно, что продажа авиационного топлива является самым важным источником дохода для Омского аэропорта. Чтобы лучше понять структуру других категорий доходов, на рис. 4 показана разбивка типов сборов за 2009 г. с точки зрения доли различных катего-

рий доходов, но без включения в них доходов от продажи топлива. Сборы за обеспечение посадки составляют большинство доходов, после чего следуют доходы от обеспечения безопасности и сборы за обслуживание пассажиров.

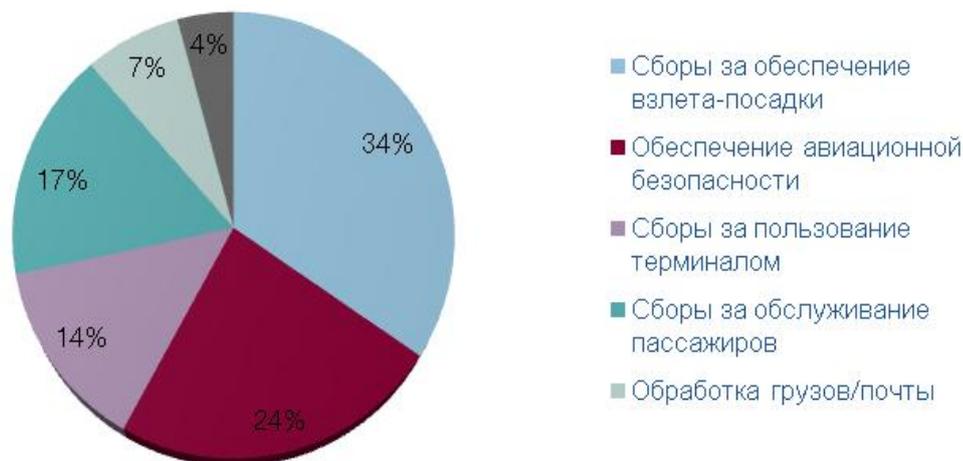


Рис. 4. Категории доходов от авиационной деятельности (без учета доходов от продажи авиатоплива) аэропорта «Омск-Центральный»

Тенденция в развитии аэропортов показывает, что часть *доходов от неавиационной деятельности* возрастает быстрее, чем доходы от авиационной деятельности. Долгосрочная проекция доходов от неавиационной деятельности требует привязки к факторам. Последние могут быть описаны как факторы,

связанные с клиентами или пассажиропотоком (например, коммерческие пассажиры), а также объектами (например, площадь). В таблице 1. отображены факторы формирования доходов, связанные с клиентами и объектами.

Таблица 1 - Факторы формирования доходов аэропорта

За счет потребителей услуг	За счет аренды объектов
✓ Общее число пассажиров	✓ Общий объем грузоперевозок
✓ Общий объем грузоперевозок	✓ Арендуемая площадь в аэровокзале
	✓ Арендуемая недвижимость

**Заключение**

Предложенная в настоящей статье методика оценки перспектив развития ЧГП-проектов в сфере авиационной инфраструктуры позволяет получить объективную картину с точки зрения экономической обоснованности проекта. Более сложной является задача принятия решения об участии регионального/местного уровня власти в проекте в условиях существующих бюджетных ограничений и межбюджетных взаимоотношений. Для этого предлагается использовать метод решения задачи в форме диалоговой процедуры, когда государственный орган – потенциальный участник ЧГП-проекта имеет возможность под-

корректировать свои приоритеты при подготовке проекта, что не всегда удастся сделать традиционными программными методами. Кроме того, существует возможность вновь вернуться к проекту практически на любом шаге и скорректировать свой выбор, в результате чего диалоговая, интерактивная процедура оказывается чувствительнее формальных методов, а потому – предпочтительнее.

В общем виде, алгоритм принятия решения со стороны государства о перспективах реализации проекта авиационной инфраструктуры с применением механизмов ЧГП представлен на рис. 5.



Рис. 5. Алгоритм принятия решения о перспективах развития ЧГП-проекта в сфере авиационной инфраструктуры

Предложенный алгоритм опирается на описанную выше методику прогноза перспектив развития инфраструктурного ЧГП-проекта и, одновременно, служит базой для последующего выбора схем государственно-предпринимательского взаимодействия в сфере воздушного транспорта и разработки организационно-функциональной модели финансового обеспечения соответствующего ЧГП-проекта.

Таким образом, данная методика позволяет в рамках существующих приоритетов при подготовке к реализации проекта учесть множество факторов, не поддающихся формализации, но понятных для лиц, принимающих решения в отношении участия государства в совместной предпринимательской деятельности, что на основе их знаний и опыта обеспечивает анализ и выбор оптимального варианта реализации ЧГП-проекта.

#### Библиографический список

1. Сафронов К. Э. Концепция формирования доступной транспортной инфраструктуры городов России // «Вестник СИБАДИ» 2012. № 4. С. 145-153.
2. Барьеры развития механизма ГЧП в России. М.: НПФ «Экспертный институт», 2010. 32 с.
3. Молчанова Н. П. Стратегические ориентиры государственного регулирования социально-экономического развития макрорегиона // Региональная экономика: теория и практика. 2011. № 11. С. 9-17.
4. Коротаев Д. Н. Функциональное моделирование бизнес-процессов предпринимательской деятельности // «Вестник СИБАДИ» 2011. № 3. С. 82-85.
5. Стратегия развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2015 года: Утв. Приказом Минпромэнерго России от 20.04.2006 года №85-дсп // Транспортное право. 2010. № 2. С.19-22.

6. Бычков М.Ю. Современные подходы к формированию инвестиционной политики и ее роль в управлении авиационным комплексом // Экономика и право. 2011. № 1-2. С. 14-27.

**THE ASSESSMENT OF DEVELOPMENT PROSPECTS OF THE PRIVATE AND STATE PARTNERSHIP PROJECTS**

A. A. Tsikunov

The forecasting technique of development prospects of the private and state partnership projects on an example of objects of air and

transport infrastructure is offered. Prospects of the Omsk airport with application of the offered technique are analyzed. The algorithm of decision-making by the state about prospects of realization PGP-projects of aviation infrastructure is developed.

*Цикунов Алексей Андреевич - соискатель ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований: частно - государственное партнерство. Общее количество публикаций – 8. адрес электронной почты – omsksme@rambler.ru*

УДК 331.526

**ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА МОЛОДЕЖИ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ НА НЕСТАНДАРТНУЮ ЗАНЯТОСТЬ**

И. В. Цыганкова, Т. В. Телятникова

**Аннотация.** Все большее распространение в современных условиях получают нестандартные формы занятости среди студентов, позволяющие уменьшить количество безработных выпускников, дают возможность молодым людям совмещать занятость с семейными обязанностями, социальной жизнью, учебой, а также учитывать состояние здоровья при трудоустройстве. В статье рассматриваются применение нестандартных форм занятости с помощью телекоммуникаций, компьютерной техники.

**Ключевые слова:** Формы занятости, стандартная занятость, нестандартные формы занятости.

Основными условиями развития экономики России является выпуск высокотехнологичной продукции, эффективное использование всех видов ресурсов, и в том числе трудовых ресурсов, от уровня подготовки которых зависит в дальнейшем эффективность деятельности предприятий страны. Особо важную роль играет профессиональная подготовка молодых людей, т. к. молодежь является наиболее активной частью трудовых ресурсов, восприимчива к инновациям, характеризуется высокой выносливостью и интенсивностью труда, достаточно высокой профессиональной и географической мобильностью, способна эффективно работать в условиях инновационной экономики.

Н. И. Авилкина, Л. Ф. Герасимова считают, что "целью 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" [1, с. 135].

Ситуация на рынке труда как по России в целом, так и по Омской области характеризуется несоответствием спроса и предложения на рабочую силу. Так по одним профессиональным группам наблюдается дефицит (рабочие специальности – токари, слесари, фрезеровщики и т.д.), по другим - перенасыщение (юристы, экономисты и т.д.). По данным Государственного управления государственной службы занятости населения Омской области в течение восьми месяцев 2011 г. численность обратившихся в центры занятости населения превышает потребности предприятий по отдельным профессиональным группам. За январь - август 2011 года численность граждан, обратившихся в центр содействия занятости населения, составляет 183262 челове-

ка, при этом потребность предприятий в работниках - 75800 вакансий. Большая часть трудоспособного населения 107462 человека (58%) не обеспечены рабочими местами в современных условиях, что в свою очередь увеличивает конкуренцию для молодых людей на рынке труда [3].

Известно, что источником пополнения регионального рынка труда являются учебные заведения начального, среднего и высшего профессионального образования. За 2010 год в службы занятости населения Омской области обратилось 2563 выпускников образовательных учреждений профессионального образования, из которых: 470 человек – выпускники учебных заведений начального профессионального образования; 869 человек – выпускники учебных заведений среднего профессионального образования; 1224 человека – выпускники учебных заведений высшего профессионального образования [3]. После окончания учебных заведений молодые люди обращаются в центры занятости, т. к. не могут найти работу самостоятельно. Одним из важных направлений подготовки кадров является сотрудничество учебных заведений с предприятиями, с целью прохождения практики студентами и последующей более ускоренной адаптации на предприятии. В связи с этим, необходимо расширение практики с последующим трудоустройством на постоянное рабочее место. Так в КЦА ДООИТАГ разработана программа по развитию работников-выпускников ТюмГНГУ. Из выпускников ВУЗа, являющихся работниками компании, выделяются наиболее проявившие себя, показавшие свои знания и навыки в работе сотрудники. Для такого сотрудника разрабатывается индивидуальный план развития. Основными требованиями являются диплом о высшем образовании в сфере бурения, знание английского языка и опыт работы в компании не менее года [5, с. 66].

В Омске насчитывается 14 служб занятости. Также, кроме городских служб занятости, есть Региональный центр содействия трудоустройству студентов (РЦСТВ) и выпускников Омского государственного технического университета (ОмГТУ), Центр содействия занятости учащейся молодежи Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ) и Центр содействия трудоустройству выпускников Омского государственного университета (ОмГУ).

Проведенный анализ РЦСТВ показывает, что «...около 50 процентов от общего количества выпускников, обратившихся в бюджетные учреждения службы занятости населения Ом-

ской области, признаются безработными» [4]. Региональный центр содействия трудоустройству выпускников ОмГТУ работает с предприятиями обороной промышленности города Омска. По данным РЦСТВ ОмГТУ за период январь - декабрь 2009 года в бюджетные учреждения службы занятости обратились 158 студентов, выпускников 2-х институтов и 6-ти факультетов ОмГТУ, из них: признаны безработными – 79, трудоустроены – 101, по полученной специальности – 38. За 2010 год обратилось 133 выпускника 3-х институтов и 6-ти факультетов ОмГТУ, из них: признаны безработными – 63, трудоустроены – 84, по полученной специальности – 17 [4]. При этом большинство выпускников устраиваются на работу через знакомых или стараются начать трудовую деятельность на последних курсах обучения.

Существовавшая не одно десятилетие жесткая регламентация сферы занятости предполагает максимальное использование стандартной формы трудоустройства (полное рабочее время).

Исходя из вышесказанного, следует, что стандартная занятость не может решить проблемы присутствующие на рынке труда. Также стандартная занятость ограничивает выбор работника и предусматривает только два варианта: жесткий режим работы или безработица. Нестандартные формы уменьшают количество безработных, дают возможность работникам совмещать занятость с семейными обязанностями, социальной жизнью, учебой, а также учитывать состояние здоровья при трудоустройстве. Необходимо отметить, что за последние десятилетия изменился демографический состав работников: увеличилось число работающих женщин; претерпела изменения политика занятости в отношении пожилых трудящихся, которые получили возможность постепенного перехода на пенсию; а так же, все в большей степени стала стимулировать практика совмещения молодежью профессиональной подготовки с трудовой деятельностью. Важную роль в применении нестандартных форм занятости играет развитие трудового законодательства. Расширению нестандартных форм занятости способствует развитие телекоммуникаций, компьютерной техники.

На российском рынке труда в связи с применением нестандартных форм занятости наблюдается непрерывный рост студенческой занятости. Выделяют следующие причины применения студентами нестандартных форм занятости: финансовые, социальные, влияние

занятости на показатели успеваемости. Первая причина связана с необходимостью финансовой поддержки в период обучения, необходимостью оплаты за обучение, а также с недостаточным доходом. Необходимо отметить, что студенты дневного отделения получают стипендию, но, к сожалению, она значительно меньше величины прожиточного минимума. По мнению Дж. Форда, малый доход является основным фактором для поиска работы [7]. Недостаток финансирования высшего образования принуждает вузы сокращать затраты на образование, делая работу во время учебы более привлекательным способом для студента сообщить работодателю о своей компетентности и производительности.

Молодые люди после окончания учебного заведения сталкиваются с различными проблемами: отсутствие опыта, социальных навыков, необходимостью адаптации на рабочем месте. Эти проблемы вызывают стресс у молодых людей при выходе на рынок труда. Стресс и его развитие - важная проблема, влияющая на работоспособность, производительность труда и на здоровье работников в целом. Ситуация усугубляется еще тем, что молодые люди недостаточно подготовлены к новым условиям. Молодой сотрудник проходит два уровня адаптации, профессиональный и психологический. Профессиональная адаптация – процесс взаимного приспособления работника и организации, основывающийся на постепенном включении сотрудника в трудовой процесс в новых для него профессиональных, социальных и организационно-экономических условиях труда, на её ход влияют индивидуальные характеристики человека, его интересы, установки, особенности интеллекта. Психологическая адаптация - это сложный, длительный, а иногда и болезненный процесс, связанный с изменением внутреннего мира человека [2].

В случае если адаптация прошла неудачно, у молодых людей возникает психологический дискомфорт, это ведет к возникновению и нарастанию таких негативных психических состояний, как беспокойство, эмоциональная напряженность, тревожность, что оказывает существенное влияние на психическое и физическое здоровье молодых специалистов. В связи с этим существует необходимость адаптации потенциальных работников к сложившимся условиям.

Третья причина связана с влиянием занятости на показатели успеваемости. Мнения ученых в данном случае разделились. Одни ученые считают, что занятость студентов

имеет отрицательные последствия: пропуск занятий, снижение успеваемости, другие ученые выделяют положительные - приобретение навыков, коммерческих знаний, рост уверенности в себе. Дж. Ветцель отмечает, что студент больше времени тратит на работу, меньше времени уделяет учебе, поэтому остается меньше времени для занятий, занятия пропускаются, срываются сроки сдачи работ и т.д. [9].

Р. Эренберг и Д. Шерман устанавливают наличие положительного влияния работы в пределах университетского кампуса и отрицательного - работы вне кампуса [6]. Сложность однозначного определения положительного или отрицательного влияния занятости на успеваемость возникает в связи с тем, что студенты трудоустраиваются на полный рабочий день. Работодатели, в свою очередь, в большинстве случаев оценивают наличие опыта работы по окончании обучения. С. Роцин, основываясь на данных российского мониторинга социально-экономического положения и здоровья населения (РМЭЗ/ RLMS), показывает, что работа во время учебы облегчает переход от учебы к работе, эффективно снижая период безработицы [8]. В случае нестандартной занятости молодые люди могут воспользоваться гибким режимом работы, совмещая работу с учебой, что в значительной степени снижают отрицательные последствия занятости на успеваемость. В связи с этим, нестандартная занятость во время учебы позволяет приобрести опыт работы, увеличивает доход, формирует определенные социальные навыки, положительно влияет на успеваемость.

Кроме того, нестандартные формы занятости позволяют студентам работать по будущей специальности. Многие студенты работают практикантами или стажерами с низкой оплатой труда, в то время как доступная студентам занятость в сфере услуг предполагает большую оплату. Поэтому работа студентов во время учебы чаще всего не связана с их будущей профессиональной деятельностью.

По мнению ряда ученых, актуальность приобретают меры по развитию социального партнерства, расширению взаимодействия с органами Минздравсоцразвития России, работодателями, другими партнерами в области профессионального обучения и профессиональной ориентации безработных граждан, незанятого населения и высвобождаемых работников.

Таким образом, перед каждым студентом, который начинает трудовую деятельность во

время обучения, стоит выбор между работой не по специальности с высокой оплатой труда, и работой по специальности с низкой оплатой труда. Многие студенты хотели бы управлять своим свободным временем по своему усмотрению, варьировать начало, окончание и продолжительность рабочего времени, и работать по полученной специальности. В современных условиях нестандартные формы занятости становятся обычной практикой и способствуют привлечению на предприятия молодых работников.

**Библиографический список.**

1. Авилкина Н. И., Герасимова Л. Ф. Информационно-коммуникационная мобильность будущих инженеров // «Вестник СиБАДИ» - 2012. - №3(25). - с. 135-137
2. Адаптация молодого специалиста в новом коллективе / Калиновская И. М. <http://www.ministri.ru/articles-one.php?id=12>
3. Главное управление государственной службы занятости населения Омской области. электронный ресурс [www.omskzan.ru](http://www.omskzan.ru)
4. Региональный центр содействия трудоустройству выпускников ОмГТУ. Данные предоставлены за 2009, 2010, и за первое полугодие 2011 г.
5. Шнепелева Н. В. Подготовка высококвалифицированных специалистов нефтегазовой отрасли из вчерашних выпускников // Вестник СиБАДИ 2010. - №1(15). - с. 65-66.
6. Ehrehberg R. G., Sherman D. R. Employment while in college, academic achievement and postcollege outcomes: a summary of results // The Journal of Human Resources. 1987. Vol. 22. P. 1-23.
7. Ford J., Bosworth D., Wilson R. Part-time work and full-time higher education // Studies in Higher Education. 1995. Vol. 20, No 2. P. 187-202. (6)
8. Roshchin S. Y. The school-to-work-transition: a slough or a ford? // Working Paper WP3/2006/10. Moscow: SU-HSE, 2006
9. Wetzell J. N. Measuring student scholastic effort: an economic theory of learning approach // Journal of Economic Education. 1977. P. 34 - 40.

**PROFESSIONAL PREPARATION OF YOUNG PEOPLE IS ORIENTED TO NON-STANDARD EMPLOYMENT**

I. V. Tsygankova, T. V. Telyatnikova

All greater distribution in modern terms is got by the non-standard forms of employment among students, allowing to decrease the amount of unemployed graduating students, give an opportunity to the young people to combine employment with domestic duties, social life, studies, and also to take into account the state of health at employment.

In the article examined application of non-standard forms of employment by means of telecommunications, computer technique.

*Цыганкова Инга Владимировна - д.э.н., профессор кафедры «ЭиОТ» ОмГТУ.*

*Телятникова Татьяна Викторовна - аспирант кафедры «ЭиОТ» ОмГТУ. Общее количество опубликованных работ: 7. E-mail: [telyatnikova.tatyana@bk.ru](mailto:telyatnikova.tatyana@bk.ru)*

## РАЗДЕЛ VI

# ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

УДК 378.147

### РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАЧЕСТВ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОСРЕДСТВОМ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

И. В. Иванова

**Аннотация.** В статье рассматриваются формы организации учебной деятельности с точки зрения влияния последних на развитие профессиональных и общекультурных компетенций будущих специалистов.

**Ключевые слова:** форма организации обучения, самостоятельность мышления, коммуникативная компетенция, коммуникативная толерантность, профессиональное становление.

#### Введение

В современном мире образование является одним из основных капиталов человека. Образование это социальное явление и, так или иначе, оно отражает изменения, происходящие в обществе, претерпевая различные модификации. Если в предыдущие годы основной целью образования было снабдить студента определенным набором знаний и умений, то сейчас происходит смена приоритетов в целеполагании. Большую роль приобретает развитие общекультурных и профессиональных компетенций, таких как готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе, владение культурой мышления, способностью к восприятию, обобщению и анализу информации, постановке цели и выбору путей ее достижения. Задача образования подготовить личностей, способных занимать активную гражданскую позицию, умеющих самостоятельно принимать решения, брать за них ответственность. Можно сказать, что такие качества, как самостоятельность мышления, коммуникативная компетентность, умение работать в коллективе, приобретают большую значимость для профессионального становления.

#### Основная часть

Под коммуникативной компетенцией понимается способность устанавливать и поддерживать необходимые контакты с другими людьми, это развивающийся опыт общения между людьми, который формируется в условиях непосредственного взаимодействия [1].

Развитие коммуникативной компетенции происходит в течение всей жизни человека, по

мере его социализации в обществе. Для студентов, которые большую часть времени проводят в учебной среде, процесс социализации происходит во время учебы и общения с ровесниками и преподавательским составом.

Самостоятельность в учебной деятельности прямо связана с самостоятельностью мышления, осознанным выбором вариантов решения познавательной задачи, критической самооценкой всего воспринимаемого, перерабатываемого. Это качество личности выступает как условие творческой деятельности и проявляется в качестве условия для продуктивных мыслительных процессов. Самостоятельность является показателем активности личности и ее высоких способностей к познавательной деятельности. Самостоятельность студента характеризуется умением увидеть новый вопрос, новую проблему и решить ее своими силами. Человек с высокоразвитой самостоятельностью мышления все анализирует, подвергает оценке и обоснованно составляет понятие, осмысливая многообразие связей и отношений, выделяя существенное [2, с.59].

Развитие выше перечисленных качеств является жизненно важным в современном мире. Поэтому в сфере образования идет постоянный поиск новых методов, направленных на формирование условий для развития и самореализации обучающейся личности. Большим потенциалом в данной области обладают формы организации учебной деятельности и их сочетания. Именно через формы организации обучения студенты овладевают определенным социальным опытом и навыками ра-

боты в коллективе, умением слушать и слышать, самостоятельно организовывать свою деятельность.

Однако в современной педагогической науке нет четкого определения такого понятия, как форма организации обучения. Как показал анализ педагогической литературы, спектр понимания данного понятия очень широк: от системы обучения до способа получения образования [2,3,4,5,6,7,8]. В нашей работе под формой организации обучения понимается конструкция отрезка процесса обучения, которая характеризуется определенными способами организации деятельности и сотрудничества студентов [2, с.42].

В большинстве дидактик выделяют три основные формы организации обучения: фронтальную, групповую и индивидуальную. В. К. Дьяченко выделяет четыре формы: индивидуальную, парную, групповую и коллективную [3, с.51]. М. Н. Скаткин занятия в парах постоянного состава относит к групповой форме организации обучения [4, с.240]. И. М. Чередов групповые формы организации обучения подразделяет на звеньевую, бригадную, дифференцированно - групповую и кооперировано-групповую, а помимо индивидуальной формы организации обучения различает индивидуализированную и индивидуализировано-групповую [2, с.45-60].

Рассмотрим формы организации обучения с точки зрения формирования таких качеств личности студента, как коммуникативная компетентность, готовность к кооперации в коллективе, самостоятельность мышления.

Наиболее популярной на сегодняшний день является фронтальная форма организации обучения, которая позволяет одновременно обучать большое количество студентов. При фронтальной форме организации обучения преподаватель руководит деятельностью студентов, выполняющих общую для всех учебную задачу. Данная форма организации обучения обладает широким спектром применения и может использоваться как на различных видах занятий (лекции, семинары, конференции и т. д.), так и разных этапах занятия (формирование знаний, умений и навыков; закрепление, повторение, применение на практике), применяя разнообразные методы обучения [9].

Какие личностные качества можно развить при использовании данной формы организации обучения? Чтобы ответить на этот вопрос, следует проанализировать, каким образом осуществляется фронтальное обучение. Чаще всего данную форму организации обучения

рекомендуется использовать на этапе формирования знаний, умений и навыков или при закреплении и систематизации учебного материала. В таком плане фронтальная форма организации обучения может быть реализована в виде проблемной беседы, когда преподаватель, излагая новый учебный материал, побуждает студентов высказываться, задавая им наводящие вопросы. Если преподавателю удастся создать атмосферу творческой активности, вызвать интерес и поддерживать внимание студентов на протяжении всего времени, вовлекая их в общую коллективную деятельность, то фронтальная форма организации обучения способствует развитию внутриколлективных отношений. Участие в общей работе, совместный поиск, возможность высказаться и обсудить общую проблему сближает людей, помогает им лучше узнать друг друга. Одновременно развиваются коммуникативные навыки, умение общаться, умение слушать, аргументировать и отстаивать свою точку зрения. Но результативность фронтального обучения во многом зависит от умения преподавателя должным образом управлять учебно-познавательной деятельностью студентов. Если преподавателю не удастся вовлечь студентов в беседу, и его повествование превращается в сухое изложение фактов, то проявляются отрицательные стороны фронтального обучения: отсутствие обратной связи с группой, отсутствие сотрудничества между студентами, снижение активности последних. В таком случае не происходит какого-либо развития коммуникативных умений студентов. Еще одна проблема заключается в том, часто активность проявляют лишь некоторые студенты, а большая часть, в силу слабой подготовки или некоторых свойств характера придерживается пассивной позиции. В таком случае преподавателю рекомендуется, учитывая индивидуальные особенности студентов, вовлекать в обсуждение темы студентов с разными учебными возможностями. Но как отмечает И. М. Чередов, реализация всех рекомендаций упирается в возможности преподавателя как личности [2, с. 44].

Индивидуальная форма организации обучения предполагает либо самостоятельную работу студентов над заданием, либо непосредственное общение с преподавателем. Индивидуальная форма организации может использоваться при закреплении учебного материала и применении его на практике, когда студентам предлагается выполнить письменные задания, Индивидуальная форма незаменима при проверке усвоения учебного

материала, когда нужно оценить уровень подготовки каждого индивидуально – это текущий или итоговый контроль в устной или письменной форме.

Индивидуализированная форма организации является одним из видов индивидуальной формы. Отличие двух данных форм в том, что при индивидуальной форме организации обучения студенты самостоятельно выполняют одно и то же, тогда как индивидуализация предполагает персональное задание для каждого студента. В первом случае, работая над одинаковыми заданиями, студенты не всегда проявляют самостоятельность, советуются друг с другом, спрашивают товарищей о способе выполнения задания, или попросту списывают, присваивая себе результаты чужого труда. Персональные задания исключают списывание, студенту приходится рассчитывать только на свои знания.

Основным качеством, которое развивают индивидуальная и индивидуализированная формы организации обучения – это самостоятельность. Студент вынужден сам решать поставленную задачу, не надеясь на помощь окружающих. Он сам отвечает за себя, рассчитывает только на свои силы. В случае успешного выполнения задания, испытывает удовлетворение от проделанной работы и ее результата. Помимо самостоятельности данная форма организации обучения при устном, непосредственном общении с преподавателем развивает коммуникативные навыки.

Индивидуализированная форма организации обучения, как никакая другая, позволяет учитывать индивидуальные особенности студента, уровень его подготовки и личностные качества. Но здесь есть нюансы. Индивидуализация может трактоваться двояко. С одной стороны, это могут быть разные задания, но примерно одного уровня сложности. Или задания должны подбираться с учетом учебных возможностей того или иного студента, то есть разного уровня сложности. В таком случае встает вопрос об адекватном оценивании знаний. Возможно ли, что успешное выполнение заданий разного уровня сложности будут оцениваться одинаково, или разница заранее обуславливает оценки работы? И каким образом влияет дифференциация заданий по уровню сложности на самооценку студента? Данные вопросы остаются открытыми и требуют изучения [10].

Тем не менее, индивидуализированная форма организации обучения в первом варианте чаще всего используется на экзаменах или зачетах, при итоговом контроле. Второй

вариант возможен при закреплении учебного материала, во время тренировочных упражнений, когда задания могут подбираться с учетом учебных возможностей того или иного студента, с постепенным уровнем сложности.

Как показал эксперимент, основным недостатком индивидуальной и индивидуализированной форм организации обучения является лишение студентов возможности овладеть способами коллективной учебной деятельности. Для развития данных умений используется групповая форма организации обучения.

Групповая форма организации обучения может использоваться в различных вариантах. Это могут быть подгруппы по 5-6 человек, по 4 человека, триады или пары. Характер работы также может быть различным. Группы могут иметь постоянный или сменный состав, могут быть однородными или нет, работа в группе может идти как над общим, так и над специфическим заданием. Каждая группа работает в своем темпе. Работа строится на принципах самоуправления, с менее жестким контролем преподавателя.

Групповая форма организации обучения, как никакая другая, способствует социализации студентов, формированию коммуникативных умений, поскольку в небольших группах у студента появляется больше возможности и времени высказаться. Если учесть, что успех в выполнении задания и результат зависит от всех членов группы, то студентам приходится учиться работать вместе, налаживать контакты друг с другом, проявлять коммуникативную толерантность, терпимость по отношению к членам группы, прислушиваться к мнению своих товарищей. Помимо всего выше изложенного, групповая форма организации обучения реализует возможность развития лидерских качеств. Однако в данном случае мы не имеем в виду парную форму организации обучения, которая предполагает деятельность в рамках равноправия, тогда как в группах из трех и более студентов, работающих над общим заданием, возможно назначение старшего, обязанностью которого станет распределение заданий и управление деятельностью всей группы. Старшего может назначать преподаватель, или его выбирают члены группы.

Состав групп может быть постоянным или меняться от занятия к занятию. Это зависит от культурной, коммуникативной и эмоциональной ситуации в студенческой группе. Так Е. С. Полат, говоря об обучении в сотрудничестве, по сути это организация группового обучения, рекомендует не создавать постоянных групп

на начальном этапе обучения. Группы не должны меняться только в течение работы над заданием, темой, проектом и т.д. Но если преподаватель видит, в какой-либо группе работа идет слаженно, то такую группу следует оставлять в прежнем составе. В остальных же группах состав следует менять, пока не наладится слаженная работа, что может и не произойти [11, с. 56]. Постоянный состав групп может помочь студентам ближе познакомиться и перенести навыки сотрудничества с уровня только учебной деятельности и на другие отношения [11, с. 57].

Что касается однородности или гетерогенности групп, среди ученых также нет единого мнения. Так И.М. Чередов отмечая эффективность парной формы организации обучения, полагает, что следует объединять учеников, обладающих разными учебными возможностями [2, с.45]. Но тогда в выгодной позиции оказывается слабый студент, так как он пользуется помощью своего товарища, не давая ничего взамен. Если в паре оказываются студенты с примерно одинаковым высоким или средним уровнем подготовки, то такой тандем может оказаться наиболее выгоден для обоих, так как идет процесс взаимообучения. Объединение в пары студентов с низким уровнем подготовки, как правило, не приносит положительных результатов в академическом плане. Та же закономерность наблюдается и при составлении триад и групп из четырех и более человек. В ходе исследования было выявлено, что при объединении в группу студентов с разным уровнем подготовки определенный процент слабых студентов занимает пассивную позицию при решении задач, стоящих перед группой, и основную работу выполняют именно сильные студенты.

Помимо уровня подготовки при составлении малых рабочих групп следует также учитывать взаимные симпатии и антипатии студентов, уровень развития коллектива, микроклимат в студенческой группе. Нецелесообразно объединять студентов, находящихся в состоянии конфликта, это приводит к отсутствию эффективности в работе группы.

Групповая форма организации обучения наиболее эффективна на этапе закрепления знаний, формирования навыков и умений. При правильной организации данная форма позволяет разнообразить учебную деятельность студентов, удовлетворить их потребность в общении, повышает мотивацию к учению, а так же, как было сказано, выше развивает, коммуникативные навыки и навыки сотрудничества, формирует лидерские качества.

Каждая форма организации обучения имеет свои достоинства и недостатки. Для организации успешного учебно-воспитательного процесса необходимо рациональное использование всех основных форм. На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод, что только такое оптимальное сочетание форм организации учебной деятельности создает условия для развития тех или иных способностей студентов [12]. При фронтальной форме организации обучения студенты учатся слушать и слышать, при индивидуальных формах – рассчитывать на свои силы, планировать свою деятельность, развивают самостоятельность мышления. Групповые формы организации обучения позволяют проявить лидерские способности, учат работать в коллективе, прислушиваться к чужому мнению и отстаивать свое, развивают коммуникативные навыки. Оптимальное сочетание форм организации учебной деятельности представляет собой технологию для развития профессиональных и общекультурных компетенций будущих специалистов.

### Библиографический список

1. Психология: учеб. [Текст] / В. М. Аллахвердов, С. И. Богданов и др.; отв. Ред. А. А. Крылов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. – 752 с.
2. Чередов, И. М. Процесс обучения: методы, формы [Текст]: учеб. пособие / И. М. Чередов – Омск: ОГПУ, 1997. – 77 с.
3. Дьяченко, В.К. Сотрудничество в обучении: о коллективном способе учебной работы [Текст]: Кн. для учителя / В.К. Дьяченко – М.: Просвещение, 1991. – 192 с.
4. Скаткин, М. Н. Дидактика средней школы [Текст] / М. Н. Скаткин – М.: Просвещение 1982. – 324 с.
5. Бабанский, Ю. К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе [Текст]/ Ю.К. Бабанский – М.: Просвещение, 1985. –208 с.
6. Махмутов, М. И. Современный урок [Текст]: учеб. пособие / М.И. Махмутов. – 2-е изд. – М.: Педагогика, 1985. – 184 с.
7. 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.
8. Педагогика [Текст]: Учеб. пособие / Под ред. П.И. Пидкасистого. – 2-3 изд., дораб. и испр. – М.: Рос. пед. агентство, 1996. – 602 с.
9. Иванова И. В. Фронтальная форма организации обучения: за и против // Межвузовский сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов и студентов – 2012 – Выл. 9 – с. 91-95 – Рус.
10. Иванова И. В. Применение индивидуализированной формы организации учебной

деятельности при обучении иноязычной речи // Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции ФГБОУ ВПО «СибАДИ» – 2012 – Книга 3 – с. 262-265 – Рус.

11. Полат Е. С., Бухаркина М. Ю., Моисеева М. В. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования [Текст]: Учеб. Пособие для студ. пед. вузов и системы повыш. квалиф. пед. кадров / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева, А. Е. Петров; Под ред. Е. С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 272 с.

12. Иванова И. В. Оптимальное сочетание форм организации обучения в вузе (на примере обучения иностранному языку) // Вестник СибАДИ – 2012 – Вып. 3(25) – с. 137-143 – Рус.

## DEVELOPMENT OF PROFESSIONALLY QUALITIES OF EXPERTS BY MEANS OF FORMS OF THE ORGANISATION OF EDUCATIONAL ACTIVITY

I.V. Ivanova

In article forms of the organization of educational activity from the point of view of influence of the last on development of professional and common cultural competences of the future experts are considered.

*Иванова Инга Витальевна - аспирантка ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований: теория и методика профессионального образования, формы организации учебной деятельности. Общее количество публикаций: 9. e: mail: missis.inga-ivanova@yandex.ru*

УДК 378: 371.321

## ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

В. Ю. Кирничный

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы практико-ориентированной подготовки кадров высшей квалификации в сфере строительства, а также модернизации региональной системы профессионального и непрерывного образования на основе создания строительного кластера.

**Ключевые слова:** профессиональное образование, модернизация, инновации, строительный кластер.

### Введение

В условиях модернизации российской экономики и усложнения техносферы возникает настоятельная потребность формирования новой матрицы критериев к подготовке специалистов строительного направления, владеющими междисциплинарными знаниями и способных комплексно воспринимать инновационный процесс. Это обуславливает необходимость совершенствования профессиональной подготовки специалистов, которая должна быть такой же динамичной как и складывающиеся в строительной отрасли процессы и способной обеспечивать успешные инновационные преобразования в технологии, организации и экономике строительных предприятий.

### Основная часть

Стратегическим ресурсом повышения качества профессионального образования является интеграция вуза и производства и

формирование на этой основе содержания и методов обучения, позволяющих адаптировать общетеоретическую и общепрофессиональную подготовку будущих специалистов к перспективным направлениям инновационного развития строительной отрасли [2].

В условиях тесного взаимодействия с инновационным производством у образовательного учреждения появляется ряд дополнительных возможностей, чтобы: регулярно уточнять структуру профессий и специальностей, объем подготовки кадров; постоянно учитывать требования работодателей к содержанию подготовки специалистов за счет совместной разработки стандартов профессионального образования, учебных планов и программ; организовывать практики студентов на оборудовании, действующем в современном производстве; создать условия для систематической стажировки преподавателей на предприятиях для ознакомления с новейшими

типами оборудования и технологическими процессами; совершенствовать целевую подготовку специалистов для конкретного предприятия, повышающую возможности трудоустройства выпускников; пополнять внебюджетные фонды образовательных учреждений за счет совместных проектов, в том числе курсов повышения квалификации работающих, использования учебно-материальной базы для выполнения заказов предприятий и других источников [1]. В связи с этим необходимо создание качественно нового механизма взаимодействия учебного заведения и производственной организации, надежно обеспечивающего образовательный процесс на длительную перспективу, на основе принципов: оперативного реагирования на изменения рынка образовательных потребностей, специализаций и пр.; оптимальности деловых связей; совместного планирования основной деятельности; надёжности партнёрства; долговременности партнёрства; взаимного участия в деятельности контрагентов в целях совершенствования деловых связей по осуществлению основного вида деятельности.

В роли партнеров могут выступать: регулирующие органы, одновременно являющиеся заказчиками и потребителями услуг, основная функция которых - формирование списка компетенций выпускников, разработка на их основе образовательных и профессиональных стандартов и контроль за их применением; саморегулируемые строительные организации, которые также оказывают влияние на разработку и применение стандартов, регулирование спроса и предложения на рынке труда; другие организации и структуры, которые потребляют услуги вуза на постоянной платной основе, участвуют в его развитии, реализуют совместно с вузом долгосрочные целевые программы.

В качестве стратегического инструмента в решении задач активизации инвестиционных процессов важно создание строительного кластера - территориального межотраслевого объединения организаций, задействованных в строительном процессе: предприятий промышленности строительных материалов, строительных проектных организаций, организаций инженерной инфраструктуры, финансово-кредитных, научных организаций [3,4].

Необходимым условием реализации стратегически значимых задач, связанных с формированием строительного кластера инновационного типа, а также с осуществлением модернизационных изменений в строительной отрасли Омского региона в целом, является

создание системы профессионального непрерывного образования, способной адекватно реагировать на инновационные изменения в экономике и запросы рынка. В связи с этим важным становится реструктуризация данной системы, обеспечивающая углубление кооперационных связей всех организаций начального, среднего и высшего профессионального образования. Интеграция их деятельности позволит рационально использовать материально-технические и кадровые ресурсы, успешно решать задачи внедрения эффективных образовательных программ и методов обучения.

В состав объединения учреждений профессионального образования наряду с СибАДИ могут быть включены учреждения СПО, осуществляющие подготовку специалистов для сферы строительства. Функции интегрирующего и координирующего центра в создании системы профессиональной подготовки специалистов, повышение их квалификации и профессиональной переподготовки кадров, обеспечивающей своевременное и эффективное развитие конкурентных преимуществ бизнес-структур строительной отрасли, способна выполнять Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), которая обладает необходимым кадровым и учебно-методическим потенциалом, позволяющим успешно генерировать и транслировать инновации в сфере профессионального образования (рис.1.).

Основной целью кластерной политики в области развития системы непрерывного образования является обеспечение сотрудничества между предприятиями и образовательными организациями, которая реализуется по следующим направлениям:

- мониторинг и прогнозирование потребностей участников кластера в специализированных человеческих ресурсах и планирование, участие в разработке государственного задания на подготовку специалистов;
- совместная разработка образовательных программ основного и дополнительного профессионального образования; общественно-профессиональная аккредитация и оценка качества содержания образовательных программ в интересах развития кластера;
- совместная реализация образовательных программ (материально-техническое, технологическое и кадровое обеспечение в части целевой подготовки);
- организация стажировок и производственной практики на предприятиях кластера.

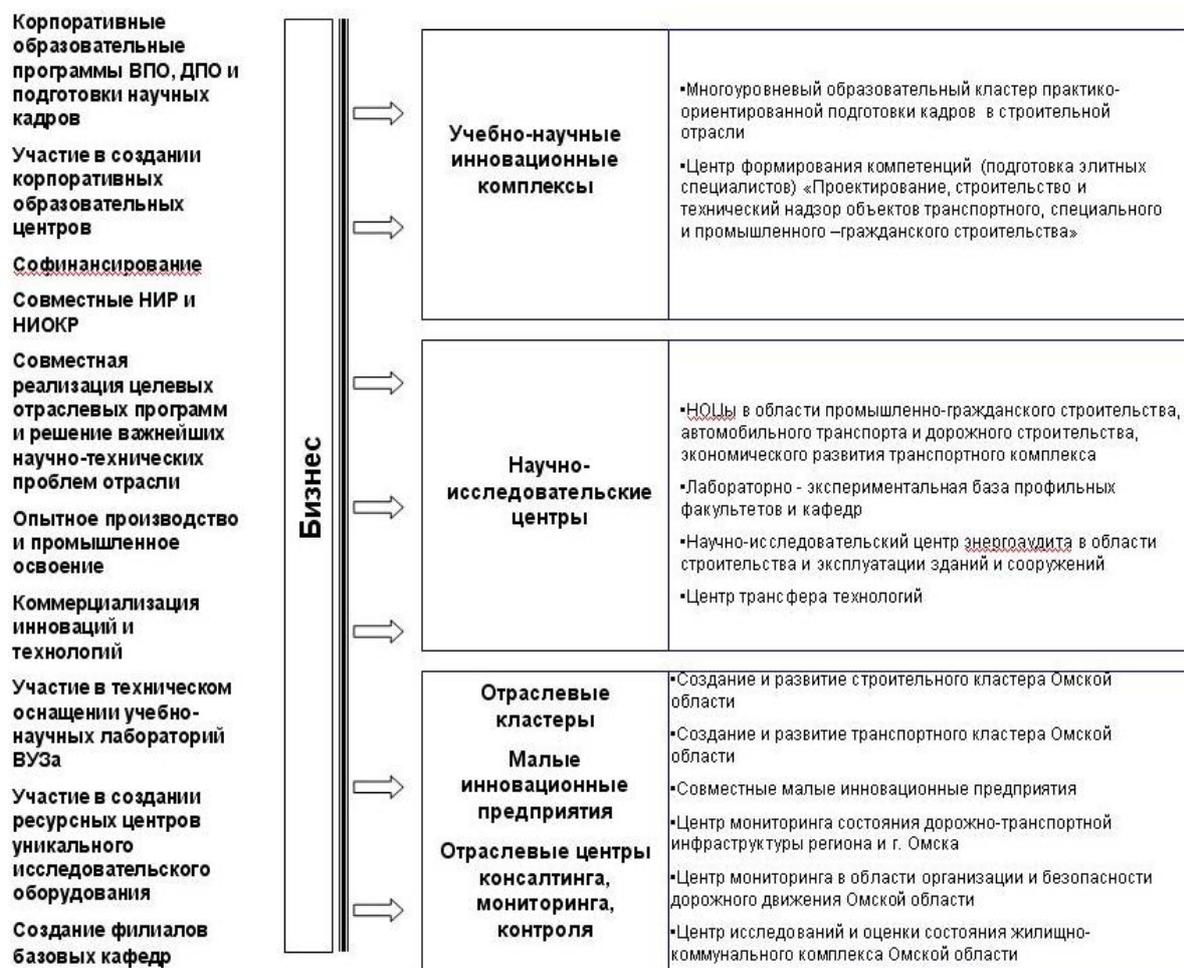


Рис. 1. Приоритетные направления взаимодействия с бизнес - сообществом

Развитие кадрового потенциала важно проводить в рамках подготовки и переподготовки специалистов в сфере строительства, базой которой являются учебные и учебно-производственные зоны, которые размещены на территории СибАДИ, других образовательных и иных организаций. Модернизации системы профессионального образования должна осуществляться на основе Программы развития объединения образовательных учреждений профессионального образования (кластерного типа) на базе вуза, которая предусматривает создание современной системы непрерывного образования подготовки и переподготовки профессиональных кадров на основе интеграции среднего и высшего профессионального образования в рамках развития региональной социально-экономической системы. Данная программа должна отвечать следующим основным критериям:

- направлена на достижение стратегических целей инновационного развития строительной сферы и стимулирование взаимодей-

ствия организаций науки, высшего, среднего и начального профессионального образования, российских и зарубежных компаний в рамках общих проектов и программ развития;

- разработана при участии объединений работодателей;

- обеспечивать сокращение сроков профессиональной подготовки специалистов в учреждениях начального профессионального образования путем расширения практики заочного и дистанционного обучения общеобразовательным дисциплинам, оптимизации программ профессионального образования, укрепления материально-технической базы образовательных учреждений;

- содержать комплекс мероприятий, способствующих повышению престижа рабочих специальностей, включая использование возможностей социальной рекламы, ознакомление учащихся образовательных учреждений с перспективами трудоустройства по выбираемой специальности и условиями работы на предприятиях и в организациях;

- предусматривать меры дополнительной поддержки выпускников учреждений начального и среднего профессионального образования, избравших работу по профильной специальности;

- направлена на приведение содержания и структуры профессиональной подготовки кадров в соответствие с современными потребностями рынка труда и повышение доступности качественных образовательных услуг.

Благоприятные условия для обучения специалистов строительной сферы могут формироваться в рамках регионального строительного технопарка СибАДИ. При этом создание бизнес – инкубатора будет обеспечивать взаимодействие обучаемых и работодателей в процессе проведения семинаров, практик, стажировок и иных мероприятий с целью оказания помощи в быстрой адаптации обучаемых к будущей профессии и освоению практических навыков, в выборе кандидатов на должности, а также персонального целевого обучения по заказу работодателей.

Для прохождения производственных практик обучающихся на основе договоров-соглашений может использоваться производственная база предприятий – участников строительного кластера.

Создание инновационной и практико-ориентированной системы профессионального и непрерывного образования предполагает определение потребности в специалистах, которое должно осуществляться на основе мониторинга рынка труда в строительном комплексе, а также в соответствии с потребностями развития строительного рынка региона. Функции по обеспечению непосредственных связей между работодателями и потенциальными работниками, а также обеспечению характера подготовки, соответствующего практическим потребностям сферы строительства, могут реализоваться через Информационно-аналитический координационный центр. Информационно-аналитический координационный центр должен формировать информационную базу кадров, разрабатывать рекомендации по количеству и категориям специалистов для предприятий, заниматься вопросами профориентации и трудоустройства.

Важное значение приобретает развитие международного сотрудничества с целью интеграции строительного комплекса региона в международный рынок, заимствование опыта зарубежных стран в области строительства, строительных технологий и материалов, а

также в сфере подготовки специалистов. Сотрудничество с зарубежными вузами, организациями и исследовательскими учреждениями может осуществляться по следующим направлениям: сотрудничество в области учебных и научно-инновационных связей между участниками строительного кластера и ведущими зарубежными высшими учебными заведениями; организация и расширение стажировок для участников строительного кластера в ведущих зарубежных учебных учреждениях; участие в международных научных программах; привлечение ученых с мировым именем для преподавания и ведения исследований; реализация совместных инновационных проектов; изучение и внедрение современных зарубежных технологий; обеспечение механизмов поддержки импорта отдельных передовых зарубежных технологий; вывод на международный рынок отечественных инновационных продуктов; размещение исследовательских центров ведущих зарубежных компаний на базе строительного технопарка СибАДИ; проведение международных научно-практических конференций.

### **Заключение**

В современных условиях, когда профессиональное образование в его не разрывной связи с наукой, превращается в определяющий фактор модернизации экономики и общества, возникла настоятельная необходимость проведения качественных изменений в региональной системе профессионального образования в сфере строительства. При этом важным становится разработка механизмов взаимодействия рынка образовательных услуг и рынка труда строительной сферы, включая взаимодействие образовательных учреждений с организациями и предприятиями строительной отрасли.

Формирование кадровой базы важно направлять на углубление кооперации образовательных структур с передовыми компаниями строительного сектора, проектными и научными организациями. Это должно способствовать эффективному диалогу бизнеса и образования и выработке таких квалификационных требований, которые позволят выпускать специалистов, востребованных на рынке труда.

### **Библиографический список**

1. Альгина М. Бизнес и вуз: вертикальная интеграция// Высшее образование в России. 2005.- №12.

2. Бирюков В.В. Финансово-экономические аспекты развития академии //Высшее образование в России.- 2011.- №1.

3. Кирничный В.Ю. Приоритеты и механизмы модернизации автомобильно-дорожного комплекса// Вестник СибАДИ.- 2011.- №4. С. 58-61.

4. Кирничный В.Ю., Лочан С.А. Программно-целевое управление инновациями в сфере ЖКХ// Экономика образования.- 2012.- №3.

### **PRACTICE-ORIENTED TRAINING HIGHLY QUALIFIED SPECIALISTS IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY**

V. Y. Kirnichny

Questions of practice-oriented training of highly qualified personnel in the construction and modernization of the regional system of professional and continuing education through the creation of construction cluster.

*Кирничный Владимир Юрьевич – доктор экон. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основное направление научных исследований – модернизация Российской экономики, организационно-экономические механизмы развития строительства и транспорта.*

## Требования к оформлению научных статей, направляемых в “Вестник СибАДИ”

**О рассмотрении** поступивших материалов. В редакции все поступившие статьи направляются на рецензирование. Выказанные 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 ФГБОУ ВПО СибАДИ.

**Об оформлении.** Материалы необходимо предоставить в электронном и бумажном виде. Объем статьи не должен превышать **7 страниц**.

Статья представляется в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial" (10 пт), отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный. **Поля:** верхнее – 3,5 см, остальные – по 2,5.

**Заголовок.** В верхнем левом углу листа проставляется УДК (размер шрифта 10 пт.). Далее по центру полужирным шрифтом 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.).

**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 в тексте** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки [1]. Ссылки должны быть *последовательно пронумерованы*.

Ниже основного текста 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 библиографического списка, 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.

**Формулы** необходимо набирать в редакторе формул Microsoft Equation.

**Таблицы и иллюстрации (с расширением JPEG, GIF, BMP) предоставляются в отдельных файлах.** И 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 отдельных файлах**.

В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: **на рисунке 1.., в таблице 3.**

**Реферат статьи**, предназначенный для публикации в реферативном журнале, составляется на русском и английском языках и помещается в отдельном файле.

**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 со статьей предоставляют:**

1. **ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ** о возможности опубликования в открытой печати.

2. **РЕЦЕНЗИЯ** специалистов с учёной степенью.

3. Лицензионный договор между ФГБОУ ВПО «СибАДИ» и авторами.

**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. 3236. тел. (3812) 65-23-45

Выпускающий редактор «Вестника СибАДИ» - Юренко Татьяна Васильевна

сот. тел. 89659800019

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 5 (27) - 2012**

## **Главный редактор**

**В. Ю. Кирничный**  
Ректор ФГБОУ ВПО «СибАДИ»

## **Заместитель главного редактора**

**В. В. Бирюков**  
Проректор по научной работе

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. 3226. тел. (3812) 65-23-45

Компьютерная верстка  
Юренко Т.В.

Ответственный за выпуск  
Юренко Т.В.

Печать статей произведена с оригиналов,  
подготовленных авторами.

Подписано в печать 15. 11. 2012  
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial  
Печать оперативная. Бумага офсетная  
Усл. печ. л. 21,9. Тираж 500 экз.