

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

# **ВЕСТНИК СибАДИ**

Выпуск 1 (23)

Омск  
2012

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

**Вестник СибАДИ:** Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. - № 1 (23). - 2012. - 150 с.  
*Учредитель – ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)"*  
*Свидетельство о регистрации* ПИ № ФС77-46612 от 16 сентября 2011 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.

Научный рецензируемый журнал «**Вестник СибАДИ**» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011  
Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory.

*Редакционная коллегия:*

**Главный редактор** – Кирничный В. Ю. д-р экон. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Зам. главного редактора** – Бирюков В. В. д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Зам. главного редактора** – Завьялов А. М. д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Исполнительный редактор** – Архипенко М. Ю. канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Выпускающий редактор** – Новикова Е. 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>Певнев Н. Г.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Плосконосова В. П.</b>	д-р филос. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Пonomarenko 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>Щербakov 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>Zavyalov A.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief
<b>Arkhipenko M.</b>	Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor
<b>Novikova E.</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>Pevnev N.</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, комн. 3232.

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

**Издательство ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)"**

Подписной индекс 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ"

Издается с 2004 г.

С 01.01.2008 – издается ежеквартально

Омск 2012

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I

#### ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Беляков В. Е.	7
Динамическая система грузоподъемного крана ДЭК -251	
Кирничный В.Ю., Тарасов В.Н., Бояркина И.В.	12
Методика определения эксплуатационной производительности и расхода топлива погрузочно-транспортного средства	
Нечаев В.В., Бабкин Ю.В., Сизов А.Е., Колунин А.В., Гедзь А.Д.	17
Метод определения технического состояния приборов системы электростартерного пуска	
Савельев С.В., Лашко А. Г.	20
Инновационные решения интенсификации процессов строительства дорожно-транспортной инфраструктуры	
Шаповал Д.В., Витвицкий Е.Е.	23
Проверка методики маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами	

### РАЗДЕЛ II

#### СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Андреева Е.В., Смирнов А.В.	28
Обоснование упругих свойств конструкций автомагистралей	
Боброва Т.В., Перфильев М.С., Соловьева О.А.	31
Концептуальная логико-информационная модель инженерно-экономических изысканий при проектировании автомобильной дороги	
Горынин Г.Л.	36
Математическое моделирование макрохарактеристик 1-периодического ЛВЛ-материала при расчете конструкций транспортных сооружений	
Ефимов П.П.	41
Влияние неподвижных опорных частей на напряжённое состояние пролётных строений при их несимметричном загрузении подвижной нагрузкой	
Матвеев С.А., Литвинов Н.Н.	44
Решение плоской задачи для армированной многослойной дорожной одежды	
Симуль М.Г., Александров А.С.	46
Моделирование конфликтных ситуаций на наземных пешеходных переходах городских дорог и улиц для повышения безопасности движения	
Пономаренко Ю.Е., Лобанов С.В., Баранов Н.Б.	50
Опыт применения винтовых свай в строительстве моста в Омской области	

### РАЗДЕЛ III

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Гудова И.В.	53
Совершенствование технологического процесса изготовления электроцифров	
Ляшков А.А., Волков В. Я., Прокопец В. С.	56
Огибающая однопараметрического семейства поверхностей как особенность отображения ортогональным проецированием гиперповерхности, заданной в 4-х мерном пространстве параметрическими уравнениями, на гиперплоскость	
Мельник С.В., Голощапов Г.А.	60
Математическая модель оптимизации периодичности технического обслуживания шарнира опорного катка экскаватора	
Семенова И.И.	63
Концепция экспертного моделирующего комплекса при планировании многокомпонентных смесей в условиях неопределенности	
Сухарев Р.Ю., Игнатов С.Д.	68
Алгоритм системы автоматизации проектирования конструктивных параметров гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора	
Щербаков В.С., Корытов М.С., Котыкин С.В.	72
Экспериментальные исследования рабочего процесса стрелового гидравлического автокрана	

Терещенко Е.С., Шабалин Д. В. Улучшение качества переходных процессов дизеля с газотурбинным наддувом применением системы управления турбокомпрессором	76
--	----

#### **РАЗДЕЛ IV ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

Апенько С.Н. Организация управления коммуникациями в условиях реформирования ОАО «Российские железные дороги»	80
Бирюков В.В. Производительность хозяйственных систем и модернизация промышленного производства	84
Боярко Г.Ю., Яцко В.А. Управление производственной программой предприятия с использованием нечетких моделей	88
Джурабаев К.Т., Вакорин М.П., Барышева Г.А. Управление инновационными процессами	94
Елкина О.С. Воздействие валютного риска в предпринимательской деятельности	98
Катунина И.В. Инновационное развитие предприятий железнодорожного транспорта в условиях стратегических изменений	101
Лерман Е.Б. Оценка сложности выполнения муниципального заказа в сфере городского пассажирского транспорта	106
Лямзин О.Л., Никулина И.Е., Досушева Е.Е. Актуальные инновационные модели: базовые аспекты и особенности	109
Миллер А.Е., Крючков В.Н. Проблемы становления институционального интрапренерства	111
Плосконосова В.П., Романенко Е.В. Деловая среда развития малого предпринимательства и формирование источников предпринимательской ренты	116
Рыманов А.Ю., Титова Т.В. АВС-анализ в производстве сухих строительных смесей	121
Теслова С.А. Методика оценки конкурентоспособности грузовых автотранспортных предприятий	127
Эйхлер Л.В., Демиденко А.А. Экономическое взаимодействие хозяйственных субъектов ГАТК в современной системе управления	130
Хаирова С.М. Автотранспортные предпринимательские структуры в формировании конкурентоспособной цепи поставок	134
Коротаев Д.Н. Планирование деятельности предпринимательской структуры строительной сферы в условиях конкурентной среды	138

#### **РАЗДЕЛ V ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Жукова Г.С., Минаева Е.В. О формировании в вузе системы профессиональных компетенций инженеров по безопасности технологических процессов и производств	141
Федорова М.А., Завьялов А.М. Психологическая компетентность научного руководителя и мотивация научной деятельности студента как условия совместной научной работы	145

## CONTENTS

### PART I

#### TRANSPORTATION. TRANSPORT TECHNOLOGICAL MACHINERY

Beljakov V.E.	7
Researches of dynamic system of the load-lifting crane DEK-251	
Kirnichny V.Y., Tarasov V.N., Boyarkina I.V.	12
Methodology for determining operational performance and fuel consumption loading vehicle	
Nechaev V.V., Babkin Y.V., Sizov A.E., Kolunin A.V., Gedz A.D.	17
Method for determining the technical state of electric starting equipment	
Saveliev S.V., Lashko A.G.	20
Innovative decisions of the intensification of processes of consolidation of road-building materials	
Shapoval D.V., Vitvitsky E.E.	23
The check of the routing technique in delivering-assembly auto transport systems with the central cargo points	

### PART II

#### ENGINEERING. BUILDING MATERIALS AND STRUCTURES

Andreeva E.V., Smirnov A.V.	28
Scientific justification of motorway structure elastic properties	
Bobrova T.V., Perfilyev M.S., Solovyova O.A.	31
Conceptual logical-and-informational model of engineering-and-economical surveying for highway designing	
Gorynin G.L.	36
Mathematical modelling of macrocharacteristics 1-periodic LVL-material at calculation of designtransport constructions	
Efimov P.P.	41
Influence fixed bearing stressed state superstructure at their nonsymmetrical loaded moving load	
Matveev S.A., Litvinov N.N.	44
Solve the plane problem for reinforced multilayer pavement	
Simul M.G., Aleksandrov A.S.	46
Simulation of conflict situations on the ground-based pedestrian passages of urban roads and streets for increasing the safety of the motion	
Ponomarenko Y.E., Lobanov S.V., Baranov N.B.	50
Experience in the use of screw piles in the construction of bridges in the Omsk region	

### РАЗДЕЛ III

#### MATHEMATICAL MODELING. SYSTEMS OF AUTOMATION DESIGNING

Gudova I. V.	53
Perfection of technological process of manufacturing of electroboards	
Lyashkov A.A., Volkov V.Y., Prokopetch V.S.	56
Envelope surface as family one-parameter display feature of orthogonal projection of hypersurface defined in 4-dimensional space with parametric equations, the hyperplane	
Melnik S.V., Goloshchapov G.A.	60
Mathematical model of optimization tech-ray periodicity service joint road wheels excavator	
Semenova I.I.	63
The concept of "Expert Modelling System" for planning of multicomponent mixtures under uncertainty	
Suharev R.Y., Ignatov S.D.	68
The optimization algorithm design parameters of track on the chain trenchers	
Sherbakov V.S., Korytov M.S., Kotkin S.V.	72
Experimental researches of working process of the hydraulic truck crane	
Tereshchenko E.S., Shabalin D.V.	76
Improvement of quality of transients of a diesel engine with gas turbine pressurization by application of a control system of a turbo by the compressor	

**PART IV  
ECONOMICS AND MANAGEMENT**

Apenko S.N. The organization of communications management in the conditions of reforming «Russian Railways»	80
Birykov V.V. Productivity of economic systems and modernization of industrial production	84
Boyarko G.Y., Yatsko V.A. Management of the enterprise production program using fuzzy models	88
Djurabaev K.T, Vakorin M.P., Barisheva G.A. The innovation process management	94
Elkina O.S. Influence of the currency risk in business activity	98
Katunina I.V. Innovation development of railway companies in strategic changes context	101
Lerman E.B. Estimation of complexity of performance of the municipal order in sphere of city passenger transport	106
Ljamzin O.L., Nikulina I.E., Dosugeva E.E. Current models of innovation: basic aspects and features	109
Miller A.E., Kriuchkov V.N. Problems of institutional intrapreneurship establishment	111
Ploskonosova V.P., Romanenko E.V. The business environment of the small business development and the formation of the enterprise rent sources	116
Rymanov A.Yu., Titova T.V. ABC-analysis for a dry mix production	121
Teslova S.A. Methodology of assessment competitive position of transport enterprises	127
Echiler L.V., Demidenko A.A. Economic interaction of economic subjects of the GACC in the modern system of management	130
Khairova S.M. Motor business structures in the formation of competitive supply chain	134
Korotaev D.N. Planning of activity of enterprise structure of a build sphere in the conditions of competition environment	138

**PART V  
GRADUATE EDUCATION**

Zhukova G.S., Minaeva E.V. Of the formation of the university system of professional competence of the engineers on safety of technological processes and productions	141
Fedorova M. A., Zavyalov A. M. Supervisor psychological competence and student research motivation as factors of joint scientific research	145

**РАЗДЕЛ I**

**ТРАНСПОРТ.**

**ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

---

УДК 621.82

**ДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМЫ ГРУЗОПОДЪЕМНОГО  
КРАНА ДЭК - 251**

В.Е. Беляков

***Аннотация.** В статье рассматривается влияние динамического момента, возникающего при движении крана, на электропривод.*

***Ключевые слова:** грузоподъемный кран, динамический момент, электропривод*

**Введение**

Анализ показывает, что основными тенденциями и направлениями развития и совершенствования грузоподъемных кранов за рубежом является:

1. частотное регулирование скоростей электродвигателя совместно с коробкой передач;
2. оснащение кранов различным навесным оборудованием;
3. продление срока службы кранов путем реконструкции и модернизации.

Большинство исследований посвящено разработке дополнительных функциональных возможностей кранов, использование устройств стабилизации перемещения грузов. Применяются специальные устройства, обеспечивающие необходимые параметры перемещения груза в автоматическом режиме. Решению этой задачи в настоящее время посвящены работы Л.В. Мельникова, А.Г. Теплякова, Н.М. Омага, А.Н. Nayfeh.

**Основная часть**

Для исследования динамических режимов работы крана ДЭК-251 была предложена пространственная обобщенная расчетная схема крана [1,2].

Динамическая система крана представлена четырьмя звеньями. Это базовое шасси, поворотная колонка, стрела и груз. Элементы ходового оборудования и привода представлены на расчетной схеме упруго-вязкими телами Фохта. Система будет иметь 12 степеней свободы: перемещение центра масс базового шасси вдоль оси  $X_0$  ( $q_1$ ); перемещение центра масс базового шасси вдоль оси  $Y_0$  ( $q_2$ ); перемещение центра масс базового шасси вдоль оси  $Z_0$  ( $q_3$ ); поворот базового шасси вокруг оси  $X_1$  ( $q_4$ ); поворот базового шасси вокруг оси  $Z_1$  ( $q_5$ ); поворот базового шасси вокруг оси  $Y_1$  ( $q_6$ ); поворот поворотной платформы вокруг оси  $Y_2$  ( $q_7$ ); поворот стрелы вокруг оси  $Z_3$  ( $q_8$ ); поворот груза вокруг оси  $Z_5$  ( $q_{10}$ ); поворот груза вокруг оси  $X_5$  ( $q_{11}$ ); поворот груза вокруг оси  $Y_5$  ( $q_{12}$ ); смещение груза вдоль оси  $Y_5$  (растяжение грузовой лебедки,  $q_{13}$ ).

Для создания динамической модели объекта использовался специализированный пакет Sim Mechanics системы MATLAB, интегрированный с пакетом Simulink и предназначенный для моделирования движения механических систем. Этот пакет является ярким представителем приложений, созданных на основе системы MATLAB. В нем реализованы принципы визуально-ориентированного программирования, что позволяет легко выбирать нужные блоки и соединять их с целью составления модели механической системы.

Блок-схема механической системы, то есть ее Simulink-модель, создается путем соединения входов и выходов соответствующих блоков, предложенной ранее методикой [3].

Концептуальная схема соединения указанных блоков SimMechanics для расчетной схемы крана приведена на рис. 1.

Согласно приведенной концептуальной схеме связей была построена Simulink-модель механической системы крана, которая позволяет решать задачи статики, кинематики и динамики данного объекта, исследовать его устойчивость в рабочем режиме.

Кроме описанных выше блоков SimMechanics в Simulink-модели присутствуют также механические блоки Joint Initial Condition, которые устанавливают начальные значения линейных и угловых перемещений и скоростей по каждой отдельной степени свободы всех шарниров. Наличие этих блоков обязательно, однако позволяет установить начальные отклонения обобщенных координат автокрана под действием статических сил тяжести.

Ходовая система крана ДЭК – 251 содержит 12 колес, из которых 6 колес на левом борту и 6 – на правом.

В подсистеме стрела + груз выводятся через радиус барабана следующие данные: относительные возмущения момента или динамический момент, который воздействует на электропривод.

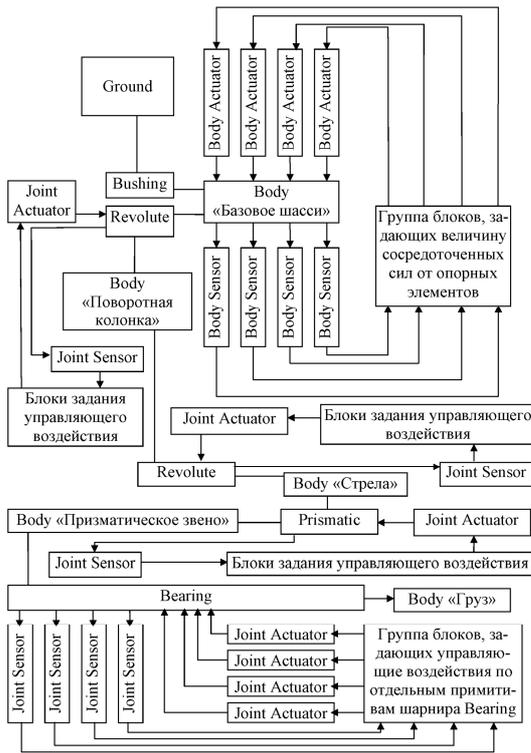


Рис. 1. Концептуальная схема соединения указанных блоков SimMechanics для расчетной схемы крана

На основании подсистемы стрела + груз вводятся данные в рабочее окно: длина стрелы и вылет стрелы (рисунок 2).

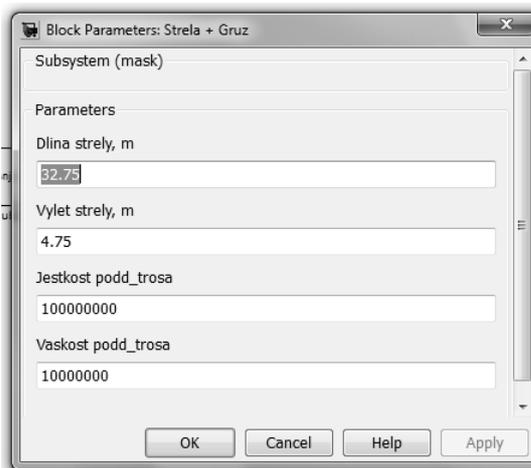


Рис. 2. Окно параметров стрела+груз

Микрорельеф дорожного основания описывается уравнением [4]

$$R_y(l) = Q^2 \cdot \varepsilon^{-\alpha(l)} \cos \beta l \quad (1)$$

где  $Q$  - среднеквадратическое отклонение высотных отметок микрорельефа;

$\alpha$  - параметр, характеризующий затухание корреляционной функции;

$\beta$  - параметр, характеризующий периодичность корреляционной функции.

Случайный процесс, описываемый корреляционной функцией (1) реализуется с помощью следующего рекуррентного уравнения [5]:

$$y(n) = a_0 x(n) + a_1 x(n-1) + b_1 y(n-1) + b_2 y(n-2) \quad (2)$$

Где

$$a_0 = QC \quad (3)$$

$$a_1 = (QC_0) / C \quad (4)$$

$$b_1 = 2p \cdot \cos \gamma_0 \quad (5)$$

$$b_2 = -p^2 \quad (6)$$

$$C_0 = p(1 + p^2) \sin \gamma_0 \quad (7)$$

$$C_1 = -4p^2 \sin \gamma_0 \cos \gamma_0 \quad (8)$$

$$C = \frac{\sqrt{(C_1 \pm \sqrt{C_1^2 - 4C_0^2})}}{2} \quad (9)$$

$$p = e^{-\gamma} \quad (10)$$

$$\gamma = \alpha \cdot h \quad (11)$$

$$\gamma_0 = \beta \cdot h \quad (12)$$

где  $h$  - шаг дискретности отсчета путевых отметок  $l$  (формула 1);

$x(n)$  - реализация нормально распределенных чисел с параметрами: математическое ожидание  $m(n) = 0$ , среднеквадратическое отклонение  $\sigma = 1$ .

Микрорельеф генерируется непосредственно перед моделированием рабочего процесса крана, высотные координаты микрорельефа под соответствующим колесом извлекаются из общего массива координат в процессе расчета. Номер реализации случайных чисел (строго говоря - псевдослучайных), задается переменной «Count».

На основании формулы 2 строится математическая модель микрорельефа для крана ДЭК - 251.

В подпрограмме микрорельефа вводятся параметры в рабочее окно: скорость движения крана, расстояние между катками и шаг микрорельефа (рисунок 3).

На рисунке 4 в качестве примера приведены фрагменты реализации микрорельефа по корреляционной функции 1. Фрагменты для левой и правой колеи отличаются различными реализациями  $x(n)$ .

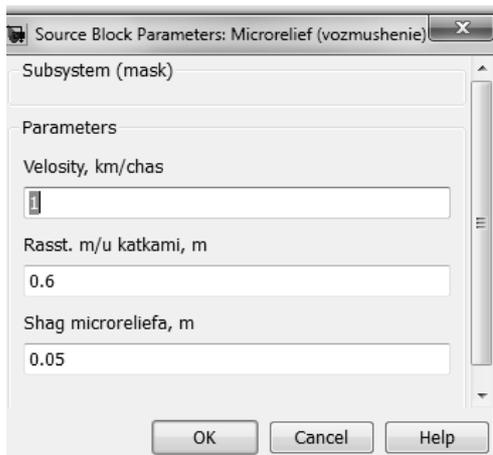


Рис. 3. Окно задания параметров возмущающего воздействия

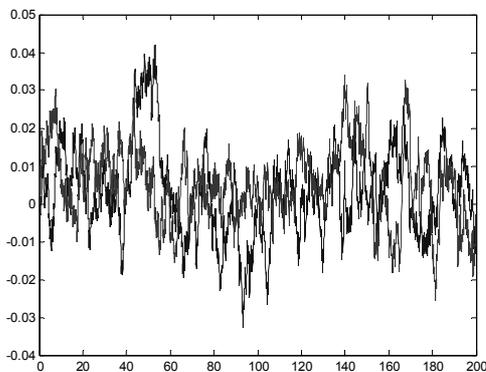


Рис. 4. Фрагмент реализации микрорельефа по левой и правой колеем

В качестве решателя использовался метод ode15s, так как методы Рунге-Кутты ode45 и ode23 в данном случае не обеспечивают решения.

На основании всего исследованного на выходе получен момент динамический в относительных единицах (рисунок 5), который потом прикладывается к валу электропривода.

Для теоретического исследования электропривода будем использовать пакет Simulink программы Matlab. Исследования проводились без системы управления с различными элементами в цепи ротора сопротивления и дросселя [9] для крана ДЭК – 251 [8]. Методика расчета электропривода [6] и расчет сопротивления в роторной цепи [7] классическая.

Динамический момент подается на электропривод, в цепи ротора установлены дроссели (рис.12). Также был исследован пуск электропривода с активным сопротивлением в цепи ротора. Стоит отметить, что при пуске электропривода с сопротивлением в роторной цепи, разгон двигателя составляет 0,4 с, и ток статора достигает около 120 А.

Все это крайне нежелательно для электропривода, это приводит к аварийным

ситуациям и раннему выходу из строя самого двигателя.

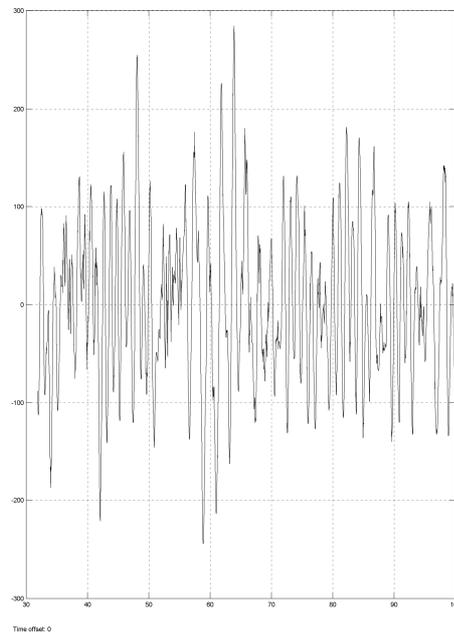


Рис. 5. Динамический момент при возмущающем воздействии на объект

Согласно теоретическим исследованиям можно построить экспериментальную зависимость скольжения от скорости, которая изображена на рисунке 6. Конечно, она отличается от теоретической, т.к. полный момент складывается от статического и динамического.

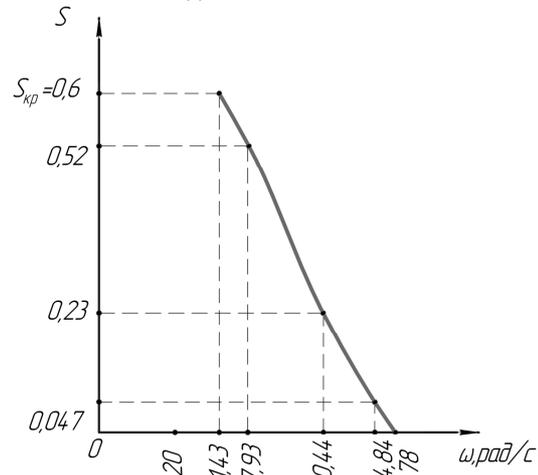


Рис. 6. Экспериментальная характеристика  $S_{кр}=f(\omega)$

Расчеты показывают, что при воздействии динамического момента на электропривод, его скорость близка к критической.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (13)$$

$$w_0 = \frac{3,14 \cdot 750}{30} = 78,57 \text{ (рад/с)}$$

$$w_{ном} = \frac{3,14 \cdot 715}{30} = 74,84 \text{ (рад/с)}$$

$$w_{кр} = \frac{P_{ном}}{M_{кр}} = \frac{22 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 280} = 31,43 \text{ (рад/с)}$$

$$w_{доп} = \frac{P_{ном}}{M_{ном} + M_{дин}} = \frac{22 \cdot 10^3}{280 + 300} = 37,93$$

Согласно расчетам (13), видно, что  $M_{кр}$  скорость  $w_{кр}$  составляет 31 рад/с, что и показывает рисунок 13 для сопротивления в роторной цепи, значит, модель адекватна или погрешность составляет 0,05%.

Построенная (рис.7) механическая характеристика, указывает, что она мягкая.

Особый интерес представляет, если в роторной цепи установить дроссели.

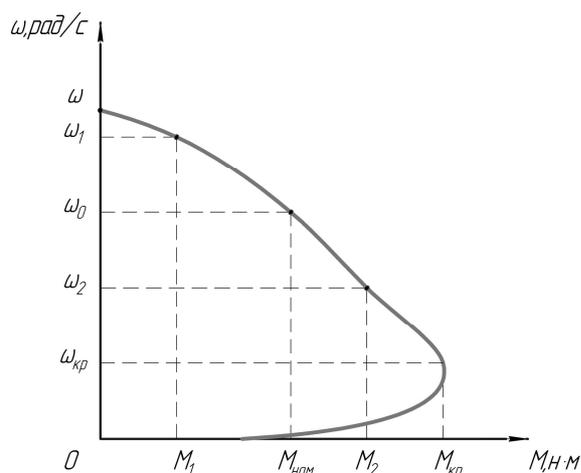


Рис.7. Экспериментальная зависимость  $M=f(w)$

При моделировании в роторной цепи дросселя, видно, что двигатель работает на рабочей характеристике. При подборе номинального значения дросселя, характеристика меняется, т.е. время переходного процесса и перерегулирование уменьшилось, а также ток в статорной обмотке уменьшился. Можно сделать вывод, что в цепи ротора лучше устанавливать дроссель. Исследования проводились при различных номиналах дросселя, что рисунок 16 показывает номинал а)  $L = 22 \cdot 10^{-5}$  Гн, б)  $L = 22 \cdot 10^{-4}$  Гн.

На основании всего исследования, построено семейство экспериментальных механических характеристик, которые указывает, что при номинале

дросселя, равным  $L = 22 \cdot 10^{-5}$  Гн, она близка к характеристике с активным сопротивлением в роторной цепи. Меняя его номинал, характеристика стала жесткой, переходные характеристики указывают на уменьшение тока статора и времени разгона двигателя.

При теоретическом исследовании пуска электропривода для дроссельной системы управления построены зависимости для момента, тока статора и скорости, при которых видно, что номинал дросселя для двигателя МТК-416 крана ДЭК – 251 лучше устанавливать номиналом  $L = 22 \cdot 10^{-4}$  Гн.

При увеличении номинала дросселя увеличивается ток статора, и он может достигнуть своего максимума, т.е. когда защитная аппаратура отключается, и это произойдет при  $I_{уд.кр} = 1125$  А (рисунок 8).

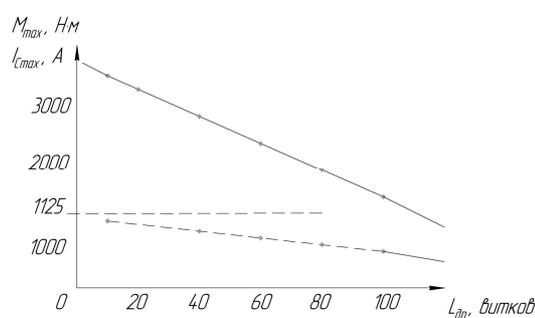


Рис.8. – Зависимость от количества витков дросселя тока статора и момента

Согласно [10], отклонение напряжения сети должно составлять не более 10 %, исследования проводились как теоретически, так и экспериментально, что видно на рисунке 9 – 12.

Согласно графикам 19 и 22 можно сделать вывод, что отклонение напряжения в норме и не превышает более 10 %, поэтому в дальнейших работах это можно не исследовать.

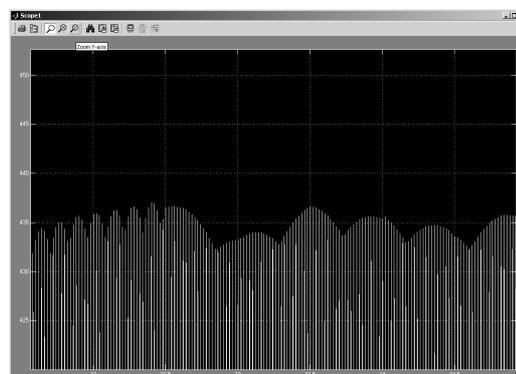


Рис.9. Изменение напряжения по первичному питанию



Рис. 10. Изменение напряжения в роторной цепи



Рис. 11. Изменение напряжения в роторной цепи (в увеличенном масштабе)



Рис. 12. Экспериментальные исследования отклонения напряжения

### Выводы

На основании теоретических исследований можно сделать следующие выводы:

1. В роторной цепи двигателя лучше устанавливать дроссели, т.к. при динамических ударах скорость двигателя остается номинальной, отклонения составляют не более 3%.

2. Для крана ДЭК – 251 электродвигатель на механизме подъема установлен мощностью 22 кВт,

номинал дросселя лучше устанавливать номиналом 0,0022 Гн, т.к. время переходного процесса минимально, перерегулирование равно почти 0%.

3. Исключает броски тока электродвигателей, характерные для схем с активными сопротивлениями при переходе с одной механической характеристики на другую.

4. Механические характеристики с дросселями в роторной цепи асинхронного двигателя являются более жесткими по сравнению с активными сопротивлениями.

5. Отклонение угловой скорости двигателя от номинальной не превышает 5% на диапазоне от 0 до 2 Мном.

6. Ток статора не превышает 120А.

### Библиографический список

1. Иванченко, Ф. К. Конструкция и расчет подъемно-транспортных машин. – К.: Выща шк., 1988. – 424 с.

2. Брауде, В. И., Тер-Мхитаров М. С. Системные методы расчета грузоподъемных машин. – Л.: Машиностроение, 1985. – 181 с.

3. Корытов, М.С., Зырянова, С.А. Моделирование рабочих движений автокрана при помощи SimMechanics и Virtual Reality Toolbox/ Научно - практический журнал Ехропента Pro. Математика в приложениях. – М., Изд-во Солон-Пресс, 2004. - №3-4 – с.94-101.

4. Беляев, В.В. Повышение точности планировочных работ автогрейдером с дополнительными опорными элементами рабочего органа: Дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 1987. – 230 с

5. Глушеч, В.А. Математическая модель процесса взаимодействия гусеничного ходового оборудования землеройно-транспортных машин с разрабатываемым грунтом / Межвузовский сборник трудов ученых, аспирантов и студентов. – Омск: СИБАДИ, 2004. – Вып. 1, ч. 1. – с. 152 – 158.

6. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystem и Simulink. – Питер, М., 2008г., 286с.

7. Алаев, Е.Г. Электрооборудование и автоматизация береговых объектов [текст]: Методическое пособие к выполнению курсовому проектированию. – Новосибирск, НГАВТ, 1993г, 101с.

8. [www.stroy-technika.ru](http://www.stroy-technika.ru)

9. [www.drossel.ru](http://www.drossel.ru)

10. ГОСТ 13109-97

### RESEARCHES OF DYNAMIC SYSTEM OF THE LOAD-LIFTING CRANE DEK-251

V.E. Beljakov

In article influence of the dynamic moment arising at movement of the crane, on the electric drive is considered.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И РАСХОДА ТОПЛИВА  
ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА**

В.Ю. Кирничный, В.Н. Тарасов, И.В. Бояркина

**Аннотация.** Разработана методика определения составляющих времени цикла традиционного погрузчика и погрузчика с энергосберегающим гидроприводом. Предложена методика определения эксплуатационной производительности и расхода топлива.

**Ключевые слова:** эксплуатационная производительность, расход топлива, время цикла, затраты.

**Введение**

Для оценки эффективности фронтальных погрузчиков можно использовать производительность в сочетании с расходом топлива. Оценку эффективности погрузчика можно выполнить по технической производительности, которая не зависит от эксплуатационных факторов и определяется по формуле [1, 2]

$$P_T = 3600 \frac{V_G K_H}{T_{Ц} K_P}, \quad (1)$$

где  $V_G$  – геометрический номинальный объем ковша, м<sup>3</sup>;  $T_{Ц}$  – время рабочего цикла погрузчика, с;  $K_H$  – коэффициент наполнения ковша;  $K_P$  – коэффициент разрыхления погружаемого материала.

В настоящее время недостаточно развиты методы расчета расхода топлива двигателя фронтального погрузчика в условиях эксплуатации. Расход топлива двигателя внутреннего сгорания зависит от эксплуатационной производительности, т.е. от объема полезной работы, выполняемой фронтальным погрузчиком.

Составляющие времени  $T_{Ц}$  рабочего цикла определяются по уравнению [1,2]

$$T_{Ц} = t_K + t_T + t_c + t_p + t_X, \quad (2)$$

где  $t_K$  – время заполнения ковша;  $t_T$  – время транспортирования;  $t_c$  – время подъема стрелы;  $t_p$  – время разгрузки ковша;  $t_X$  – время холостого хода.

Время  $t_K$  заполнения ковша можно определить по формуле, связывающей мощность двигателя с объемом ковша и показателями прочности грунта [1, 2]

$$t_K = 10^3 \frac{V_G K_{\sigma} K_H}{N_{ЕК} \eta \eta_T K_P (1 - \delta)}, \quad (2)$$

где  $K_{\sigma}$  – удельное сопротивление черпанию, Дж/м<sup>3</sup>;  $N_{ЕК}$  – мощность двигателя, реализуемая при черпании материала, кВт;  $\eta$  – КПД трансмиссии,  $\eta = 0,8 \div 0,9$ ;  $\eta_T$  – тяговый КПД,  $\eta_T = 0,55 \div 0,6$ ;  $\delta$  – коэффициент буксования:  $\delta = 0,1$  на твердой поверхности,  $\delta = 0,2$  на грунтовой опорной поверхности.

Мощность копания  $N_{ЕК}$ , определяется как разность мощности двигателя и статистической мощности, отбираемой при копании на привод системы гидравлического управления погрузочного оборудования [3]

$$N_{ЕК} = N_e - N_{Г.П.О}, \quad (3)$$

где  $N_{Г.П.О}$  – мощность двигателя, расходуемая на гидропривод погрузочного оборудования, кВт.

Мощность  $N_{Г.П.О}$  определяется по корреляционной функции [3]

$$N_{Г.П.О} = 4,26 m_{\Delta}, \quad (4)$$

где  $m_{\Delta}$  – эксплуатационная масса погрузчика, т.

Для погрузчика с энергосберегающим гидроприводом (ЭСГП), у которого уравновешены силы тяжести ковша, стрелы, рычага, освобождается часть мощности, затрачиваемой на подъем этих сил. Статистически эту мощность можно определить как 1/3 от мощности, отбираемой на гидропривод погрузочного оборудования. Поэтому для погрузчика с ЭСГП

$$N_{ЕК} = N_e - \frac{2}{3} N_{Г.П.О}. \quad (5)$$

Таким образом, формула (2) позволяет определить время копания для традиционного погрузчика и погрузчика с ЭСГП.

Время  $t_T$  транспортирования грунта к месту погрузки самосвала зависит от дальности транспортирования  $L_T$ , грузоподъемности  $Q_{II}$  погрузчика и условий движения

$$t_T = \frac{L_T(m_{\Sigma} + Q_{II})g(f \pm i)}{N'_e \eta \eta_T (1 - \delta)}, \quad (6)$$

где  $N'_e$  – мощность двигателя, реализуемая при транспортировании ковша, заполненного материалом, кВт;  $g$  – вес единицы массы,  $g = 9,8$  Н/кг;  $f$  – коэффициент сопротивления качению (при криволинейном движении  $f = 0,07 \div 0,17$ );  $i$  – уклон местности (в нормальных условиях  $i = 0$ );  $\delta$  – коэффициент буксования:  $\delta = 0,03$  на прямых участках;  $\delta = 0,05$  на криволинейных участках.

Мощность

$$N'_e = N_e - N_{p.y},$$

где  $N_{p.y}$  – мощность, расходуемая на привод гидросистемы рулевого управления в кВт, определяется по корреляционной статистической формуле [3]

$$N_{p.y} = 2,2 m_{\Sigma}.$$

Время подъема стрелы на максимальную высоту определяется по формуле

$$t_c = \frac{((m_K + Q_{II}) + 0,25(m_c + m_p))gH_K}{N_{Г.П.О} \eta_{ОБЩ}}, \quad (7)$$

где  $m_K$ ,  $m_c$ ,  $m_p$  – соответственно массы ковша, стрелы, рычага, т;  $Q_{II}$  – масса полезного груза в ковше, численно равная грузоподъемности, т;  $H_K$  – высота подъема центра тяжести запрокинутого ковша перед разгрузкой в самосвал, м;  $\eta_{ОБЩ}$  – общий КПД гидропривода погрузочного оборудования,  $\eta_{ОБЩ} = 0,646$  [1].

Мощность  $N_{Г.П.О}$  (кВт) определяется по формуле (4).

Формула (7) позволяет определить время подъема стрелы для традиционного погрузчика и для энергосберегающего погрузчика с уравновешенными силами тяжести.

Время разгрузки ковша можно определить по эмпирической формуле из работы [2]

$$t_p = (0,323Q_{II} + 2,32)K_{c.p}, \quad (8)$$

где  $K_{c.p}$  – коэффициент способа разгрузки,

$$K_{c.p} = 1,35.$$

Время холостого движения погрузчика к забою определяется по формуле, вытекающей из формулы (6) для пустого ковша [1,2]

$$t_X = \frac{L_X m_{\Sigma} g f}{N'_e \eta \eta_T (1 - \delta)}, \quad (9)$$

Мощность  $N'_e$ , реализуемая при холостом движении погрузчика, равна мощности при транспортном режиме в формуле (6).

По формулам (1) – (9) определена длительность цикла для погрузчика В-140 традиционной конструкции и с ЭСГП при  $Q_{II} = 4,5$  т;  $L_T = 40$  м;  $f = 0,14$ ;  $m_{\Sigma} = 14,6$  т;  $m_K = 2,5$  т;  $m_c = 1,15$  т.

Таблица 1 - Показатели времени цикла погрузчиков

Время, с	Тип погрузчика	
	В-140	В-140 с ЭСГП
$t_K$	7,34	5,66
$t_T$	21,687	21,68
$t_c$	6,057	3,739
$t_p$	5,094	5,094
$t_X$	16,574	16,574
$T_{II}$	56,75	52,75

Время цикла погрузчика с ЭСГП уменьшилось на 4 с за счет уменьшения времени заполнения ковша и времени подъема стрелы.

Техническая производительность по формуле (1) для погрузчика В-140 при  $K_H = 1,0$  и  $K_p = 1,1$  равна для традиционного погрузчика  $П_T = 132,64$

м<sup>3</sup>/ч; погрузчика с ЭСГП  $П_T = 142,69$  м<sup>3</sup>/ч. За счет уменьшения времени цикла происходит увеличение технической производительности погрузчика с ЭСГП на 7,58 %.

Эксплуатационную производительность фронтального погрузчика определяют путем умножения технической производительности  $П_T$  на коэффициент использования рабочего времени  $K_B$ . В технической литературе отсутствуют обоснованные рекомендации по значению коэффициента  $K_B$  [2]. Поэтому необходимо получить формулу эксплуатационной производительности погрузчика, которая позволит учесть некоторые эксплуатационные осо-

бенности технологического процесса фронтального погрузчика.

Главной особенностью фронтального погрузчика является работа с самосвалами. Имеются рекомендации [2], согласно которым самосвал должен иметь объем кузова, равный 3 ÷ 4 объемам ковша погрузчика. Этот важный фактор позволяет сформировать периодический процесс, образованный последовательными циклами загрузки одного самосвала.

Время цикла загрузки самосвала определим как сумму технологического времени загрузки самосвала и вспомогательного времени, связанного с перемещениями самосвала,

$$T_c = T_1 + T_2. \quad (10)$$

Технологическое время  $T_1$  заполнения самосвала определим по формуле

$$T_1 = n_{K.C} K_{KB} T_{Ц},$$

где  $n_{K.C}$  – число ковшей, необходимых для заполнения самосвала,  $n_{K.C} = 3 \div 4$ ;  $K_{KB}$  – коэффициент, характеризующий квалификацию оператора.

В реальных эксплуатационных условиях можно принимать значение коэффициента квалификации оператора  $K_{KB} = 2 \div 3$ .

Значение  $K_{KB} = 1,0$  соответствует идеальной автоматизации всех элементов технологического процесса, т.е. теоретическому рабочему циклу. Значение  $K_{KB} = 2,0$  соответствует среднему уровню квалификации.

Вспомогательное время  $T_2$ , связанное с использованием самосвалов, можно выразить как функцию

$$T_2 = n_X T_{Ц},$$

где  $n_X$  – число, определяющее кратность вспомогательного времени  $T_2$  теоретическому времени цикла  $T_{Ц}$  погрузчика.

Число  $n_X$  зависит от условий эксплуатации и многих других факторов,  $n_X = 2 \div 5$ .

Для вывода формулы эксплуатационной производительности погрузчика задаем условия работы погрузчика в карьере, когда перед погрузчиком стоит очередь самосвалов.

Рассмотренные условия позволили получить формулу эксплуатационной производительности одноковшового фронтального погрузчика

$$P_{Э} = \frac{3600 V_{Г} K_{H}}{T_{Ц} (K_{KB} + \frac{n_X}{n_{K.C}}) K_{P}}, \quad (11)$$

В формуле (11) величина  $n_X$  зависит от условий работы погрузчика, состояния подъездных путей, наличия уклонов (подъемов и спусков) и т.д.

Существует множество других эксплуатационных факторов, учитывать которые в одной формуле не целесообразно.

Используя формулу (11) определим эксплуатационную производительность фронтального погрузчика В-140 в карьере, приняв  $n_{K.C} = 3$ ,  $n_X = 4$ ,

$$K_{KB} = 2; V_{Г} = 2,3 \text{ м}^3.$$

Для традиционного погрузчика В-140

$$P_{Э} = \frac{3600 \cdot 2,3 \cdot 1,0}{56,75(2 + \frac{4}{3})1,1} = 39,79 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для погрузчика с ЭСГП

$$P_{Э} = \frac{3600 \cdot 2,3 \cdot 1,0}{52,75(2 + \frac{4}{3})1,1} = 42,807 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Увеличение эксплуатационной производительности погрузчика с ЭСГП произошло на 7,58 % за счет уменьшения времени цикла.

В рассмотренном случае эксплуатационная производительность отличается от технической в несколько раз, что согласуется с реальными результатами [2].

Задача определения расхода топлива фронтального погрузчика является не менее сложной. Актуальность решения этой задачи определяется большими расходами дизельного топлива в строительных организациях и высокой стоимостью 1 кг дизельного топлива.

Важным является и такой факт, что в период с 1991 г. до настоящего времени стоимость дизельного топлива за 1 кг возросла с 6,8 коп. до 28 руб., т.е. увеличилась в 411,8 раз и эта цифра не является пределом.

Определим расход топлива погрузчиком В-140 за 1 час работы. Час работы погрузчика состоит из технологического времени  $t_1$  и вспомогательного времени  $t_2$

$$3600 = t_1 + t_2. \quad (12)$$

Технологическое время  $t_1$  работы погрузчика определим по формуле

$$t_1 = n_{K.C} K_{KB} T_{Ц} n_{A.C}, \quad (13)$$

где  $n_{A.C}$  – число самосвалов, погружаемых за 1 час работы.

Число самосвалов, погружаемых за 1 час, можно определить по формуле

$$n_{A.C} = \frac{3600}{T_{Ц} (n_{K.C} K_{KB} + n_X)}. \quad (14)$$

Подставляя в выражение (13) формулу (14), получим окончательно технологическое время работы погрузчика в течение часа

$$t_1 = \frac{3600}{1 + \frac{n_X}{n_{K.C} K_{KB}}} \quad (15)$$

Расход топлива за 1 час работы погрузчика можно определить как сумму расходов за период времени  $t_1$  работы погрузчика при максимальной технологической загрузке и расходе топлива в течение времени  $t_2$  при холостой работе двигателя.

Из выражения (12)

$$t_2 = 3600 - t_1 \quad (16)$$

На рис. 1 представлена скоростная характеристика дизельного двигателя ЯМЗ-236Н, содержащая внешние и частичные характеристики крутящего момента  $M_e(n)$ , часового расхода топлива  $G_T(n)$  и мощности двигателя  $N_e(n)$ . Производители двигателей и фронтальных погрузчиков выдают потребителю сведения об удельном расходе топлива двигателем  $g_e$  в г/(кВт·ч) [4].

Функция расхода топлива по рисунку, представленная линиями  $AEFL$  является нелинейной. Часовой расход топлива погрузчика на номинальном режиме работы можно определить по предлагаемой формуле

$$G_{T.H} = G_{T.X} + \frac{N_{e.H} g_e}{10^3}, \quad (17)$$

где  $N_{e.H}$  – номинальная мощность двигателя;  $G_{T.X}$  – часовой расход топлива двигателя на холостом ходу.

Для двигателя ЯМЗ-236Н принимая  $g_e = 200$  г/(кВт·ч) [4],  $N_{e.H} = 169$  кВт определим расход топлива на номинальных оборотах по формуле (17)  $G_{T.H} = 35$  кг/ч. В реальных условиях работы расход топлива погрузчика находится внутри диапазона на  $G_{T.X} \div G_{T.H}$ .

На рис. 1 при номинальном режиме работы двигателя при числе оборотов вала  $n = 1700$  об/мин часовой расход топлива имеет максимальную величину  $G_T = 35$  кг/ч по внешней характеристике двигателя. На холостом режиме работы при максимальных оборотах  $n_X = 1930$  об/мин при работе двигателя без нагрузки двигатель расходует топливо на собственные внутренние потребности  $G_{T.X} = 4$  кг/ч.

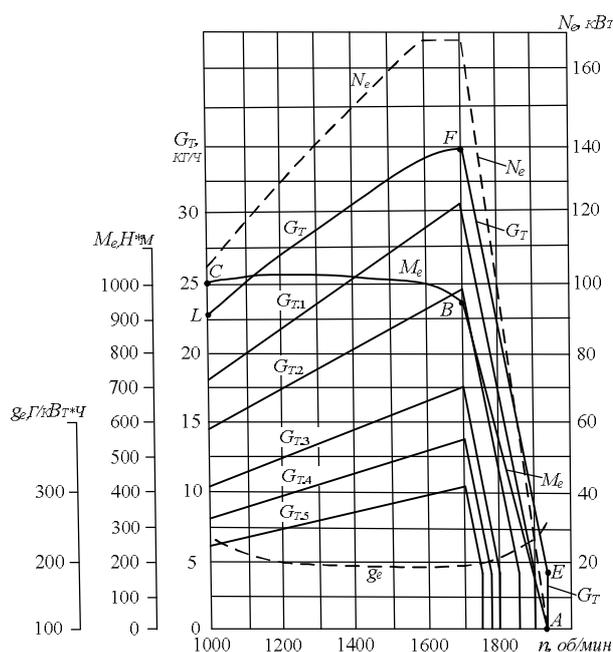


Рис. 1. Внешние и частичные скоростные характеристики двигателя ЯМЗ-236Н

Анализ информации по расходу топлива на холостом режиме работы для разных двигателей показал, что  $G_{T.X}$  составляет 10-20% от номинального часового расхода топлива  $G_{T.H}$  и зависит от погодных условий и многих других факторов.

Величина действительного часового расхода топлива погрузчика зависит от большого числа эксплуатационных факторов, от климатических условий и от степени организации общего технологического процесса работы фронтального погрузчика. Поэтому рассмотрим метод расчета, который является первым приближением к решению сложной задачи определения расхода топлива фронтальным погрузчиком.

Средний расход топлива за 1 час работы погрузчика определим как сумму расходов

$$G_{T.П} = G_{T.1} + G_{T.2}, \quad (18)$$

где  $G_{T.1}$  – расход топлива за время  $t_1$  в течение часа при выполнении технологического процесса при максимальной нагрузке и соответствующих оборотах двигателя;  $G_{T.2}$  – расход топлива за время  $t_2$  на холостом режиме.

Расходы топлива  $G_{T.1}$  и  $G_{T.2}$  определим по формулам

$$G_{T.1} = G_{T.H} \frac{t_1}{3600} K_{N.e}, \quad (19)$$

$$G_{T.2} = G_{T.X} \frac{t_2}{3600}, \quad (20)$$

где  $K_{N,e}$  – коэффициент использования мощности двигателя при эксплуатации,  $K_{N,e}=0,6 \div 1,0$ .

При выполнении самой трудной технологической операции – процесса черпания материала ковшом характер нагружения двигателя является близким к линейному, при котором сопротивление на валу двигателя изменяется от нулевого до максимального значения. В этих условиях вероятное значение коэффициента использования мощности двигателя находятся в диапазоне  $K_{N,e}=0,6 \div 0,7$ .

Принимая параметры режимов работы;  $n_{K,C}=3$ ;  $n_X=4$ ;  $K_{KB}=2$ ;  $K_{N,e}=0,7$  по формулам (18), (19) найдем  $G_{T,1}=14,7$  кг/ч;  $G_{T,2}=1,6$  кг/ч.

Расход топлива двигателя ЯМЗ-236Н за 1 час по формуле (18) равен  $G_{T,П}=16,3$  кг/ч.

Для обеспечения трехсменной работы погрузчика объем топливного бака может быть равен при плотности топлива 0,85 кг/л

$$Q_{T,БАКА} = \frac{G_{T,П} \cdot 24}{0,85} = 460 \text{ л (ДМ}^3\text{)}.$$

В расчетах годового экономического эффекта эксплуатационные затраты относят к объему выработанной продукции, т.е. к производительности. Если фиксировать объем выполненной за год продукции, то при увеличении производительности машины заданный объем работы можно выполнить за меньшее время работы. В результате чего получается реальная экономия топлива, зарплаты и возникают другие сопутствующие экономические эффекты.

В рассмотренном случае экономический эффект только от экономии топлива можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_T(T) = G_{T,П} \cdot T_G \cdot Ц_T \cdot \delta_T, \quad (21)$$

где  $T_G$  – годовой фонд рабочего времени,  $T_G=1500$  ч;  $Ц_T$  – цена 1 кг дизельного топлива,  $Ц_T=28$  руб.;  $\delta_T$  – коэффициент увеличения производительности в долях единицы,  $\delta_T=0,0758$ .

Для погрузчика В-140 с энергосберегающим приводом годовой экономический эффект экономии топлива составляет по формуле (21)  $\mathcal{E}_T(T) = 51892,7$  руб.

#### Выводы

Разработана методика расчета эксплуатационной производительности и расхода топлива, которая учитывает теоретическое время рабочего цикла фронтального погрузчика и эксплуатационные факторы, характеризующие условия работы. За

счет сокращения времени цикла погрузчика экономия топлива составляет 7,58 % от общего годового расхода топлива и составляет 51,9 тыс. руб. в год.

Стоимость топлива, расходуемого погрузчиком при эксплуатации, является основной составляющей эксплуатационных затрат.

#### Библиографический список

1. Бояркина И.В. Технологическая механика одноковшовых фронтальных погрузчиков: монография /И.В. Бояркина. – Омск: СибАДИ, 2011. – 336 с.
2. Чебанов Л.С. Эффективность применения погрузчиков в строительстве /Л.С. Чебанов. – Киев: Будивельник, 1987. – 80 с.
3. Гинзбург Ю.В. Промышленные тракторы /Ю.В. Гинзбург, А.И. Швед, А.П. Парфенов. – М.: Машиностроение, 1986. – 296 с.
4. Стуканов В.А. Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля /В.А. Стуканов. – М.: ИД «Форум»; Инфра-М, 2007. – 368 с.

#### METHODOLOGY FOR DETERMINING OPERATIONAL PERFORMANCE AND FUEL CONSUMPTION LOADING VEHICLE

V.Y Kirnichny, V.N. Tarasov, I.V. Boyarkina

A method for determining the components of the cycle time of a traditional truck and loader with hydraulic energy efficient. The method of determining the operational performance and fuel economy.

*Кирничный Владимир Юрьевич – доктор экон. наук, профессор СибАДИ. Основное направление научных исследований – экономика, экономика строительства, технология строительства. Имеет опубликованных работ.*

*Тарасов Владимир Никитич – доктор техн. наук, профессор СибАДИ. Основное направление научных исследований – теоретическая механика, механика строительных машин. Имеет 218 опубликованных работ.*

*Бояркина Ирина Владимировна – кандидат техн. наук, доцент СибАДИ. Основное направление научных исследований - аналитическое проектирование энергосберегающего рабочего оборудования стреловых погрузочно-транспортных машин. Имеет 62 опубликованные работы.*

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРИБОРОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСТАРТЕРНОГО ПУСКА

В.В. Нечаев, Ю.В. Бабкин, А.Е. Сизов, А.В. Колунин, А.Д. Гедзь.

**Аннотация.** В данной статье описан метод и техническое средство диагностирования приборов системы электростартерного пуска. Представлены аналитические зависимости, позволяющие делать вывод о техническом состоянии стартеров различных марок.

**Ключевые слова:** диагностирование, электродвигатели стартеров, вольтамперная характеристика, двулучий шунт.

### Введение

Для пуска автомобильных двигателей используют системы электростартерного пуска, надежная и безотказная работа которой обеспечивается выполнением правил эксплуатации, технического обслуживания и качественного диагностирования. Эти системы надежны в работе, обеспечивают дистанционное управление и возможность автоматизации процесса пуска двигателей с помощью электротехнических устройств. Основным фактором, определяющим срок службы электростартера, является интенсивность эксплуатации, то есть число включений на 100 км пробега автомобиля, которые не всегда сопровождаются успешным пуском двигателя. Число включений электростартера определяется не только тем, сколько раз останавливали двигатель, но и его пусковыми качествами. Характеристики стартерных электродвигателей зависят от емкости и технического состояния аккумуляторных батарей. «Семейству» вольт-амперных характеристик аккумуляторных батарей соответствует «семейство» рабочих и механических характеристик стартерного электродвигателя [1]. Следовательно, определение вольт-амперной характеристики батареи позволит дать оценку техническому состоянию стартерной цепи автомобиля.

Длительное время по отношению к периоду прокручивания коленчатого вала двигателя стартер может работать в режимах полного торможения и холостого хода. Для электропривода стартерного двигателя внутреннего сгорания характерна значительная неравномерность нагрузки, обусловленная резким изменением момента сопротивления от сил давления газов в цилиндре и сложной кинематикой кривошипно – шатунного механизма. При переменной нагрузке снижаются мощность и КПД системы пуска, что необходимо учитывать при выборе мощности стартерного электродвигателя и емкости аккумуляторной батареи.

Из всех автомобильных потребителей электрической энергии наибольшую мощность имеет стартер. Электродвигатели стартеров потребляют большую силу тока. Неправильное использование стартера приведет к его преждевременному отказу. Большой пусковой ток весьма сильно нагружает аккумуляторную батарею (особенно в холодных

климатических условиях). Наличие самой незначительной неисправности участка цепи аккумуляторная батарея - стартер может воспрепятствовать пуску двигателя.

Проведение всех электрических и механических измерений, необходимых для всесторонней проверки стартера, возможно лишь при наличии электрического испытательного стенда.

Обязательным условием диагностирования при помощи стенда является необходимость демонтажа стартера с автомобиля, что при условии его технического исправного состояния негативно отразится на временных и экономических показателях.

### Основная часть

Предлагаемый метод диагностирования позволит не только дать техническую оценку приборам системы электростартерного пуска без их демонтажа, но и при этом исключить пуск двигателя, что существенно снизит трудоемкость при проведении работ по диагностированию.

Для определения технического состояния приборов системы электростартерного пуска необходимо выполнить следующие технические условия:

- двигатель при включении прямой передачи в коробке передач затормаживается стояночным и рабочим тормозом, под колеса автомобиля подкладываются специальные упоры;

- при включении стартера полностью заторможенного автомобиля через него будет протекать ток полного торможения  $i_{пт}$ , измерив значение этого тока и эдс аккумуляторной батареи строится вольтамперная характеристика батареи, как показано на рисунке 1 (для исключения пуска бензинового двигателя коммутирующий элемент системы зажигания шунтируется вспомогательным резистором, это уменьшит вторичное напряжение системы зажигания до величины, меньшей пробивного напряжения на свечах зажигания).

Используя полученные значения можно оценить максимальную электромагнитную мощность стартера  $P_{элм}$ , полное сопротивление стартерной цепи  $R_{ст}$ , ток короткого замыкания батареи  $I_{кз}$  и ее внутреннее сопротивление  $r_6$  [2].

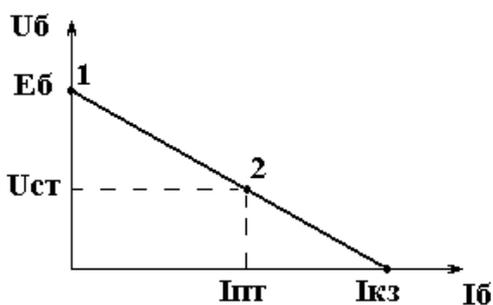


Рис. 1. Вольтамперная характеристика аккумуляторной батареи  
 $i_{пт}$  – ток полного торможения,  
 $i_{кз}$  – ток короткого замыкания,  
 $e_b$  – ЭДС аккумуляторной батареи,  
 $i_b$  – ток аккумуляторной батареи,  
 $U_{ст}$  – напряжение потребляемое стартером,  
 $U_b$  – напряжение аккумуляторной батареи

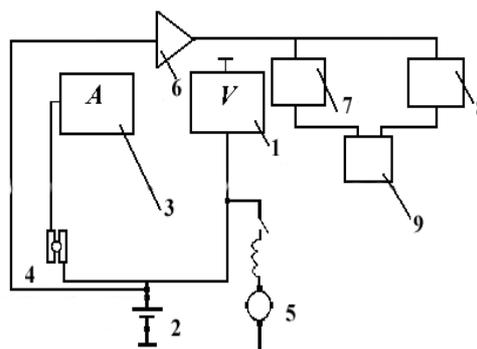


Рис. 2. Схема подключения приборов для диагностирования системы электростартерного пуска  
 1 - вольтметр, 2 - аккумуляторная батарея, 3 - амперметр, 4 - датчик тока, 5 - стартер, 6 - операционный усилитель, 7, 8 - пиковые детекторы, 9 - индикатор разности напряжений

Расчеты проводятся по формулам:

$$P_{элм} = \frac{E_b \cdot I_{пт}}{4}, \quad (1)$$

где  $E_b$  – ЭДС аккумуляторной батареи, В,  
 $P_{элм}$  – электромагнитная мощность стартера, Вт,  
 $I_{пт}$  – ток полного торможения, А.

$$R_{пт} = \frac{E_b}{I_{пт}}; \quad (2)$$

где  $E_b$  – ЭДС аккумуляторной батареи, В,  
 $R_{пт}$  – сопротивление полного торможения, Ом,  
 $I_{пт}$  – ток полного торможения, А.

$$r_b = \frac{E_b}{I_{кз}}. \quad (3)$$

где  $E_b$  – ЭДС аккумуляторной батареи, В,  
 $r_b$  – внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи, Ом.

$I_{кз}$  – ток короткого замыкания

Результаты расчетов позволят получить оценку технического состояния приборов системы электростартерного пуска. значение тока и напряжения должны соответствовать технической характеристике стартера, в противном случае можно сделать заключение о неисправности стартера и стартерной цепи автомобиля.

Предлагаемое устройство для диагностирования приборов системы электростартерного пуска и схема его подключения отображена на рисунке 2.

Основными составляющими данного устройства для диагностирования приборов системы электростартерного пуска являются:

- вольтметр постоянного тока, подключенный параллельно аккумуляторной батарее автомобиля;
- амперметр;
- датчик тока, устанавливаемый на провод, который соединяет плюсовой вывод аккумуляторной батареи со стартером и обхватывает его своими зажимами;
- операционный усилитель, соединенный с аккумуляторной батареей;
- пиковые детекторы максимального и минимального значений;
- индикатор разности напряжений.

Фиксирование силы тока, которая потребляется стартером, составляет сотни, а порой и тысячи ампер. Это затрудняет использование серийно выпускаемых автотестеров. Для расширения предела измерений значения тока предлагается использовать дополнительное устройство, устанавливаемое сразу после аккумуляторной батареи.

Устройство представляет собой двуплечий шунт, выполненный как единое целое. Шунт имеет два вывода, один из которых предназначен для соединения его с положительной клеммой аккумуляторной батареи, изготовлен в виде конической формы. Выводы размещены таким образом, что обе ветви шунта имеют одинаковую величину сопротивления. Подключение амперметра на основной питающий провод стартера до устройства и после него позволит снизить показания силы тока в два раза [3]. Схема подключения для диагностирования стартерной цепи предлагаемым способом представлена на рисунке 3.

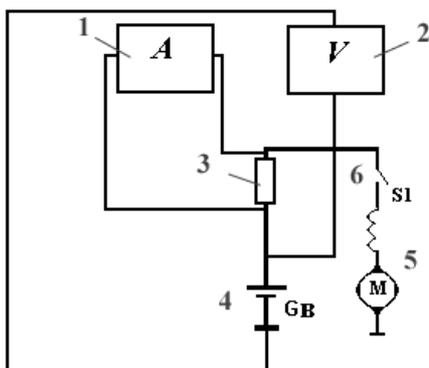


Рис. 3. Схема подключения шунта к системе электростартерного пуска

1 - амперметр, 2 - вольтметр, 3 - шунт, 4 - аккумуляторная батарея, 5 - стартер, 6 - выключатель приборов и стартера автомобиля

#### Заключительная часть

Таким образом, представленный метод и техническое средство диагностирования системы электростартерного пуска позволят оценить техническое состояние аккумуляторной батареи, стартера, стартерной цепи без демонтажа стартера с автомобиля, определить неисправный прибор системы (локализовать неисправность) и снизить показания значения тока, фиксируемого амперметром.

#### Библиографический список

1. Диагностирование системы электростартерного пуска автомобиля. / В.В. Нечаев // М.: Автомобильная промышленность. – 2009.- № 2.- С. 19 – 20.
2. Анализатор работы двигателя внутреннего сгорания Патент Российской Федерации № 2292024, МКИ G 01 M 15/00. / Рогачев В.Д., Гармаш Ю. В., Нечаев В.В. Заявитель и патентообладатель Ряз. воен. автомоб. ин-т заявл. 25.04.2004, опубликовано 20.01.2007.
3. Устройство для диагностирования систем и механизмов дизеля. Патент Российской Федерации № 84557, МПК G 01M 15/00. / Нечаев В.В., Сливкин С.А., Тукало Е.Б., Бабкин Ю.В., Ирков Э.Ю., Хахалев С.А. Заявитель и патентообладатель Ряз. воен. автомоб. ин-т. – 2009110722/22; заявл. 24.03.2009; опубл. 10.07.2009, Бюл. № 19. – 3 с.: ил.

#### METHOD FOR DETERMINING THE TECHNICAL STATE OF ELECTRIC STARTING EQUIPMENT

V.V. Nechaev, Y.V. Babkin, A.E. Sizov, A.V. Kolunin, A.D.Gedz

This article describes the method and technical means of diagnosis of instruments elektrostarternogo start. Analytical dependences are presented, allowing to conclude that the technical condition of the starters of different brands.

*Нечаев Виталий Викторович - кандидат технических наук, доцент. Военный учебно-научный центр сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ» РФ (филиал г. Омск), Омский танковый инженерный институт, профессор кафедры ремонта бронетанковой и автомобильной техники. Основное направление научных исследований: диагностирование электрооборудования автомобильной техники. Общее количество публикаций – 57.*

E-mail: nechver@mail.ru.

*Бабкин Юрий Владимирович - заместитель начальника кафедры физической культуры и спорта военного учебно-научного центра сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ» РФ (филиал г. Омск), Омский танковый инженерный институт, Основное направление научных исследований: диагностирование электрооборудования автомобильной техники. Общее количество публикаций – 7.*

*Сизов Андрей Евгеньевич. Военный учебно-научный центр сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ» РФ (филиал г. Омск), Омский танковый инженерный институт, заместитель начальника учебного отдела. Основное направление научных исследований: диагностирование электрооборудования автомобильной техники. Общее количество публикаций – 7.*

*Колунин Александр Витальевич - кандидат технических наук. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 644080, г. Омск, пр. Мира, 5, доцент кафедры «Теплотехника и тепловые двигатели». Основное направление научных исследований: экологическая безопасность эксплуатации ДВС на основе использования альтернативных видов топлива. Общее количество публикаций – 34. E-mail: kolunin2003@mail.ru*

*Гедзь Андрей Джонович - кандидат технических наук. Военный учебно-научный центр сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ» РФ (филиал г. Омск), Омский танковый инженерный институт, заместитель начальника кафедры ремонта бронетанковой и автомобильной техники. Основное направление научных исследований: восстановление деталей автомобилей газотермическими способами напыления. Общее количество публикаций – 26.*

## ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

С. В. Савельев, А. Г. Лашко

**Аннотация.** Данный доклад посвящен актуальной на сегодняшний день проблеме – повышению интенсивности уплотнения строительно-дорожных материалов при возведении автомобильных дорог и прочих инженерных сооружений. Именно от качества уплотнения материалов зависит работоспособность и долговечность различных инженерных сооружений. Рассматриваются возможности применения перспективной уплотняющей техники, приводятся исследования по свойствам рабочих органов таких машин и даются рекомендации по выбору рациональных режимов уплотнения грунтов земляного полотна.

**Ключевые слова:** уплотнение, интенсификация, вибрация, реология, исследования энергоэффективность, адаптация.

### Введение

Уплотнение дорожно-строительных материалов, в частности грунтов земляного полотна, является основным и наиболее дешёвым методом придания им прочности и устойчивости, что непосредственно влияет на качество, долговечность и работоспособность всей конструкции автомобильной дороги. Наиболее распространённой уплотняющей техникой являются дорожные катки с различными рабочими органами.

### Описание задачи

Интенсификация процесса деформирования уплотняемого материала является актуальной задачей и может достигаться внедрением перспективных конструкций уплотняющих машин и правильным выбором режимов их работы.

### Метод решения

Наиболее эффективными с точки зрения интенсификации процесса уплотнения являются вибрационные катки, но и такие машины не используют до конца весь свой потенциал, поскольку имеют значительные ограничения по регулировке рациональных режимов работы.

Одним из вариантов решения вышеуказанной задачи видится повышение адаптационных возможностей рабочих органов виброкатков, под свойства уплотняемого материала. В частности авторы предлагают решения по дополнительным возможностям регулирования реологических свойств рабочего органа [1].

В предыдущих публикациях описывались возможность эффективного применения катков с вибрационным гидрошинным рабочим органом для эффективного уплотнения грунтов, приводились теоретические выкладки и практические данные [2].

Проводя дальнейшие исследования, авторы предлагают использование ещё одной перспективной конструкции [3], в которой жёсткость и вязкость рабочего органа регулируются давлением воздуха внутри шин и внешними металлическими бандажами на вальце (Рис. 1).

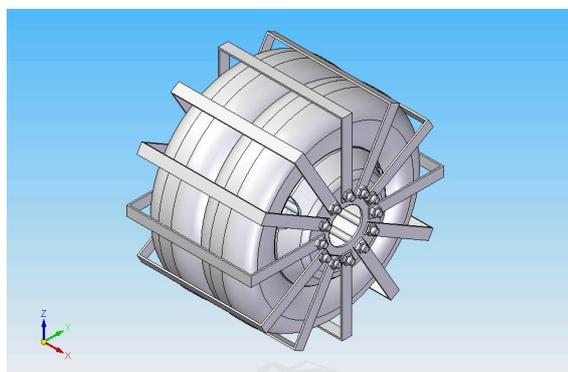


Рис. 1. Валец с изменяемой жёсткостью

Очевидно, что регулируя упруго-вязкие свойства такого вальца можно добиться работы уплотнителя с уплотняемой средой в эффективном квазирезонансном режиме, что и позволяет значительно интенсифицировать процесс деформации обрабатываемого материала при минимальных энергозатратах [4]. Для осуществления адаптации рабочего органа под квазирезонансный режим работы необходимо знать упруго-вязкие характеристики предлагаемого рабочего органа катка. С этой целью в лаборатории кафедры «ЭСМИК» был проведён ряд экспериментов по определению реологических свойств рабочего органа катка с изменяемой жёсткостью. Результаты исследования представлены на рис. 2, 3, 4.

Методика проведения исследований заключалась в следующем: к опытному вальцу с бандажами прикладывался ударный импульс в виде сбрасываемого груза, действие которого приводило к деформации опытного вальца, при этом рассматривалась работа, затрачиваемая на деформацию (которой в значительной степени препятствуют металлические бандажи) (1). С учетом допущений (деформация шины линейна, шина с бандажами – это однородное тело, обладающее определенной массой, а опорная поверхность абсолютно твёр-

дое тело) можно с достаточной точностью определить жесткость рабочего органа.

$$\frac{m \cdot V_1^2}{2} - \frac{m \cdot V_2^2}{2} = \frac{C \cdot x^2}{2} + b \cdot (V_1 - V_2) \cdot x \quad (1)$$

где  $C$  – жесткость, кН/м;  $m$  – масса сбрасываемого груза, кг;  $V_1$  и  $V_2$  – скорость груза до и после удара соответственно, м/с;  $x$  – деформация рабочего органа, м (значения деформации вальца определялись при помощи датчика линейных перемещений Megatron RC35-750S и фиксировались в ПЭВМ.



Рис. 2. Экспериментальная установка

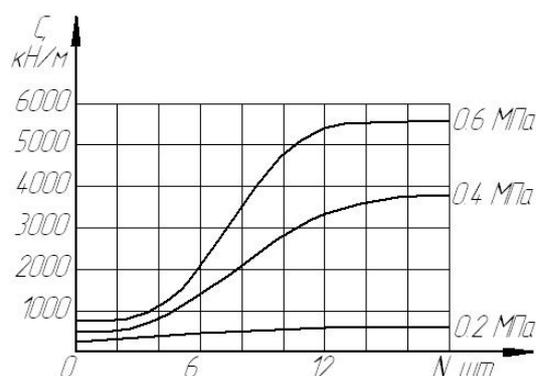


Рис. 3. Характеристика жёсткости вальца

Оценим жёсткость:

$$C = \frac{m \cdot (V_1^2 - V_2^2) - 2 \cdot b \cdot (V_1 - V_2) \cdot x}{x^2} \quad (2)$$

Вторым показателем является коэффициент вязкого трения, определяемый по затуханиям колебаний в вальце.

С учётом затухания колебаний от ударного импульса, вязкость определится по зависимости:

$$b = \frac{\delta}{2\pi}; \quad (3)$$

где  $b$  – коэффициент вязкого трения, кН·с/м;  $\delta$  – логарифмический декремент колебаний, который учитывает скорость демпфирования и вид колебаний.

$$\delta = \frac{1}{M} \ln \left( \frac{x_{miP.O}}{x_{miP.O.+1}} \right); \quad (4)$$

где  $M$  – число циклов колебаний.

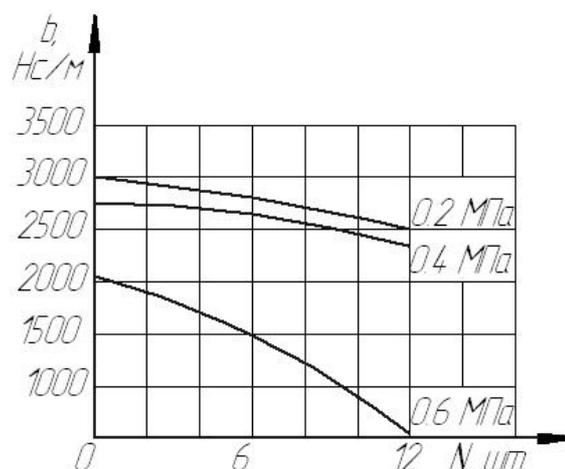


Рис. 4. Характеристика вязкости вальца

Сравнивая полученные данные с реологическими характеристиками классических пневмошин и даже с шинами заполненными жидкостью (гидрошинами), становится очевидным, что представленная конструкция вальца обладает высокой жёсткостью и меньшей диссипативной составляющей, а это уже в первом приближении позволяет сделать вывод о более эффективном использовании такого вальца для вибрационного уплотнения различных материалов.

Для определения рациональной частоты колебаний вибровозбудителя система «ваlec - грунт» была представлена в виде двух масс связанных между собой коэффициентами вязкого и упругого сопротивления и колеблющихся под воздействием гармонической вынуждающей силы. Записаны дифференциальные уравнения второго порядка, описывающие движение масс такой колебательной системы. Решая которые можно получить режимные характеристики необходимые для работы катка в квазирезонансном режиме.

Эффективность работы вибрационного катка в рациональном режиме можно оценить путём рассмотрения процессов происходящих в уплотняемом грунте. Согласно исследованиям Борщевского А. А. и Ильина А. С. [4] силы трения между грунтовыми частицами при их вибрацион-

ном уплотнении пропорциональны коэффициентам трения между ними.

$$F = fN; \quad F_u = f_u N; \quad (3)$$

где  $N$  – сила нормального давления на грунт,  $N$ ;  $f$  – действительный коэффициент трения скольжения;  $f_u$  – видимый коэффициент трения скольжения.

Рассматривая скорости сообщаемые частицам грунта от вынуждающей силы вибровозбудителя /4/ и с учётом выражений (3) определим видимый коэффициент трения скольжения частиц друг о друга.

$$f_u = \frac{uf}{\sqrt{y^2 + u^2}} \quad (4)$$

где  $u$ ,  $y$  – скорости сообщаемые двум соседним связанным частицам грунта, м/с.

Поскольку величина относительной максимальной скорости сообщаемой двум соседним частицам пропорциональна величине амплитуды и частоты их колебаний  $y$ ,  $u \sim A\omega$ , то используя вышеприведённые выкладки и сравнивая коэффициенты трения характеризующие силы трения между грунтовыми частицами становится очевидным, что чем ниже силы трения и сцепления между грунтовыми частицами, тем интенсивнее протекает процесс уплотнения. В нашем случае максимальное снижение этих сил будет наблюдаться именно в околорезонансном режиме.

### Заключение

Как показывает проведённый анализ, применение адаптивных рабочих органов позволяет осуществлять процесс уплотнения в энергоэффективном режиме работы. Время контакта вальца с материалом при этом больше чем у металлических вальцов, а контактные напряжения не меньше, значительно снижаются силы трения и сцепления в обрабатываемом материале. Всё это, а так же возможность регулировать реологию вальца и частоту колебаний вибровозбудителя позволяет интенсифицировать процесс уплотнения обрабатываемого материала.

### Библиографический список

1. Савельев С.В. уплотнение грунтов катками с адаптивными рабочими органами: монография. – Омск: СибАДИ, 2010. – 122 с.

2. Савельев С.В., Лашко А.Г. Расширение возможностей эффективного уплотнения строительных материалов. Вестник СибАДИ., вып. 3 (13)., Омск: изд-во СибАДИ. 2009 г. с. 19 – 21.

3. ПАТ. № 93090 НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ, МПК: E01 C 19/28, 19./28. ВАЛЕЦ ДОРОЖНОГО КАТКА /САВЕЛЬЕВ С. В.; ЛАШКО А. Г.; ЗАЯВИТЕЛЬ И ПАТЕНТОНАБЛЮДАТЕЛЬ СИБИРСКАЯ ГОС. АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНАЯ АКАДЕМИЯ. – 2009146463/22; ЗАЯВЛ. 14.12.2009; ОПУБ 24.04.2010 Г.

4. БОРЩЕВСКИЙ А. А., ИЛЬИН А. С. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ: УЧЕБ. ДЛЯ ВУЗОВ ПО СПЕЦ. «ПР-ВО СТРОИТ. ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ». – М.: ВЫСШ. ШКОЛ., 1987. – 368 с.: ИЛ.

### INNOVATIVE DECISIONS OF THE INTENSIFICATION OF PROCESSES OF CONSOLIDATION OF ROAD-BUILDING MATERIALS

S.V. Saveliev, A.G. Lashko

This report is devoted to the actual to date the problem - increase of intensity of the seals road-building materials in construction of automobile roads and other engineering structures. Is the quality of sealing materials depends on performance and durability of different engineering structures. The possibilities of the future sealing equipment, the research on the properties of such machines and provides recommendations on choice of rational modes of compaction of soil embankment.

*Савельев Сергей Валерьевич - кандидат технических наук, доцент кафедры «ЭСМиК» СибАДИ, директор Центра дополнительного образования СибАДИ. Основные направления научной деятельности: повышение эффективности уплотнения дорожно-строительных материалов, развитие теории интенсификации уплотнения упруго-вязких сред. Общее количество опубликованных работ: 33*

*Лашко Алексей Геннадьевич - аспирант кафедры «ЭСМиК» СибАДИ. Основные направления научной деятельности: повышение эффективности уплотнения дорожно-строительных материалов. Общее количество опубликованных работ: 4*

УДК 656.13

## ПРОВЕРКА МЕТОДИКИ МАРШРУТИЗАЦИИ В РАЗВОЗОЧНО-СБОРНЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ С ЦЕНТРАЛЬНЫМИ ГРУЗОВЫМИ ПУНКТАМИ

Д.В.Шаповал, Е.Е. Витвицкий

**Аннотация.** В работе представлена проверка методики маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами, что позволяет утверждать о работоспособности разработанной методики и ее практической ценности.

**Ключевые слова:** перевозка грузов, мелкая отправка, методика маршрутизации, развозочно-сборные автотранспортные системы с центральными грузовыми пунктами

### Введение

В работе [1] представлена разработанная методика маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами (РСТС с ЦГП), как неотъемлемая часть методики проектирования РСТС с ЦГП.

Согласно п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 30.01. 2002 г. № 74) «предложенные автором новые решения должны быть строго аргументированы и критически оценены по сравнению с другими известными решениями». Поскольку ранее в теории грузовых автомобильных перевозок наличия такой методики не было, тогда, в соответствии с вышеприведенным требованием, проверка разработанной методики маршрутизации в РСТС с ЦГП осуществляется на работоспособность и на практическую применимость.

### Основная часть

Проверка разработанной методики выполнена расчетным путем, с использованием практических величин ТЭП и заявок на перевозку, в следующем порядке:

1. Обоснование размера выборочной совокупности требуемых наблюдений, на основе положений теории статистики.

2. Проектирование РСТС, с использованием разработанной методики маршрутизации.

3. Сравнение результатов функционирования спроектированной РСТС с практическими данными.

Решение рассмотрено на примере перевозки хлеба грузополучателям (ГП) г. Омска, т.е. в самой сложной РСТС с ЦГП.

1. Обоснование размера выборочной совокупности. Выборочная совокупность наблюдений определена по формуле для бесповторной выборки при собственно-случайном способе отбора [2. Расчеты проведены при значениях:  $t=2$  (при вероятности  $F(t)=0,95$ );  $p = 0,5$ ;  $q = 0,5$ ;  $\Delta = 0,1$ ;  $A_э = 15$  ед. Генеральной совокупностью наблюдений является количество автомобиле-дней работы в предприятии, т.е. 5475 автомобиле-дней. Рассчитана выборочная совокупность наблюдений:

$$n = \frac{2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot (365 \cdot 15)}{0,1^2 \cdot (365 \cdot 15) + 2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 98 \text{ автомобиле-дней}$$

На предприятии в течение дня работает 15 автомобилей, за один день количество автомобиле-дней равно 15, для проверки адекватности разработанной методики достаточно использовать данные практических наблюдений на примере перевозки хлеба в течении семи рабочих дней.

2. Проектирование РСТС с использованием разработанной методики маршрутизации. На основе заявки ЗАО «Румяновъ» с 16.03.2009 по 22.03.2009 г., выполнено проектирование РСТС с ЦГП для каждого дня недели, используя разработанную методику. Поскольку более 85 % суточного объема перевозки продукции с предприятия вывозится в первом завозе, проверка выполнена в рамках первого завоза.

Условия эксплуатации – город Омск. Температурный режим, дорожные условия позволяют беспрепятственный проезд автотранспортных средств по транспортной сети. Пути подъезда к каждому ГП - имеются (хорошие или удовлетворительные). Пункт погрузки-разгрузки (4 поста погрузки-разгрузки) находится по адресу: ул. Индустриальная, 11/51. Время работы пункта погрузки-разгрузки - с 7:00 ч до 20:00 ч (13 часов), время приема груза ГП – с 8:00 до 18:00 (10 часов). Продукция ГП предприятия доставляется в два завоза. Первый завоз с 8 до 12 часов, второй завоз с 14 до 18 часов.

В указанном периоде (с 16.03.2009 по 22.03.2009 г.) перевозка хлеба согласно заявке осуществляется 471 ГП, при этом в течении недели количество ежедневно обслуживаемых клиентов изменяется от 265 (22.03.2009) до 310 (20.03.2009 г.).

Для перевозки хлебобулочных изделий использовалось на практике 15 автомобилей марки Форд Транзит (*Ford Transit*), хлеб размещается в специальной транспортной таре – ящиках, грузоместимость кузова 220 ящиков, грузоподъемность - 2,5 т.

Груз транспортно однородный (хлебобулочная продукция в ящиках). Погрузка и разгрузка хлебобулочной продукции в центральном пункте погрузки-разгрузки осуществляется на четырех грузовых постах (возможна одновременная загрузка четырех автомобилей). Погрузочные работы выполняются немеханизированным способом, т. е. грузчиками и водителями вручную.

Фактические величины технико-эксплуатационных показателей работы автомобилей получены путем непосредственных натурных наблюдений за работой подвижного состава (фотографии рабочего дня водителя). Полученная информация обработана на основе положений математической статистики, в расчеты приняты следующие значения величин:

- среднетехническая скорость – 19 км/ч [3];
- время погрузки одного ящика в ЦГП - 0,2 минуты или 0,003 ч.;
- время разгрузки и погрузки одного ящика у ГП – 0,4 минуты или 0,007 ч.;
- времени разгрузки одного ящика в ЦГП - 0,18 минуты или 0,003 ч.;
- время заезда к каждому ГП – 4 минуты или 0,066 ч.

Согласно исходным данным у поставщика один грузовой пункт, поэтому всем ГП груз перевозится из одного грузового пункта.

Рассматриваемая функция определяется практической потребностью перевозки груза. С предприятия необходимо доставить груз ГП, а от них собрать тару (ящики) и доставить их на предприятие - это развоз-сбор.

Для определения расстояний нанесены на карту города ГП, которым осуществляется перевозка, и замерены длины дуг между ГП по транспортной сети. Расстояния между ГП определены по разрешенным проездам существующей дорожной сети города Омска по справочнику расстояний, по электронной карте с использованием средств «Дубль-ГИС».

Согласно блоку 5.1 методики необходимо определить соответствие суммарной заявки и грузоподъемности автомобиля. В случае не превышения суммарной заявки грузоподъемности единицы подвижного состава применяется метод маршрутизации (п. 5.1.1). В противном случае необходимо применять методику маршрутизации. В рассматриваемом примере суммарная заявка на перевозку составляет 2025 ед. (ящиков), грузоподъемность автомобиля – 220 ящиков. Следовательно, маршрутизация перевозок грузов мелкими отправлениями должна осуществляться путем применения методики маршрутизации (блок 5.1.2).

Согласно блоку 5.2 разработанной методики «Расчет выполняется впервые?» определяем необходимость обоснования метода маршрутизации. Обоснование метода требуется выполнять, если: 1)

неизвестно какой из методов маршрутизации применять в данной конкретной ситуации; 2) в случае существенных изменений исходных условий (дислокация ЦГП, изменения количества постов погрузки-разгрузки, изменения транспортной сети – появления новых дорог, мостов, изменение существующих проездов и др.). Если расчет выполнялся ранее, переходим в блок 5.2.1. В данном примере расчет выполняется впервые, поэтому работает блок 5.3 «Обоснование метода маршрутизации». В качестве исходных данных (для обоснования применения в планировании того или иного метода маршрутизации) принимается заявка 16.03.2009 (понедельник).

Согласно блоку 5.4 критериями эффективности являются минимальное количество необходимого для перевозки подвижного состава, минимальный суммарный пробег автомобилей, минимальное суммарное время нахождения в наряде, а также минимальные затраты на перевозку. В качестве альтернатив методов маршрутизации, в рамках рассматриваемого решения, предложены метод «Ближайшего соседа» и метод «Сумм», как обеспечивающие приемлемые результаты за допустимое время планирования [4].

Согласно блоку 5.5 применен первый из выбранных методов, в данном случае метод «Ближайшего соседа» по заявке за 16.03.09 (понедельник).

Согласно блоку 5.6 осуществляется проектирование РСТС с ЦГП, набор пунктов в ветви осуществляется при помощи метода «Ближайшего соседа», при условии, что интервал времени обслуживания клиентов с 8 до 12 часов. Результаты работы автомобилей в  $S_{p-c}^4$  в понедельник для первого заезда при наборе пунктов в ветви методом «Ближайшего соседа» представлены в таблице 1.

Согласно блоку 5.7 производится фиксация полученных результатов, полученных при использовании метода «Ближайшего соседа» (см. строка «итого» таблица 1).

Согласно блоку 5.8 альтернативы методов маршрутизации на данном этапе не перебраны. Осуществляется возврат в блок 5.5. Применяется следующий из установленных в блоке 5.4 методов, в данном случае метод «Сумм». Согласно блоку 5.6. осуществляется проектирование РСТС с ЦГП, набор пунктов в ветви осуществляется при помощи метода «Сумм» в установленном интервале заезда. Результаты работы автомобилей в  $S_{p-c}^4$  в понедельник для первого заезда при наборе пунктов в ветви методом «Сумм» представлены в таблице 2.

Согласно блоку 5.7 производится фиксация полученных результатов, полученных при использовании метода «Сумм» (см. строка «итого» таблица 2). Согласно блоку 5.8 определено, что альтернативы методов перебраны, далее работает блок 5.9.

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

Таблица 1 - Результаты работы автомобилей в  $S^4_{p-c}$  в понедельник для первого завоза при наборе пунктов в ветви методом «Ближайшего соседа»

№ ветви (№ а/м)	Кол-во клиентов на ветви, ед.	Объем перевозок, лотков	Время в наряде фактическое, ч	Пробег на ветви, км
1	23	191	7,05	58
2	22	195	6,93	56
3	21	169	6,69	59
4	21	156	6,05	50
5	25	144	5,89	45
6	26	177	5,86	35
7	24	154	5,74	41
8	22	158	5,56	39
9	20	147	5,39	41
10	23	161	5,3	32
11	17	132	4,73	36
12	19	130	4,31	26
13	21	111	3,99	22
Итого	284	2025	73,49	540

Таблица 2 - Результаты работы автомобилей  $S^4_{p-c}$  в понедельник для первого завоза при наборе пунктов в ветви методом «Сумм»

№ ветви (№ а/м)	Кол-во клиентов на ветви, ед.	Объем перевозок, ед	Время в наряде фактическое, ч	Пробег на ветви, км
1	29	164	7,26	62
2	21	193	6,33	47
3	20	144	6,31	60
4	23	149	6,26	54
5	25	202	6,2	37
6	26	172	5,98	39
7	27	132	5,88	46
8	23	207	5,82	31
9	28	165	5,81	35
10	22	150	5,48	40
11	19	185	5,47	35
12	21	162	5	29
Итого	284	2025	71,79	515

Согласно блоку 5.9 производится сравнение результатов проектирования РСТС с ЦГП при использовании различных методов. Результаты сравнения представлены в таблице 3.

Согласно блоку 5.10 по результатам сравнения обосновано решение - применять метод «Сумм» для разработки ветвей радиального маршрута в оперативном планировании. В остальные дни недели расчет выполнен аналогично. Результаты проектирования  $S^4_{p-c}$  при использовании метода «Сумм» за неделю представлены в таблице 4.

3. Сравнение полученных результатов с практическими данными. На практике маршрутизация в РСТС с ЦГП на ЗАО «Румяновъ» выполняется следующим образом: город разделен на 15 постоянных

«условных» районов, в каждом из которых работает 1 автомобиль. Маршрутизация заключается в распределении поступивших заявок по 15 районам. Задание в виде перечня клиентов «условного» района выдается водителю, который самостоятельно определяет порядок объезда пунктов.

В период с 16.03. по 22.03 для каждого дня путем натурных наблюдений получены фактические значения суммарного пробега, времени в наряде, количество применяемых автомобилей при использовании метода «Сейфов», применяемого на предприятии. Результаты представлены в таблице 5.

Потребность в транспортных средствах по разработанной методике и количество работающих

## ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

автомобилей на предприятии по факту в течение 7 рабочих дней представлены на рисунке 1.

Сравнение затрат на перевозку выполнено через стоимость одного часа работы автотранспортного средства, исходя из суммарного отработанного количества часов на предприятии по факту и по результатам применения методики маршрутизации в РСТС с ЦГП.

Стоимость автомобиле-часа применяемой марки подвижного состава была принята по данным предприятия. Для предприятия ЗАО «Румяновъ» стоимость 1 часа работы автомобиля «Форд Транзит» - 400 рублей.

Результаты расчета и сравнения затрат на перевозку хлеба представлены в таблице 6.

Затраты на перевозку предприятия, полученные по результатам применения методики маршрутизации в проектировании РСТС с ЦГП и фактические затраты представлены на рисунке 2.

Результаты расчетов показывают, что применение разработанной методики маршрутизации, как

неотъемлемой части методики проектирования в РСТС с ЦГП, позволяет разрабатывать планы перевозок грузов, исполнение которых требует меньшего количества транспортных средств. Отклонение в количестве транспортных средств, от числа применяемых на практике, может составлять от минус 15 % до минус 36 % в интервале завоза. Затраты на выполнение планов перевозок грузов в интервале завоза, созданных с использованием разработанной методики маршрутизации, отличаются от существующих затрат в меньшую сторону, в интервале от 1160 до 2680 рублей (от 3,7 до 9,4 %), ежедневно (ежесменно).

### Заключение

Вышеизложенная проверка позволяет утверждать о работоспособности разработанной методики маршрутизации в РСТС с ЦГП, ее практической применимости и ценности.

Таблица 3 - Результаты проектирования  $S_{p-c}^u$  при использовании различных методов в понедельник для первого завоза

Дата	16.03.09		Абсолютное отклонение	Относительное отклонение, %	
	Ближайшего соседа	Сумм			
Метод маршрутизации	1	2	3	4	5
Кол-во обслуженных клиентов, ед.	284	284	0	0	0
Заявка клиентов, лотков	2025	2025	0	0	0
Плановый объем перевозок, лотков	2025	2025	0	0	0
Кол-во ветвей $S_{p-c}^u$ , ед.	13	12	-1	-8,33	
Суммарный пробег в $S_{p-c}^u$ , км	540	515	-25	-4,85	
Суммарное время в наряде, ч	73,49	71,79	-2,3	-2,36	
Количество автомобилей в $S_{p-c}^u$ , ед	13	12	-1	-8,33	
Затраты, руб.	29396	28716	-680	-2,36	

Таблица 4 - Результаты проектирования  $S_{p-c}^u$  при использовании метода «Сумм» за неделю (с 16.03.09 по 22.03.09)

Дата	16.03.	17.03.	18.03.	19.03.	20.03.	21.03.	22.03.
Кол-во клиентов	284	300	301	297	310	272	265
Заявка клиентов, лотков	2025	2152	2169	2171	2205	1988	1816
Кол-во ветвей $S_{p-c}^u$ , ед	12	13	13	13	13	12	11
Суммарный пробег в $S_{p-c}^u$ , км	515	537	551	542	574	494	486
Суммарное время в наряде, ч	71,79	76,04	77,06	76,35	79,33	69,80	66,68
Количество а/м в $S_{p-c}^u$ , ед	12	13	13	13	13	12	11

Таблица 5 – Фактические данные предприятия при использовании метода «Сейфов» за неделю (с 16.03.09 по 22.03.09)

Дата	16.03.	17.03.	18.03.	19.03.	20.03.	21.03.	22.03.
Кол-во клиентов	284	300	301	297	310	272	265
Заявка клиентов, лотков	2025	2152	2169	2171	2205	1988	1816
Кол-во ветвей $S_{p-c}^u$ , ед	15	15	15	15	15	15	15
Суммарный пробег в $S_{p-c}^u$ , км	612	601	598	645	658	560	543
Суммарное время в наряде, ч	78,49	78,94	82,54	82,76	86,75	75,3	73,58
Количество а/м в $S_{p-c}^u$ , ед	15	15	15	15	15	15	15

Таблица 6 - Результаты расчета и сравнения затрат на перевозку

Дата	Затраты, руб.		Величина отклонения	
	По результатам применения методики	По фактическим данным предприятия	Абсолютная, руб.	Относительная, %
16.03.	28716	31396	-2680	-8,5
17.03.	30416	31576	-1160	-3,7
18.03.	30824	33016	-2192	-6,6
19.03.	30540	33105	-2565	-7,7
20.03.	31732	34300	-2568	-7,5
21.03.	27920	29320	-1400	-4,8
22.03.	26672	29432	-2360	-9,4

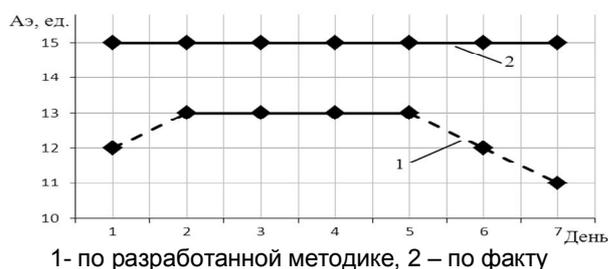


Рис. 1. Потребность в транспортных средствах

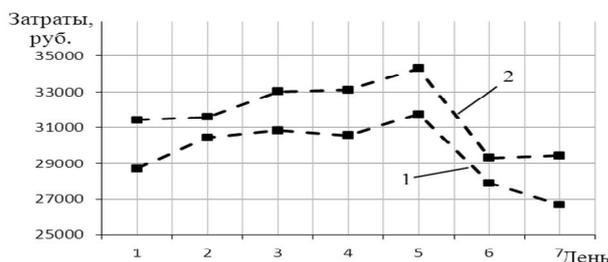


Рис. 2. Затраты на перевозку груза

**Библиографический список**

1. Шаповал, Д.В. Методика решения задачи маршрутизации в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами / Д.В. Шаповал, Е.Е.Витвицкий // Автотранспортное предприятие. №11 – 2010. – с. 49-52.
2. Экономико-математические методы в планировании строительства: Учебник для техникумов/ Г.Б. Полисюк. - М.: «Стройиздат», 1978. – 334 с.
3. Шаповал, Д.В. Результаты исследования среднетехнической скорости в развозочно-сборных автотранспортных системах в г. Омске /Д.В.Шаповал, Е.Е.Витвицкий, И.В. Буренко // Актуальные проблемы автотранспортного комплекса-

2010: Межвузовский сборник научных трудов. - Самара, 2010. – С.76-81.

4. Шаповал, Д.В. Обоснование применения метода маршрутизации автомобильных перевозок грузов мелкими отправлениями в городах/ Д.В.Шаповал, Е.Е.Витвицкий // Грузовое и пассажирское автохозяйство. №5 – 2010. – с. 16-21.

**THE CHECK OF THE ROUTING TECHNIQUE IN DELIVERING-ASSEMBLY AUTO TRANSPORT SYSTEMS WITH THE CENTRAL CARGO POINTS**

D.V. Shapoval, E.E.Vitvitsky

In the presented article the of the routing technique in delivering-assembly auto transport systems with the central cargo points on capacity for work and on practical applicability is presented. The check allows to confirm about capacity for work of developed technique and its practical value.

*Шаповал Дмитрий Владимирович - преподаватель кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» СибАДИ. Основные направления научной деятельности: совершенствование оперативного планирования перевозок грузов в развозочно-сборных автотранспортных системах с центральными грузовыми пунктами в городах. Общее количество опубликованных работ: 11.*

*Витвицкий Евгений Евгеньевич – доктор технических наук, профессор Заведующий кафедрой «Организация перевозок и управление на транспорте» СибАДИ. Основные направления научной деятельности Теория грузовых автомобильных перевозок мелкими отправлениями. Общее количество опубликованных работ: 149.*

## РАЗДЕЛ II

# СТРОИТЕЛЬСТВО. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 625.731

### ОБОСНОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИЙ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Е.В. Андреева, А.В. Смирнов

**Аннотация.** Предложена шкала упругих свойств дорожных конструкций автомагистралей, позволяющая их классифицировать и рассчитывать без учета накопления остаточных деформаций от сжатия и учета «жесткости».

**Ключевые слова:** дорожные конструкции, упругие свойства, остаточные деформации, модуль упругости, теория прочности.

#### Введение

Проектирование проезжей части автомагистралей и дорог сводится к расчету необходимой толщины покрытий и оснований, а конструкция характеризуется так называемым общим модулем упругости, при котором гарантируется упругая, то есть мгновенно восстанавливающаяся после разгрузки форма поверхности покрытия без каких-либо последствий от нагружения. При высокоскоростном и многомиллионном нагружении проезжей части автомагистралей общий модуль упругости выступает гарантом устойчивой работы упругой слоистой среды при воздействии на неё подвижных вертикальных нагрузок.

#### Основная часть

Идея характеризовать упругую работу слоистой дорожной конструкции общим модулем упругости в форме метода «обратимого прогиба» принадлежит Н.Н. Иванову ещё с 1972 г. И сохраняет актуальность и сегодня. На её основе современные нормы проектирования дорожных конструкций (ОДН 218.046-01) «нежесткого» типа, то есть с асфальтобетонным покрытием исчисляют общий модуль в

форме  $E_{\text{общ}} = \frac{P_0 \cdot D}{U}$ , что противоречит идеи Р.

Гука и должно исчисляться как:

$$E_{\text{общ}} = \frac{4P \cdot H}{\pi D^2 \cdot U}, \quad (1)$$

где  $P$  – нагрузка,  $P_0$  – удельная нагрузка;  $D$  – диаметр круга – отпечатка,  $U$  – вертикальный прогиб конструкции,  $H$  – толщина сжимаемой толщи.

Такому же исчислению упругих свойств должны подчиняться дорожные конструкции «жесткого типа», «полужесткого» и т.п.

Мы можем только приблизительно назначить границы упругих свойств конструкций автомагистралей, так как материалы составляющие эти конст-

рукции обладают всегда тремя фундаментальными свойствами твёрдых тел: упругостью ( $U$ ), вязкостью ( $V$ ) и пластичностью ( $\Pi$ ), переменными в пространстве и времени, но всегда  $U+V+\Pi=1$ .

Максимум упругих свойств можно получить только при  $V=0$  и  $\Pi=0$ , получив взамен хрупкость и склонность к усталости и наоборот отсутствие упругого сопротивления ( $U=0$ ) и вязкости ( $V=0$ ) в телах даёт потерю устойчивости формы, а применительно к поверхности автомагистралей – колееобразование. Покажем механизм получения упругих свойств дорожных конструкций в форме  $E_{\text{общ}}$ .

Если для конкретной нагрузки  $P$  (например, АК-100) в формуле 1 ввести значения  $H$  и  $U$ , то она превращается уже в формулу требуемой упругости –  $E_{\text{тр}}$ . При этом, если  $H=3D$ , то это даёт ошибку в исчислении прогиба от 3 до 6 %. При  $H=5D$  ошибка составит только 1- 3% и это следует из точного решения задачи о воздействии вертикальной подвижной нагрузки на поверхность упругого полупространства [1], а также из теории удара по его поверхности [2].

Для установления границы упругих свойств дорожной конструкции определим значение пластических деформаций (глубины колеи) по [3].

Накопленная неровность поверхности покрытия определяется формулой:

$$U_T = T \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M \frac{\sigma_{i,j}^2 (1 - v_j^2) \cdot h_j \cdot \lg n}{E_{\sigma ij} \cdot [R]_{ij} \cdot \lg N} \cdot \left( e^{-\frac{D_j}{v \cdot t_{pi}}} - 1 \right), \quad (2)$$

где  $T$  – срок службы дорожной конструкции (15 – 12 лет);  $n$  и  $N$  – интенсивность движения расчетных автомобилей на полосу движения соответственно в месяц и за срок службы;  $M$  – число слоёв в дорожной конструкции включая слой грунта земляного полотна активной (рабочей) зоны;  $j$  – номер слоя в котором определяются остаточные (накопленные)

деформации ( $1 \leq j \leq M$ );  $V$  – скорость транспортного потока, принимается как среднее между скоростью в начале эксплуатации дорожной конструкции и в конце срока её службы;  $E_{\sigma ij}$  – модуль деформации,  $[R]_{ij}$  – прочность на сжатие,  $t_{pj}$  – время релаксации,  $\nu_j$  – коэффициент бокового расширения (Пуассона) материалов слоев дорожных конструкций;  $h_j$  – толщина слоя дорожной конструкции. Для слоя грунта земляного полотна его толщина принимается как

$$h_{акт} = 150 - \sum_1^{M-1} h_1 ;$$

$D$  – диаметр кругового следа колеса расчётного автомобиля (для нагрузки группы АК 100,  $D=34$  см);  $i$  – число месяцев в году работы дорожной конструкции на талом грунтовом основании (для III ДКЗ  $i=8$  месяцев);  $\sigma_{i,j}$  – среднее напряжение сжатия в слое конструкции зависящее от модулей упругости слоев, их толщины и определяемое для каждого месяца теплого периода года, по формуле:

$$\sigma_{i,j} = \frac{2P}{\pi \cdot D^2} \left( 1 + \frac{1}{1 + 1,85 \left( \frac{h_{j3}}{D} \right)^2} \right), \quad (3)$$

где  $h_{j3}$  – эквивалентная толщина слоя,  $P$  – колёсная нагрузка группы АК 100 (50 кН).

Результаты расчётов по формуле 2 глубины колеи (или накопленной неровности) приведены на рисунке 1. Из него следует, что если общий модуль упругости дорожной конструкции с асфальтобетонным покрытием более чем 1400 МПа, то колееобразования в процессе её эксплуатации опасаться не следует.

Если в формуле 1 вместо  $U$  принять допустимый динамический прогиб на основе мирового опыта испытаний дорожных конструкций, то получили следующий ряд требуемых упругих свойств конструкций:

Категория дороги:	I	II	III
Модуль упругости конструкции, МПа			
$E = \frac{4P \cdot H}{\pi D^2 \cdot [U]}$			
С покрытием из асфальтобетона:	1906	1082	353
С покрытием из цементабетона:	2612	2236	1553

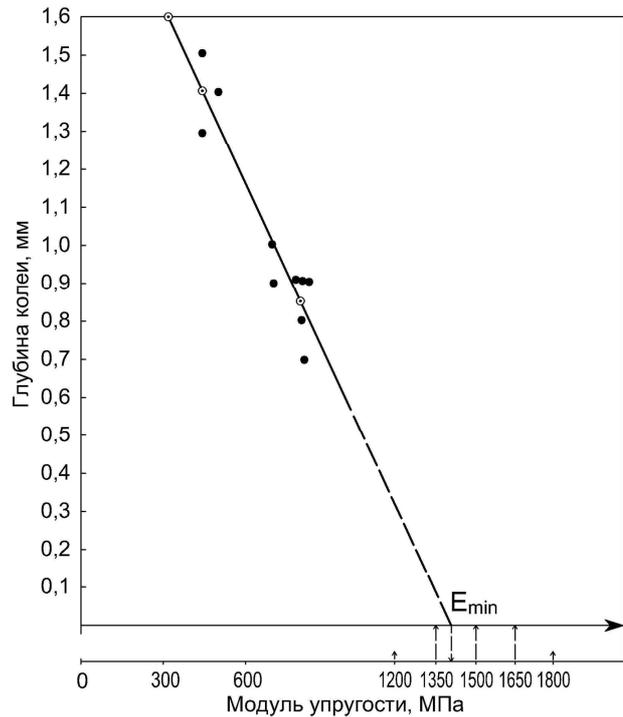


Рис. 1. Минимальный модуль упругости дорожной конструкции с асфальтобетонным покрытием без колееобразования

Если учесть, что при воздействии на упругие полупространства подвижной нагрузки в нём формируется динамическое волновое поле и не допускать при этом разрыва сплошности поверхности при растяжении и сжатии от изгиба во впадинах и гребнях волны поверхностей из асфальто- и цементобетона, то получим шкалу требуемой упругости по критерию трещиностойкости:

Категория дороги:	I	II	III
Модуль упругости конструкции, МПа			
$E = \frac{4P \cdot H}{\pi D^2 \cdot [U]}$			
С покрытием из асфальтобетона:	1916	-	1500
С покрытием из цементабетона:	8222	-	7333

Наконец с учётом вышеприведённых особенностей представляется возможным разместить на единой шкале общих модулей упругости слоистых дорожных конструкций из асфальтобетона, цементобетона (рисунок 2)

**Заключение**

1. Предложена единая шкала показателя требуемых упругих свойств дорожных конструкций – общий модуль упругости в диапазоне от 500 до 7000 МПа и выше для дорог IV – I категорий.

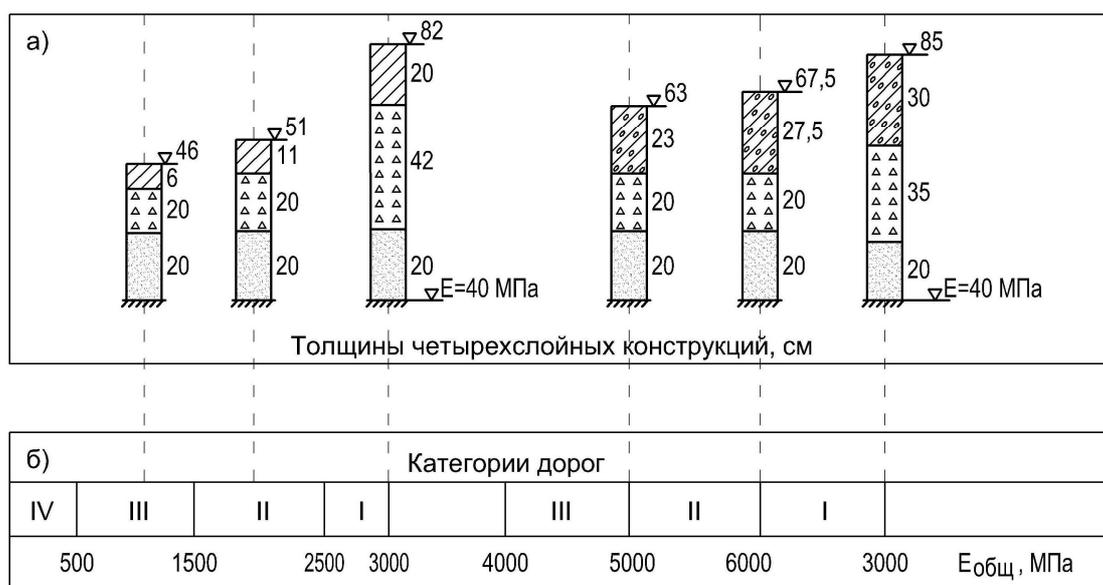
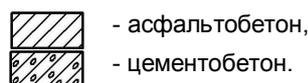


Рис. 2. Связь общего модуля упругости с толщиной четырехслойных асфальто- и цементобетонных конструкций: а) границы упругих свойств конструкций для дорог различных категорий; б) Расчётная нагрузка АК-100. Скорость движения нагрузки 60 – 80 км/час.



2. Установлена граница упругости ниже которой проявляются пластические свойства дорожных конструкций - 1400 МПа.

3. Шкала упругих свойств дорожных конструкций в виде общего модуля упругости гармонизирована с 1-ой и 2-ой теорией прочности сопротивления материалов по растягивающим напряжениям и относительным деформациям сжатия и может применяться для классификации дорожных конструкций по признаку упругости.

#### Библиографический список

1. S.K. Singh, J.T.Kuo. Колебания упругого полупространства под действие равномерно движущейся нагрузки, распределённой в пределах круга. Труды Американского общества инженеров-механиков. Ж. Прикладная механика, «Мир», №1, 1970.
2. Кильчевский Н.А., Ильчишина Д.И. О поверхностных волнах, возникающих при содержании упругих тел. «Прикладная механика», т. V, вып.7, 1969.
3. Смирнов А.В., Малышев А.А., Агалаков Ю.А. Механика устойчивости и разрушений дорожных конструкций. Изд-во СибАДИ, Омск, 1997, 92 с.

#### SCIENTIFIC JUSTIFICATION OF MOTORWAY STRUCTURE ELASTIC PROPERTIES

E.V. Andreeva, A.V. Smirnov

The paper represents a scale of motorway structure elastic properties. The properties can be classified and determined without considering development of residual compression deformation and structure rigidity.

*Андреева Елена Владимировна – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: устойчивость дорожных конструкций на слабых грунтовых основаниях. Общее количество опубликованных работ: 22.*

*Смирнов Александр Владимирович - доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель наук РФ, профессор кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности: динамика сплошных и слоистых сред. Общее количество опубликованных работ: 170.*

УДК 625.7

## КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ЛОГИКО-ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Т.В. Боброва, М.С. Перфильев, О.А. Соловьева

**Аннотация.** В статье рассмотрены принципы организации работ на прединвестиционном этапе проектирования автомобильных дорог, логико-информационная модель формирования технического задания на проектирование, способы предварительной оценки строительной стоимости объекта, создание электронных баз данных по регионам на основе инженерно-экономических изысканий.

**Ключевые слова:**

Прединвестиционный этап проектирования автомобильных дорог, комплекс инженерно-экономических изысканий, логико-информационная модель, техническое задание на проектирование

**Введение**

Градостроительным кодексом Российской Федерации [1] законодательно установлены нормы, регулирующие процесс строительства, начиная от этапа выполнения инженерных изысканий для подготовки проектной документации и заканчивая выдачей разрешения на ввод объекта в эксплуатацию. Перечень обязательных разделов проектной документации составлен применительно к любым объектам капитального строительства. Для линейных объектов предусмотрены дополнительные разделы. Легитимными проектными документами на законодательном уровне являются два документа: проектная документация и рабочая документация, что предполагает наличие двухстадийного проектирования.

Вместе с тем в сфере строительного проектирования ситуация остается достаточно сложной. Инвестиционный процесс регулируется огромным количеством постановлений, нормативно-технических и организационно-методических документов, однако пока отсутствуют технические регламенты, на основании которых должна осуществляться организация всего процесса проектирования. [2].

В частности ГК РФ [1] не предусматривает отдельной стадии разработки предпроектной документации для объектов капитального строительства. Однако рядом законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации разработка предпроектной документации прямо или косвенно предполагается. В настоящее время застройщик при подготовке тендерной документации на проектирование автомобильной дороги должен подготовить и согласовать более 120 документов. Надо заметить, что любая недоработка на данном этапе может повлечь за собой существенные изменения в содержании проектной документации и труднопрогнозируемые сдвиги в сроках её разработки на следующих этапах, что недопустимо в условиях договорных отношений.

**Основная часть**

В принятых решениях Минрегионразвития РФ по совершенствованию системы ценообразования в строительстве [3] предусмотрена стадия бюджетного планирования для объектов капитального строительства, финансируемых за счет средств Федерального бюджета. К таким объектам относятся федеральные автомобильные дороги. Нормативными документами Федерального центра ценообразования в строительстве (ФЦЦС) определен порядок оценки стоимости строительства на стадии бюджетного планирования и разработки проектной документации (Рис.1).



Рис.1. Определение стоимости строительства на стадии бюджетного планирования

Оценка эффективности строительства в соответствии с данной схемой предполагает установление стоимости на основе укрупненных нормативов цены строительства (УНСС). Более точная оценка стоимости строительства объекта на прединвестиционном этапе позволит избежать разногласия на этапе проверки и согласования сводного сметного расчета стоимости строительства по принятым проектным решениям. По данным ФЦЦС погрешность в оценке строительной стоимости на стадии бюджетного планирования по реально построенным объектам составляла от -50% до +200%.

Система организации работ по подготовке проектной документации в России в основном соответствует зарубежному опыту в этой области. В то же время отличается от принятой за рубежом системы стадийностью проектирования. В отличие от двухуровневой системы проектирования, принятой в настоящее время в России, многие зарубежные страны используют трех и даже четырехуровневую систему проектирования. К примеру, в Великобритании при реализации крупных проектов количество стадий процесса проектирования может быть увеличено до пяти. Важнейшее требование первой стадии – разработка вариантов и количественная оценка строительства по объемам. На второй стадии – технико-экономическом обосновании проекта – рассматриваются альтернативы, разработанные на предыдущей стадии, производится оценка альтернатив по критерию «стоимости». Последующие этапы посвящены дальнейшей проработке технических решений объекта

Последние десятилетия в отечественной практике проектирования существует тенденция расширения круга вопросов, охватываемых проектом. В 50 - 60-е годы проектировщики часто ограничивались разработкой генерального плана, технологической, архитектурно-строительной частей и инженерного оборудования. В конце 60-х годов сметы стали обязательным элементом работ, а несколько позже обязательным стал проект организации строительства. В настоящее время, кроме названных, разрабатываются также разделы: экологический, проектирование организации монтажных работ, мероприятия по пожарной безопасности, мероприятия по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций, а также иные – по требованию заказчика.[4]

Стоит отметить, что начать проектирование автомобильной дороги с момента инициации проекта невозможно. Необходимо решить множество вопросов общего характера, связанных с уточнением целесообразности намечаемого строительства, выбором его места и генерального направления. Эти задачи обычно объединяют в самостоятельный этап, именуемый прединвестиционным (предпроектным) этапом.

Весь процесс работы на прединвестиционном этапе можно рассматривать как отдельный проект, включающий обоснование необходимости, технической возможности, экономической и социальной целесообразности намечаемого строительства автомобильной дороги, для принятия решения о выделении бюджетных средств на его реализацию.

Предметная область данного проекта включает комплекс работ, которые необходимо выполнить для достижения целей проекта. В том числе:

- Сбор исходно-разрешительной документации;
- Изучение местности строительства;
- Изучение инженерного обеспечения будущего сооружения;
- Получение технических условий на подключение к инженерным сетям;
- Разработка и согласование градостроительной документации;
- Сбор и анализ данных об источниках получения ресурсов для строительства;
- Расчет предварительного бюджета проекта;
- Получение разрешения на проектирование;
- Подготовка технического задания на проектирование.

Задание на проектирование должно содержать весь комплекс основных требований заказчика, условий исходно-разрешительной документации, требований городских служб и разрабатываться на основе всестороннего анализа предпроектных проработок и результатов многих согласований. Состав документа нормирован, но заказчик по своему усмотрению может расширить и детализировать его.

По своей сути задание на проектирование является индикатором отношения заказчика к своему проекту. Тщательно проработанное и детализированное задание говорит о том, что заказчик твердо знает, какой результат должен быть получен в ходе проектных работ, будет жестко контролировать все составляющие проекта и график работ, имеет подготовленный инструмент разрешения творческих споров и конфликтов с проектировщиком.

В соответствии с [5] материалы комплексных инженерных изысканий должны рассматриваться как информационная база для принятия обоснованных и экономичных проектных решений в составе проектной документации на строительство дороги.

Поэтому есть основания объединить комплекс инженерных изысканий и выполняемых на их основе технико-экономических обоснований (проектов, рабочих проектов строительства объектов) в единый комплекс инженерно-экономических изысканий.

Для качественного решения как технологических, так и организационных вопросов на прединвестиционном этапе проекта необходимо структурировать работы. Методология управления проектами предусматривает использование моделей различных типов:

- Концептуальные логико - информационные модели (ЛИМ) в виде структурной декомпозиции целей, задач и работ проекта;
- Технологические матричные модели:
  - матрица распределения работ проекта между организационными структурами исполнителей;
  - матрица закрепления ресурсов за операциями проекта;
- Модели и методы календарного планирования комплексов работ в проекте

Использование математических методов, в частности графо-аналитических и сетевого программирования расширяет возможности для оптимизации

ции принимаемых решений в процессе управления прединвестиционным этапом. Концептуальная логико-информационная модель (ЛИМ) организации

работ для выдачи технического задания проектной организации представлена на рисунке 2

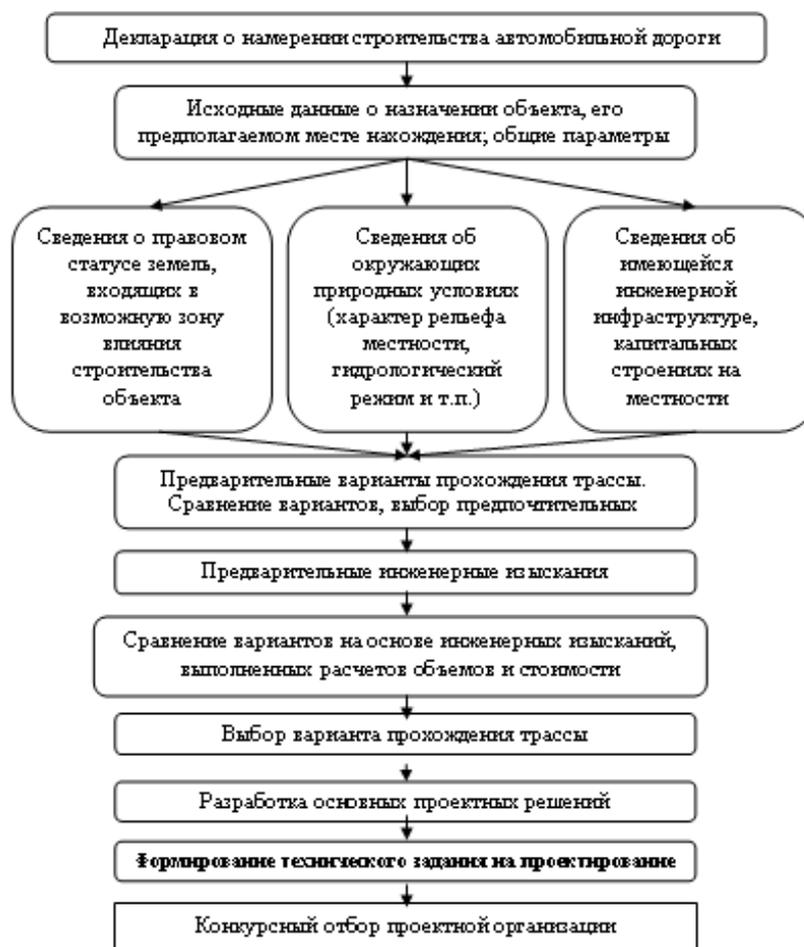


Рис. 2. Модель принятия решений при формировании технического задания на проектирование

Особенность разработки прединвестиционного этапа линейного объекта связана, в определенной степени, с его прохождением по значительному количеству земельных участков, имеющих разнородное морфологическое и геологическое строение, а также различный правовой режим. В таких условиях значительно увеличивается объем информации и документов для согласования с местными органами государственной власти, контролирующими и надзорными органами, организациями, эксплуатирующими сети инженерно-технического обеспечения.

В качестве одного из критериев при выборе варианта трассы рассматривается предварительная оценка стоимости строительства автомобильной дороги. Более точная оценка стоимости на прединвестиционном этапе позволит избежать разногласия на этапе согласования сводного сметного расчета стоимости строительства по принятым проектным решениям.

Сопоставление проектируемого объекта с объектом-аналогом можно рассматривать в качестве варианта предварительной оценки стоимости. В то же время нужно отметить, что федеральные магистрали и региональные автомобильные дороги высоких категорий являются достаточно уникальными сооружениями и требуют индивидуального проектирования. В северных и восточных регионах нашей страны, где сеть автомобильных дорог не развита, а условия проектирования достаточно уникальны, подбор такого объекта является достаточно сложной инженерной задачей. Перечень характеристик, позволяющих сделать выводы о конструктивной схожести объекта-аналога и объекта будущего строительства, а также учесть дополнительные факторы, связанные с влиянием внешних условий, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Примерный перечень характеристик для объекта-аналога

Характеристика объекта	Показатель сравнения
Конструктивные решения	Протяженность, км Техническая категория Количество полос движения Тип дорожной одежды Конструкции земляного полотна Количество искусственных сооружений (труб, мостов), их конструктивные решения
Характеристика местности	Геоморфология и рельеф поверхности; Геологическое строение и тектоника; Гидрологические условия; Геокриологические условия; Сейсмичность района строительства; Карстовые явления Заболачивание территории Количество и характеристика пересекаемых водных объектов
Обеспеченность строительными материалами	Карьеры общераспространенных строительных материалов Поставщики готового строительного материала

«Близость» и «удаленность» проектируемого объекта к объектам, рассматриваемым в качестве аналогов, определяется как функция «расстояния» между ними в многомерном пространстве, соответствующем системе анализируемых признаков. Сходство объектов может адекватным образом интерпретироваться как близость соответствующих точек в многомерном признаковом пространстве. В качестве меры сходства между двумя объектами  $x_i, x_k \in X$  в  $n$ -мерном нечетком пространстве признаков предполагается использовать «евклидово расстояние» между объектами  $x_i$  и  $x_k$ , вычисляемое по формуле [6]:

$$d(x_i, x_k) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\mu_j(x_i) - \mu_j(x_k))^2},$$

где  $\mu_j(x_i) - \mu_j(x_k)$  - меры обладания  $j$ -м свойством соответственно  $i$ -го и  $k$ -го объектов.

Данная процедура позволит более точно определить предварительную стоимость строительства, и, соответственно, принять наиболее верное решение при выборе варианта трассы и формировании технического задания на проектирование.

С достаточной степенью достоверности предварительная оценка может быть выполнена только на основе материалов всех необходимых видов инженерных изысканий с учетом намечаемых проектных решений и комплексного подхода при изучении природных и техногенных условий площадки (трассы) строительства. ГК РФ [1] предусматривает проведение следующих видов инженерных изысканий при проектировании линейно-протяженных объектов:

- Инженерно-геодезических;
- Инженерно-геологических;
- Инженерно-гидрометеорологических;
- Инженерно-экологических.

Действующие в РФ нормы и правила проектирования автомобильных дорог не в полной мере учитывают специфику природно-климатических условий отдельных регионов. Для сокращения объемов и сроков подготовительных работ к проектированию дорог необходимо использовать информацию о ранее проведенных инженерно-экономических изысканиях на территории России. Можно назвать ряд научных исследований, которые могли бы способствовать повышению качества проектирования и сокращению сроков работ на прединвестиционном этапе.

В 80-е годы прошлого века под руководством ГипродорНИИ была разработана серия региональных «Каталогов местных каменных материалов и отходов промышленности для дорожного строительства» В «Каталогах» был приведен справочный материал по местонахождению, составу, физико-механическим свойствам, состоянию разведанности и эксплуатации источников природного сырья и отходов промышленности, рекомендованы области их применения в автодорожном строительстве. Возобновление этой работы в современных условиях несомненно окажет положительное влияние на эффективность проектных решений. Можно привести ряд примеров, оказывающих положительное влияние на проектирование дорог в Сибирских регионах.

Под руководством профессора В.Н. Ефименко (ТГАСУ) выполнены обширные научные исследования для регионов Западной Сибири по назначению расчетных характеристик глинистых грунтов земляного полотна при проектировании по условиям морозоустойчивости и прочности дорожных одежд вновь строящихся и реконструируемых автомобильных дорог, уточнена схема дорожного районирования на основе учета региональных природно-климатических условий. [7].

Под научным руководством профессора А.В. Смирнова (СибАДИ) разработаны альбомы эффективных конструкций дорожных одежд автомобильных дорог также для регионов Сибири.

Под руководством профессора Т.В. Бобровой (СибАДИ) создана нормативная база ресурсного обеспечения содержания дорожной сети ряда сибирских регионов, разработана информационная технология управления ресурсами при реализации дорожных проектов.

Актуализация ранее выполненных исследований для регионов РФ будет способствовать повышению качества проектирования автомобильных дорог за счет более полного учета комплекса природно-климатических условий территорий. С этой целью рекомендуется формирование электронного банка данных результатов проектирования и инженерных изысканий, а также выполненных научных исследований.

### Заключение

Предложено рассматривать прединвестиционный этап как особый проект, включающий комплекс взаимосвязанных работ, согласований и инженерно-экономических решений для начала основных проектных работ. Структурирование информации для принятия решения о жизнеспособности проекта, использование методов математического моделирования, вариантного проектирования и прогнозирования эффективности инвестиций в проект позволит повысить общий уровень организации работ на прединвестиционном этапе и общее качество проектирования автомобильных дорог. Материалы комплексных инженерно-экономических изысканий, выполняемых на данном этапе, должны способствовать предотвращению неожиданностей и возможных рисков на последующих стадиях инвестиционного цикла автомобильной дороги.

### Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федер. закон от 29 декабря 2004г. №190-ФЗ // Справочная нормативная система «NormaCS»: [Электронный ресурс] / ЗАО «Нанософт». – Послед. обновление 01.11.2011.

2. Сборник разъяснений по предпроектной и проектной подготовке строительства [Электронный ресурс]: справочное пособие / Центр научно-методического обеспечения инженерного сопровождения инвестиций в строительстве ОАО «Центринвестпроект». – М., 2008. - Режим доступа: <http://www.project-stpp.ru/normativnye-dokumenty/65-slabye-toki.html>

3. Невинная И.В. Ценоотвод [Электронный ресурс] / И.В. Невинная // Министерство регионального развития РФ. – Режим доступа: [http://www.minregion.ru/press\\_office/publications/338.html](http://www.minregion.ru/press_office/publications/338.html)

4. О составе разделов проектной документации и требования к их содержанию: Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008г. №87 // Справочная нормативная система «NormaCS»: [Электронный ресурс] / ЗАО «Нанософт». – Послед. обновление 01.11.2011.

5. Методические рекомендации по проведению экспертизы материалов инженерных изысканий для технико-экономических обоснований (проектов, рабочих проектов) строительства объектов: МДС 11-5.99 от 27.04.1999г./ Главгосэкспертиза России с участием института ПНИИИС Госстроя России // Справочная нормативная система «NormaCS»: [Электронный ресурс] / ЗАО «Нанософт». – Послед. обновление 01.11.2011.

6. Микони С. В. Теория и практика рационального выбора. - М. : Маршрут, 2004, - 455 с.

7. Ефименко В.Н. Расчетные значения глинистых грунтов земляного полотна для проектирования по условиям морозостойчивости и прочности нежестких дорожных одежд автомобильных дорог Новосибирской области. – Новосибирск, 2000 – 32 с.

### CONCEPTUAL LOGICAL-AND- INFORMATIONAL MODEL OF ENGINEERING-AND- ECONOMICAL SURVEYING FOR HIGHWAY DESIGNING

T.V. Bobrova, M.S. Perfilyev, O.A. Solovyova

The principals of operations organization on the pre-investment stage of highway designing, logical-and-information model of requirement specification preparation for designing, methods of preliminary construction cost estimating, regional electronic database on basis of engineering-and-economic surveying creation are observed in the article.

*Боброва Татьяна Викторовна – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и управление дорожным хозяйством» СибАДИ. Основное направление научной деятельности – проектное управление производством дорожных работ. Имеет 137 опубликованных работ.*

*Перфильев Максим Сергеевич – кандидат технических наук, и.о. начальника отдела «Бюро ГИП» НПО «Мостовик». Основное направление научной деятельности – управление проектами, организационное проектирование.*

*Соловьева Ольга Александровна – аспирант кафедры «Экономика и управление дорожным хозяйством» СибАДИ. Основное направление научной деятельности – модели и методы организации работ стадии инженерно-экономических изысканий автомобильных дорог. Имеет 3 опубликованные работы.*

УДК 539.3

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКРОХАРАКТЕРИСТИК 1-ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЛВЛ-МАТЕРИАЛА ПРИ РАСЧЕТЕ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Г.Л. Горынин

**Аннотация.** Рассмотрен метод усреднения, позволяющий получать макрохарактеристики для ЛВЛ-материала, используемые при расчете конструкций транспортных сооружений. Макрохарактеристики вычисляются как интегралы жесткостных функций, которые находятся путем решения семейства рекуррентных задач на периодической ячейке. Получены асимптотические формулы, позволяющие по макроразмерам восстанавливать значения микро-переменений и напряжений в каждой точке конструкции.

**Ключевые слова:** слоистый, периодический, макрохарактеристика, композит, ЛВЛ-материал

### Введение

В последнее время расширяется ассортимент строительных материалов, используемых для производства несущих конструкций транспортных сооружений. Один из таких материалов, это ЛВЛ-материал, или, как его называют сами производители, ЛВЛ-брус. ЛВЛ-материал является многослойным периодическим материалом, состоящим из клееного шпона сосны (рис.1). Свойства этого материала в настоящее время слабо изучены. Известно, что в зависимости от ориентации шпона материал имеет анизотропные свойства, кроме того, механизм разрушения материала связан с отслоением клееных слоев. Поэтому для расчета конструкций из ЛВЛ-материала недостаточно знать величины макронапряжений, но необходимо знать, как эти напряжения распределены по отдельности в пределах шпона и связующего клея.

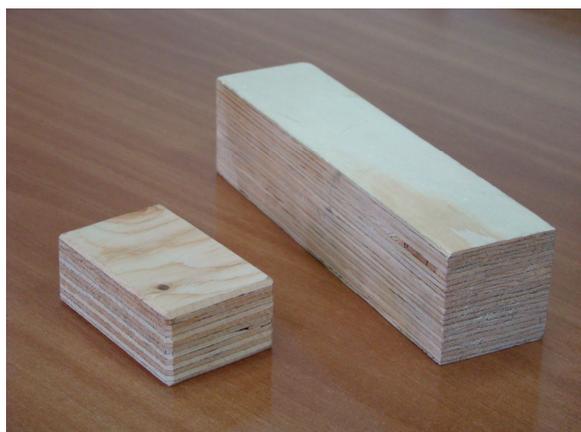


Рис.1. ЛВЛ-брус, периодически повторяющиеся клеенные слои деревянного шпона

Рассмотрим одномерную упругую среду, упругие характеристики которой периодически меняются вдоль пространственной оси  $x$ , так, что можно считать эту среду разбитой на периодически повторяющиеся слои (Рис.2). Внутри каждого слоя

упругие характеристики меняются непрерывно, такую среду называют 1-периодичной [1]. Пусть  $u_x, u_y, u_z$  – перемещения точек стержня в направлении осей  $x, y, z$  соответственно;  $\sigma_{\alpha\beta}$  – компоненты тензора напряжения;  $[f]$  – скачок величины  $f$  на границе перехода от одной упругой среды к другой с разными свойствами;  $(E_{\alpha\beta\varphi\psi})_i$  – упругие постоянные, внутри каждой упругой среды они могут непрерывно меняться, а на границах сред претерпевать скачки. Пусть  $h$  – линейный размер периодичности вдоль оси  $x$ ,  $L$  – характерный размер тела,  $\bar{E}$  – характерное среднее значение модуля Юнга,  $F_\alpha$  – объемные силы. Перейдем к безразмерным переменным и функциям, для простоты не меняя их обозначения:

$$\begin{aligned} x &\leftrightarrow x/L, \quad y \leftrightarrow y/L, \quad z \leftrightarrow z/L, \quad u_\alpha \leftrightarrow u_\alpha/h \\ E_{\alpha\beta\varphi\psi} &\leftrightarrow E_{\alpha\beta\varphi\psi}/\bar{E}, \quad \sigma_{\alpha\beta} \leftrightarrow \sigma_{\alpha\beta}/\bar{E}, \\ q_\alpha &\leftrightarrow q_\alpha/\bar{E}, \quad \bar{F}_\alpha = F_\alpha h/\bar{E}. \end{aligned}$$



Рис. 2. Один-периодическая среда, периодичность вдоль оси  $x$

В дальнейшем будем считать, что отношение размера периодической ячейки упругой среды к характерному размеру тела является малым

$$\varepsilon = h/L \ll 1.$$

Рассмотрим тело вырезанное из 1-периодической среды, на которое действуют какие-либо нагрузки, тогда внутри тела должны выполняться уравнения равновесия:

$$\frac{\partial \sigma_{\alpha x}}{\partial x} \varepsilon + \frac{\partial \sigma_{\alpha y}}{\partial y} \varepsilon + \frac{\partial \sigma_{\alpha z}}{\partial z} \varepsilon + F_{\alpha} = 0, \quad \alpha = \{x, y, z\}. \quad (1)$$

На границе перехода от одной упругой среды к другой должны быть непрерывны перемещения и контактные напряжения:

$$[\sigma_{\alpha x}] = 0, \quad [u_{\alpha}] = 0, \quad \alpha = \{x, y, z\}, \quad (2)$$

Считаем, что материал упругой среды является анизотропным, закон Гука для которого в каждой точке содержит 21 независимую константу  $E_{\alpha\beta\varphi\psi}$  и имеет вид [1]:

$$\sigma_{\alpha\beta} = \sum E_{\alpha\beta\varphi\psi} e_{\varphi\psi}, \quad \alpha, \beta, \varphi, \psi \in \{x, y, z\}. \quad (3)$$

Компоненты тензора деформаций связаны с компонентами вектора перемещений следующими соотношениями:

$$e_{\alpha\beta} = 0.5 \left( \frac{\partial u_{\alpha}}{\partial \beta} \varepsilon + \frac{\partial u_{\beta}}{\partial \alpha} \varepsilon \right), \quad \alpha, \beta \in \{x, y, z\}. \quad (4)$$

Если к задаче (1)-(4) добавить краевые условия на поверхности исследуемого тела, заданные либо путем задания поверхностных сил, действующих на тело, либо путем задания кинематических ограничений на перемещение точек поверхности, то получится стандартная краевая задача пространственной теории упругости. Решение данной задачи усложняется тем, что упругие характеристики  $E_{\alpha\beta\varphi\psi}$  в соответствии с определением одно-периодической среды являются быстро меняющимися периодическими функциями пространственной координаты, поэтому при использовании численного метода для сохранения минимальной точности требуется использовать слишком большое число конечных элементов, размеры которых должны быть как минимум соизмеримы с размерами каждой из сред, составляющих собой периодические слои. В работе [1] была рассмотрена такая же задача в более общей постановке, когда среда считается три-периодической, с помощью метода асимптотического расщепления [2], воспользуемся результатами этой работы. Внутри каждого периодического повторяющегося слоя введена быстрая переменная  $\xi$  [3]:

$$x = x_i + \xi_x \varepsilon, \quad \xi_x \in [0, 1], \quad (5)$$

где  $x_i$  - координаты границы  $i$ -го периодического слоя. Упругие характеристики 1-периодической среды можно считать зависящими только от этой быстрой координаты:

$$E_{\alpha\beta\varphi\psi} = E_{\alpha\beta\varphi\psi}(\xi_x). \quad (6)$$

В дальнейшем используются векторные обозначения

$$\bar{r} = (x, y, z) = x\bar{e}_x + y\bar{e}_y + z\bar{e}_z, \quad \bar{\xi} = \xi_x \bar{e}_x. \quad (7)$$

Считаем, что перемещения и напряжения зависят от быстрых и от медленных переменных и справедливо следующее условие периодичности:

$$u_{\alpha}(\xi_x, \bar{r})|_{\xi_x=0} = u_{\alpha}(\xi_x, \bar{r})|_{\xi_x=1},$$

$$\sigma_{\alpha\beta}(\xi_x, \bar{r})|_{\xi_x=0} = \sigma_{\alpha\beta}(\xi_x, \bar{r})|_{\xi_x=1},$$

$$\alpha, \beta \in \{x, y, z\}. \quad (8)$$

Дифференциальный оператор в направлении  $x$  в новых переменных меняется:

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{1}{\varepsilon} \frac{\partial}{\partial \xi_x}, \quad \frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y}, \quad \frac{\partial}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z}. \quad (9)$$

Вследствие изменения дифференциальных операторов (9) задача (1)-(4) претерпевает изменения:

$$\frac{\partial \sigma_{\alpha x}}{\partial x} \varepsilon + \frac{\partial \sigma_{\alpha y}}{\partial y} \varepsilon + \frac{\partial \sigma_{\alpha z}}{\partial z} \varepsilon + \frac{\partial \sigma_{\alpha x}}{\partial \xi_x} + F_{\alpha} = 0, \quad \alpha = \{x, y, z\}; \quad (10)$$

Условие (2) на границе перехода от одной упругой среды к другой и закон Гука (3) остаются без изменений. Формулы для компонент тензора деформаций принимают вид:

$$e_{\alpha\beta} = 0.5 \left( \frac{\partial u_{\alpha}}{\partial \beta} \varepsilon + \frac{\partial u_{\beta}}{\partial \alpha} \varepsilon + \frac{\partial u_{\alpha}}{\partial \xi_x} \delta_{\beta x} + \frac{\partial u_{\beta}}{\partial \xi_x} \delta_{\alpha x} \right), \quad \alpha, \beta \in \{x, y, z\}. \quad (11)$$

Решение задачи (10)-(11), (2)-(3) в следующем виде для компонент вектора перемещений и тензора напряжений ищем [1]:

$$\begin{aligned} (u_{\alpha}^{\eta})^{(n)} &= \sum_{k=0}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) \frac{\partial^k \eta_0^{(n)}}{\partial x^{k_x} \partial y^{k_y} \partial z^{k_z}} \varepsilon^k \right), \\ &\alpha \in \{x, y, z\}, \\ (\sigma_{\alpha\beta}^{\eta})^{(n)} &= \sum_{k=0}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (\tau_{\alpha\beta}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) \frac{\partial^k \eta_0^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right). \end{aligned} \quad (12)$$

Считаем, что объемные силы имеют расщепленный характер зависимости от быстрой и медленных переменных:

$$F_{\alpha}(\bar{r}, \xi_x) = q_{\alpha}(\xi_x) f_{\alpha}(\bar{r}). \quad (13)$$

Оператор осреднения по ячейке является интегралом по периодической быстрой переменной имеет естественный вид:

$$\langle \_ \rangle = \int_0^1 \_ d\xi_x. \quad (14)$$

Если формулы (11)-(12) подставить в краевую задачу (10)-(11), (2)-(3) с условием периодичности (8) и собрать подобные при степенях дифференциальных операторов по медленным переменным и приравнять их нулю, то получим для каждого фиксированного целочисленного вектора  $\bar{k}$  краевые задачи на ячейке для неизвестных 1-периодических жесткостных функций вектора перемещений:

$$\frac{d(\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}}{d\xi_x} + (\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} + (\tau_{\alpha y}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_y} + (\tau_{\alpha z}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_z} - q_{\alpha}(\bar{\xi})B_{\alpha}^{\bar{k}} = 0,$$

$$\alpha \in \{x, y, z\}; \quad (15)$$

формулы связи жесткостных функций тензора напряжений и вектора перемещений:

$$(\tau_{\alpha\beta}^{\eta})^{\bar{k}} = 0.5 \sum_{\varphi, \psi \in \{x, y, z\}} E_{\alpha\beta\varphi\psi} \left( \frac{d(U_{\varphi}^{\eta})^{\bar{k}}}{d\xi_x} \delta_{\psi\alpha} + \frac{d(U_{\psi}^{\eta})^{\bar{k}}}{d\xi_x} \delta_{\alpha\psi} + (U_{\varphi}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\psi} + (U_{\psi}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\varphi} \right) \quad (16)$$

на границе перехода внутри ячейки от одной упругой среды к другой, должны выполняться условия непрерывности:

$$\left[ (\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} \right] = 0, \quad \left[ (U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} \right] = 0,$$

$$\alpha = \{x, y, z\}; \quad (17)$$

условия периодичности жесткостных функций

$$(U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) \Big|_{\xi_x=0} = (U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) \Big|_{\xi_x=1},$$

$$(\tau_{\alpha\beta}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) \Big|_{\xi_x=0} = (\tau_{\alpha\beta}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) \Big|_{\xi_x=1},$$

$$\alpha, \beta \in \{x, y, z\}. \quad (18)$$

Выражения (15)-(18) для каждого фиксированного целочисленного вектора  $\bar{k}$  представляют собой краевую задачу на нахождение 1-периодических жесткостных функций вектора перемещений.

Для однозначной определенности всех констант при  $k \neq 0$  к задаче (15)-(18) следует добавить условие нормировки:

$$\left\langle (U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} \right\rangle = 0, \quad |\bar{k}| \geq 1, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (19)$$

Формулы для вычисления констант  $(B_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$  получаются из условия разрешимости уравнений (15) и выполнения условий периодичности (18):

$$(B_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} = \left\langle (\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} + (\tau_{\alpha y}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_y} + (\tau_{\alpha z}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_z} \right\rangle,$$

$$\alpha = \{x, y, z\}. \quad (20)$$

Таким образом получается система рекурсивных одномерных краевых задач (15)-(20) на нахождение трех 1-периодических жесткостных функций  $(U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$ .

**Краевые задачи на периодической ячейке при  $k = 0$ .** Решение краевой задачи (18)-(23) жесткостном номере  $k = 0$  состоит из трех независимых решений:

$$(U_{\alpha}^{\nu\varphi})^{\bar{0}} = \delta_{\alpha}^{\varphi}, \quad (\tau_{\alpha\beta}^{\nu\varphi})^{\bar{0}} = 0, \quad \eta_0(\bar{r}) = \nu_{\varphi}(\bar{r}),$$

$$\alpha, \beta, \varphi \in \{x, y, z\}; \quad (21)$$

Из равенства (20)-(21) следует, что следующие константы равны нулю

$$(B_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} = 0, \quad |\bar{k}| = 1, \quad \alpha = \{x, y, z\}. \quad (22)$$

**Жесткостные функции** тензора напряжений  $(\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$  для всех жесткостных векторов  $\bar{k}$  определяются явным образом из (15) и (18):

$$(\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) = (C_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} - (T_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x), \quad \alpha \in \{x, y, z\}, \quad (23)$$

где  $(C_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$  - константы интегрирования, а

$$(T_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) - \text{функции, вычисляемые по формуле}$$

$$(T_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}(\xi_x) = \int_0^{\xi_x} \left( (\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} + (\tau_{\alpha y}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_y} + (\tau_{\alpha z}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_z} - q_{\alpha}(\bar{\xi})(B_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} \right) d\xi$$

$$, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (24)$$

Если функции  $(\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$ , найденные из равенств (23), подставить в формулы (16) и производные функций  $(U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$  оставить слева, а все остальное перенести вправо, то получим систему из трех линейных дифференциальных уравнений на функции  $(U_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}$  для каждого векторного индекса  $\bar{k}$  при заданном жесткостном номере  $k$ :

$$\sum_{\varphi \leq \psi} E_{\alpha\alpha\varphi\psi} \left( 2 - \delta_{\varphi\psi} \right) \left( \frac{d(U_{\varphi}^{\eta})^{\bar{k}}}{d\xi_x} \delta_{\psi\alpha} + \frac{d(U_{\psi}^{\eta})^{\bar{k}}}{d\xi_x} \delta_{\alpha\psi} \right) =$$

$$= 2(\tau_{\alpha\alpha}^{\eta})^{\bar{k}} - \sum_{\varphi \leq \psi} E_{\alpha\alpha\varphi\psi} \left( 2 - \delta_{\varphi\psi} \right) \left( (U_{\varphi}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\psi} + (U_{\psi}^{\eta})^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\varphi} \right)$$

$$\alpha \in \{x, y, z\}. \quad (25)$$

Из выражения (24) при  $k=1$  и равенств (21) следует тождественное равенство нулю следующих функций

$$(T_{\alpha}^{\nu\varphi})^{\bar{k}}(\xi_x) = 0, \quad \alpha, \varphi \in \{x, y, z\}, \quad |\bar{k}| = 1. \quad (26)$$

Из равенств (23) и (26) следует, что следующие жесткостные функции равны неизменным константам:

$$(\tau_{\alpha\alpha}^{\nu\varphi})^{\bar{k}}(\xi_x) = (C_{\alpha}^{\eta})^{\bar{k}}, \quad \alpha, \varphi \in \{x, y, z\},$$

$$|\bar{k}| = 1. \quad (27)$$

**Окончательная структура решения** задачи (10)-(11), (2)-(3) для 1-периодической среды имеет вид суммы трех независимых решений (12), полученных на основе равенств (21):

$$\begin{aligned} (u_\alpha)^{(n)} &= v_\alpha^{(n)}(\bar{r}) + \\ &+ \sum_{\varphi \in \{x, y, z\}} \sum_{k=1}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (U_\alpha^{v_\varphi})^{\bar{k}}(\xi_x) \frac{\partial^k v_\varphi^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right); \\ (\sigma_{\alpha\beta})^{(n)} &= \sum_{\varphi \in \{x, y, z\}} \sum_{k=1}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (\tau_{\alpha\beta}^{v_\varphi})^{\bar{k}}(\xi_x) \frac{\partial^k v_\varphi^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right) \\ &, \alpha, \beta \in \{x, y, z\}. \end{aligned} \quad (28)$$

Из формул (28) следует, что функции  $v_\varphi^{(n)}(\bar{r})$  имеют физический смысл, они являются усредненными перемещениями по периодической ячейке,

$$v_\varphi^{(n)}(\bar{r}) = \left\langle (u_\varphi)^{(n)} \right\rangle,$$

в дальнейшем эти функции будут называться макроперемещениями. Три неизвестные функции макроперемещений  $v_\varphi^{(n)}(\bar{r})$  удовлетворяют системе трех уравнений в частных производных:

$$\sum_{\varphi \in \{x, y, z\}} \sum_{k=2}^n \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (B_\alpha^{v_\varphi})^{\bar{k}} \frac{\partial^k v_\varphi^{(n)}}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right) + f_\alpha(\bar{r}) = 0, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (29)$$

К системе (29) следует добавить краевые условия на поверхности тела, заданные в виде поверхностных макросил или макроперемещений, тогда получится краевая задача, тождественная пространственной задаче теории упругости для однородного тела [2].

Для всех асимптотических методов наиболее важное значение имеют самые первые асимптотические приближения. Минимальное значение номера приближения, при котором система уравнений (29) имеет смысл, равняется двум ( $n = 2$ ).

Выражения для перемещений и напряжений (28) в этом частном случае имеют вид (верхний индекс в скобках, указывающий на номер асимптотического приближения, здесь опускаем):

$$u_\alpha = v_\alpha(\bar{r}) + \sum_{\varphi \in \{x, y, z\}} \sum_{k=1}^2 \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (U_\alpha^{v_\varphi})^{\bar{k}}(\xi_x) \frac{\partial^k v_\varphi}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right), \quad \alpha \in \{x, y, z\};$$

$$\sigma_{\alpha\beta} = \sum_{\varphi \in \{x, y, z\}} \sum_{k=1}^2 \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=k} (\tau_{\alpha\beta}^{v_\varphi})^{\bar{k}}(\xi_x) \frac{\partial^k v_\varphi}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^k \right). \quad (30)$$

Соответственно система уравнений (29) примет вид:

$$\sum_{\varphi \in \{x, y, z\}} \left( \sum_{k_x+k_y+k_z=2} (B_\alpha^{v_\varphi})^{\bar{k}} \frac{\partial^2 v_\varphi}{\partial \bar{r}^{\bar{k}}} \varepsilon^2 \right) + f_\alpha(\bar{r}) = 0, \quad \alpha \in \{x, y, z\}. \quad (31)$$

**Усредненная среда.** Усредним по ячейке компоненты тензора напряжений (30) и рассмотрим величины, содержащие только первые степени

малого параметра  $\varepsilon$ , введем для них обозначения такие же как и для компонент тензора напряжений, но содержащие сверху знак титлы:

$$\tilde{\sigma}_{\alpha\beta} = \sum_{\varphi, \psi \in \{x, y, z\}} \left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\varphi} \right)^{\bar{\psi}} \right\rangle \frac{\partial v_\varphi}{\partial \psi} \varepsilon. \quad (32)$$

Введенные величины являются первым асимптотическим приближением к средним напряжениям 1-периодической среды. Из выполнения уравнения (31) следует, эти величины  $\tilde{\sigma}_{\alpha\beta}$ , подобно компонентам действительного тензора напряжений, удовлетворяют уравнению равновесия (1) для сплошной макросреды, на которую действуют объемные макросилы. Величины  $\tilde{\sigma}_{\alpha\beta}$  в дальнейшем будем именовать как макронапряжения, а условную однородную упругую среду, в которой они возникают, как упругую макросреду. Для макросреды в соответствии с формулами (4) может быть введены тензор деформаций и тензор вращений, вычисляемые по ее макроперемещениям:

$$\begin{aligned} \tilde{\varepsilon}_{\alpha\beta} &= 0.5 \left( \frac{\partial v_\alpha}{\partial \beta} + \frac{\partial v_\beta}{\partial \alpha} \right) \varepsilon, \\ \tilde{\omega}_{\alpha\beta} &= 0.5 \left( \frac{\partial v_\alpha}{\partial \beta} - \frac{\partial v_\beta}{\partial \alpha} \right) \varepsilon. \end{aligned} \quad (33)$$

Тогда равенство (32) может быть переписано в следующем виде:

$$\tilde{\sigma}_{\alpha\beta} = \sum_{\varphi, \psi \in \{x, y, z\}} \tilde{E}_{\alpha\beta\varphi\psi} \tilde{\varepsilon}_{\varphi\psi} + \sum_{\varphi, \psi \in \{x, y, z\}} \tilde{H}_{\alpha\beta\varphi\psi} \tilde{\omega}_{\varphi\psi}, \quad \alpha, \beta, \varphi, \psi \in \{x, y, z\}, \quad (34)$$

где  $\tilde{E}_{\alpha\beta\varphi\psi}$  и  $\tilde{H}_{\alpha\beta\varphi\psi}$  - упругие модули макросреды, которые вычисляются по формулам

$$\begin{aligned} \tilde{E}_{\alpha\beta\varphi\psi} &= \frac{1}{2} \left( \left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\varphi} \right)^{\bar{\psi}} \right\rangle + \left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\psi} \right)^{\bar{\varphi}} \right\rangle \right) \\ \tilde{H}_{\alpha\beta\varphi\psi} &= \frac{1}{2} \left( \left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\varphi} \right)^{\bar{\psi}} \right\rangle - \left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\psi} \right)^{\bar{\varphi}} \right\rangle \right). \end{aligned} \quad (35)$$

Таким образом, макронапряжения  $\tilde{\sigma}_{\alpha\beta}$  являются компонентами тензора напряжений в однородной среде, точки которой деформируются также как средние перемещения исходной 1-периодической среды, и упругие константы, которой вычисляются из операции усреднения жесткостных функций 1-периодической среды. Причем в общем случае макронапряжения  $\tilde{\sigma}_{\alpha\beta}$  зависят не только от компонент тензора деформации  $\tilde{\varepsilon}_{\varphi\psi}$ , но и от компонент тензора вращений  $\tilde{\omega}_{\varphi\psi}$  макросреды. Следовательно, свойства макросреды в общем случае отличаются от свойств однородной анизо-

тропной упругой среды, подчиняющейся классическому закону Гука (3).

Из правого равенства (35) следует, что макро-среда подчиняется классическому закону Гука (3) тогда и только тогда, когда выполняются равенства

$$\left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{u_\varphi} \right)^{\bar{\psi}} \right\rangle = \left\langle \left( \tau_{\alpha\beta}^{u_\varphi} \right)^{\bar{\varphi}} \right\rangle \text{ при} \\ \alpha, \beta, \varphi, \psi \in \{x, y, z\}. \quad (36)$$

Таким образом, создана асимптотическая теория упругих анизотропных 1-периодических сред без введения каких-либо гипотез о характере напряженного состояния периодической ячейки или о характере ее деформационного состояния. Упругие характеристики однородной макросреды вычисляются как интегралы жесткостных функций на периодической ячейке исходной среды. Получен критерий выполнимости для периодических сред макро классического закона Гука (отсутствие влияния вращений макросреды на напряженное состояние). Получены формулы, позволяющие вычислить перемещения и напряжения исходной среды по ее макроперемещениям и жесткостным функциям ячейки.

Пример: 1-периодическая среда с одной плоскостью симметрии анизотропных свойств. В этом случае часть упругих констант равна нулю и закон Гука (3) имеет вид:

$$\sigma_{\alpha\beta} = E_{\alpha\beta\alpha\alpha} e_{\alpha\alpha} + \sum_{\eta, \gamma \in \{y, z\}} E_{\alpha\beta\eta\gamma} e_{\eta\gamma}, \\ \sigma_{x\beta} = 2 \sum_{\eta \in \{y, z\}} E_{x\beta\eta\eta} e_{x\eta}, \\ \alpha, \beta \in \{y, z\} \text{ и } \alpha = \beta = x. \quad (37)$$

Формулы для жесткостных функций тензора напряжений принимают следующий вид:

$$\left( \tau_{xx}^\eta \right)^{\bar{k}} = E_{xxxx} \left( \frac{d(U_x^\eta)^{\bar{k}}}{d\xi_x} + (U_x^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} \right) + \\ + 0.5 \sum_{\varphi \leq \psi \in \{y, z\}} E_{xx\varphi\psi} (2 - \delta_{\varphi\psi}) \left( (U_\varphi^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\varphi} + (U_\psi^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\psi} \right), \\ \left( \tau_{\alpha\beta}^\eta \right)^{\bar{k}} = E_{\alpha\beta\alpha\alpha} \left( \frac{d(U_x^\eta)^{\bar{k}}}{d\xi_x} + (U_x^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} \right) + \\ + 0.5 \sum_{\varphi \leq \psi \in \{y, z\}} E_{\alpha\beta\varphi\psi} (2 - \delta_{\varphi\psi}) \left( (U_\varphi^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\varphi} + (U_\psi^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\psi} \right), \\ \left( \tau_{x\beta}^\eta \right)^{\bar{k}} = \sum_{\psi \in \{y, z\}} E_{x\beta\psi\psi} \left( \frac{d(U_\psi^\eta)^{\bar{k}}}{d\xi_x} + (U_x^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_x} + (U_\psi^\eta)^{\bar{k}-\bar{\alpha}_\psi} \right), \\ \alpha, \beta \in \{y, z\}. \quad (38)$$

Из формул (38) следует, что часть жесткостных функций тождественно равна нулю:

$$\left( \tau_{xx}^{v_x} \right)^{\bar{y}} = \left( \tau_{xx}^{v_y} \right)^{\bar{x}} = \left( \tau_{xx}^{v_x} \right)^{\bar{z}} = \left( \tau_{xx}^{v_z} \right)^{\bar{x}} = 0, \\ \left( \tau_{\beta x}^{v_\psi} \right)^{\bar{\psi}} = \left( \tau_{\beta x}^{v_y} \right)^{\bar{z}} = \left( \tau_{\beta x}^{v_z} \right)^{\bar{y}} = 0, \\ \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\varphi} \right)^{\bar{x}} = \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_x} \right)^{\bar{\varphi}} = 0, \beta, \varphi \in \{y, z\}, \\ \psi \in \{x, y, z\}, \quad (39)$$

другая часть постоянна на ячейке:

$$\left( \tau_{xx}^{v_y} \right)^{\bar{z}} = \left( \tau_{xx}^{v_z} \right)^{\bar{y}} = \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1} \left\langle \frac{E_{xxyy}}{E_{xxxx}} \right\rangle, \\ \left( \tau_{xx}^{v_\psi} \right)^{\bar{\psi}} = \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1} \left\langle \frac{E_{xx\psi\psi}}{E_{xxxx}} \right\rangle, \\ \left( \tau_{yx}^{v_x} \right)^{\bar{z}} = \left( \tau_{yx}^{v_z} \right)^{\bar{x}} = \left( \tau_{zx}^{v_x} \right)^{\bar{y}} = \left( \tau_{zx}^{v_y} \right)^{\bar{x}} = \frac{1}{\Delta} \widehat{E}_{xyxz}, \\ \left( \tau_{\beta x}^{v_x} \right)^{\bar{\beta}} = \left( \tau_{\beta x}^{v_\beta} \right)^{\bar{x}} = \frac{1}{\Delta} \widehat{E}_{x\beta x\beta}, \\ \widehat{\Delta} = \widehat{E}_{xzxz} \widehat{E}_{xyxy} - \left( \widehat{E}_{xyxz} \right)^2, \\ \widehat{E}_{\alpha\beta\varphi\psi} = \left\langle \frac{E_{\alpha\beta\varphi\psi}}{\Delta} \right\rangle, \\ \Delta = E_{xyxy} E_{xzxz} - \left( E_{xyxz} \right)^2, \quad (40)$$

третья часть зависит от переменной ячейки:

$$\left( \tau_{\alpha\beta}^{v_\psi} \right)^{\bar{\psi}} = \frac{E_{\alpha\beta\alpha\alpha}}{E_{xxxx}} \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1} \left\langle \frac{E_{xx\psi\psi}}{E_{xxxx}} \right\rangle + \left( E_{\alpha\beta\psi\psi} - \frac{E_{\alpha\beta\alpha\alpha} E_{xx\psi\psi}}{E_{xxxx}} \right), \\ \alpha, \beta, \psi \in \{y, z\}, \\ \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_y} \right)^{\bar{z}} = \left( \tau_{\alpha\beta}^{v_z} \right)^{\bar{y}} = \frac{E_{\alpha\beta\alpha\alpha}}{E_{xxxx}} \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1} \left\langle \frac{E_{xxyz}}{E_{xxxx}} \right\rangle + \left( E_{\alpha\beta yz} - \frac{E_{\alpha\beta\alpha\alpha} E_{xxyz}}{E_{xxxx}} \right) \quad (41)$$

Для макросреды выполняется закон Гука (37), причем формулы для макроупругих констант имеют вид:

$$\widetilde{E}_{xxxx} = \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1}, \\ \widetilde{E}_{xx\alpha\beta} = \widetilde{E}_{\alpha\beta xx} = \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1} \left\langle \frac{E_{xx\alpha\beta}}{E_{xxxx}} \right\rangle, \\ \widetilde{E}_{x\alpha\alpha\beta} = \frac{1}{\Delta} \widehat{E}_{x\alpha\alpha\beta}, \\ \widetilde{E}_{\alpha\beta\varphi\lambda} = \left\langle \frac{E_{\alpha\beta\alpha\alpha}}{E_{xxxx}} \right\rangle \left\langle \frac{1}{E_{xxxx}} \right\rangle^{-1} \left\langle \frac{E_{xx\varphi\lambda}}{E_{xxxx}} \right\rangle + \left\langle E_{\alpha\beta\varphi\lambda} - \frac{E_{\alpha\beta\alpha\alpha} E_{xx\varphi\lambda}}{E_{xxxx}} \right\rangle, \\ \alpha, \beta, \varphi, \lambda \in \{y, z\}. \quad (42)$$

Из формул (42) можно сделать выводы, что макроупругие константы в целом зависят не только от упругих констант периодической среды с теми же самыми индексами, но и от упругих констант с другими индексами. Указанные зависимости существенно отличаются от формул, получаемых на основе гипотез о характере напряженного состояния периодических ячеек [4].

### Библиографический список

1. Горынин Г.Л., Немировский Ю.В. Метод асимптотического расщепления для упругой 3-периодической среды // Современные проблемы прикладной математики и механики: теория, эксперимент и практика [Электронный ресурс] / Международная конференция, посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко, Новосибирск, Россия, 30 мая – 4 июня 2011 г., Новосибирск, ИВТ СО РАН, 2011, № гос. регистрации – 0321101160.

2. Горынин Г.Л., Немировский Ю.В. Деформирование слоистых анизотропных стержней в пространственной постановке. 1: Продольно-поперечный изгиб и условие кромочной совместности // Механика композитных материалов. – 2009. – Т. 45, № 3. – С. 379–410.

3. Бахвалов Н.С., Опанасенко Г.П. Осреднение процессов в периодических средах. – М.: Наука, 1984. – 352 с.

4. Ванин Г.А. Метод усреднения в теории упругости композиционных материалов // Прикл. механика. – 1984. – Т. 20, № 12. – С. 39–45.

### MATHEMATICAL MODELLING OF MACROCHARACTERISTICS 1-PERIODIC LVL-MATERIAL AT CALCULATION OF DESIGNS TRANSPORT CONSTRUCTIONS

G.L. Gorynin

The averaging method is considered, allowing to receive macrocharacteristics for a LVL-material, used at calculation of designs of transport constructions. Macrocharacteristics are calculated as integrals rigidity functions which are by the decision of family of recurrent problems on a periodic cell. Are received the asymptotic formulas allowing on macrosizes to restore value mikro - movings and pressure to each point of a design.

*Горынин Глеб Леонидович – доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой «Строительные технологии и конструкции» Сургутского государственного университета, основное направление научных исследований – механика слоистых композитных конструкций. Общее количество публикаций – свыше 80. E-mail: ggorynin@list.ru*

УДК 624.21

## ВЛИЯНИЕ НЕПОДВИЖНЫХ ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ НА НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ ПРИ ИХ НЕССИМЕТРИЧНОМ ЗАГРУЖЕНИИ ПОДВИЖНОЙ НАГРУЗКОЙ

П. П. Ефимов

**Аннотация.** В работе показано, как при вертикальном воздействии нагрузки в неподвижных опорных частях появляются дополнительные горизонтальные реакции, влияющие на напряжённо-деформированное состояние пролётных строений мостов. Анализ были подвергнуты сталежелезобетонные и металлические решётчатые пролётные строения.

**Ключевые слова:** сталежелезобетон; изгибная жёсткость; опорные части; решётчатые фермы.

### Введение

При обработке данных статических испытаний мостов нередко приходилось сталкиваться с неравномерным распределением напряжений по ширине нижних поясов сталежелезобетонных пролётных строений. Это свидетельствовало о том, что помимо изгибающего момента, действующего в вертикальной плоскости, а также крутящего момента в конструкции появляются дополнительные силовые факторы. Кроме того, при динамических испытаниях одного из мостов через реку Иртыш в городе Омске было выявлено, что при воздействии на пролётное строение верти-

кальной подвижной нагрузки в конструкции, помимо вертикальных колебаний, возникали поперечные. Совпадение частот этих вынужденных колебаний (при существенно отличных собственных) свидетельствовало о том, что в силу возникновения дополнительных силовых факторов, между этими колебаниями существует определённая взаимосвязь. Выявлению этих дополнительных силовых факторов и посвящена эта статья.

### Утверждение

Дополнительными силовыми факторами, влияющих на статическую и динамическую работу пролётных строений являются горизонтальные

составляющие опорных реакций, возникающие в опорных частях.

**Теоретическое обоснование**

Представим расчётную модель разрезного сталежелезобетонного пролётного строения тонкостенным пространственным элементом (Рис. 1).

Подвижную опорную часть представим вертикальной связью, неподвижную – продольной горизонтальной связью. Кроме указанных связей в опорные части введём дополнительные поперечные горизонтальные связи. От силы  $P$ , приложенной в произвольной точке модели, возникает крутящий момент, от которого в горизонтальных связях возникнут реакции  $H_z$  и  $H_x$ . Между указанными реакциями существует очевидная связь

$$H_z \cdot b = H_x \cdot L. \quad (1)$$

От реакций  $H_x$  и  $H_z$  в конструкции возникает изгибающий момент

$$M_y = H_x \cdot z = H_z \cdot z \cdot (b/L). \quad (2)$$

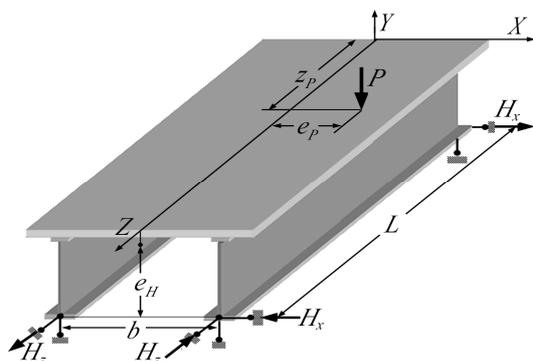


Рис. 1. Схема загрузки расчётной модели

Так как опирание пролётного строения осуществляют не на уровне центра изгибающего кручения, а на значительном удалении от него –  $e_H$ , то от взаимно уравновешенных реакций  $H_z$  в опорном сечении возникнет бимомент

$$B_H = H_z \cdot b \cdot e_H, \quad (3)$$

который распределяется по длине пролёта в соответствии с выражением

$$B_H(z) = B_H \cdot sh \frac{k}{L} z / sh k \quad (4)$$

где  $k = \sqrt{G \cdot I_{кр} / E \cdot I_{\omega}}$  – изгибно-крутильная характеристика поперечного сечения;  $I_{кр}$  – момент инерции свободного кручения;  $I_{\omega}$  – главный секториальный момент инерции.

От внешней нагрузки  $P$ , приложенной с эксцентриситетом –  $e_p$ , в пролётном строении возникнет бимомент:

на участке  $0 \leq z < z_p$

$$B_P(z) = P \cdot e_p \cdot \frac{L}{k} \cdot sh \left( \frac{k}{L} \cdot (L - z_p) \right) \cdot sh \left( \frac{k}{L} \cdot z \right) / sh k; \quad (5)$$

на участке  $z_p \leq z < L$

$$B_P(z) = P \cdot e_p \cdot \frac{L}{k} \cdot sh \left( \frac{k}{L} \cdot z_p \right) \cdot sh \left( \frac{k}{L} \cdot (L - z) \right) / sh k. \quad (6)$$

Суммарный бимомент от нагрузки  $P$  и вызванной ею реакции  $H_z$  определяется выражением

$$B(z) = B_P(z) + B_H(z). \quad (7)$$

Выражение (7) характеризует работу пролётного строения на изгибное кручение, но им нельзя воспользоваться до тех пор, пока не будет найдено значение  $H_z$ , для нахождения которого воспользуемся методом сил.

Отбросим горизонтальные связи в неподвижных опорных частях, а их влияние заменим реакциями  $H_z$ . При учёте только изгибающего кручения расчётная модель пролётного строения может быть представлена как система один раз статически неопределимой, в соответствии с которой

$$H_z = -\delta_{PH} / \delta_{HH}, \quad (8)$$

где

$$\delta_{PH} = -\frac{P \cdot e_p \cdot e_H \cdot b \cdot L}{k \cdot E \cdot I_{\omega} \cdot sh^2 k} \times \left[ \begin{aligned} &0,25 \cdot \frac{L}{k} \cdot sh \left( \frac{k}{L} \cdot (L - z_p) \right) \cdot \left( sh \left( \frac{2k}{L} \cdot z_p \right) - 2 \cdot \frac{k}{L} \cdot z_p \right) + \rightarrow \\ &\times \rightarrow + sh \left( \frac{k}{L} \cdot z_p \right) \cdot \left( 0,25 \cdot \frac{L}{k} \cdot sh \left( k \cdot \left( ch 2k - ch \left( \left( \frac{2k}{L} \right) \cdot z_p \right) \right) \right) \right) \rightarrow \\ &- \rightarrow \frac{L}{k} \cdot ch \left( k \cdot \left( 0,25 \cdot \left( sh 2k - sh \left( \frac{2k}{L} \cdot z_p \right) \right) - 0,5 \cdot \frac{k}{L} \cdot (L - z_p) \right) \right) \end{aligned} \right];$$

$$\delta_{HH} = \frac{L^2 \cdot b^2}{E \cdot I_{\omega} \cdot sh^2 k} \cdot \frac{L}{k} \cdot (0,25 \cdot sh 2k - 0,5 \cdot k) + \frac{L \cdot b^2}{3 \cdot E \cdot I_y}.$$

Численный анализ использования изложенной методики для определения дополнительных усилий в неподвижных опорных частях показывает, что значения  $H_z$  для сплошнотенчатых сталежелезобетонных пролётных строений может достигать десятки *тс*.

Проверим, распространяется ли высказанное ранее утверждение на решётчатые пролётные строения. Для этого рассмотрим решётчатое пролётное строение ездой понизу (Рис. 2) с несущей конструкцией ездового полотна в виде сплошного ортотропного настила. Опорные закрепления примем такими же, как и в предыдущем примере. Загрузим пролётное строение одной колонной автомобильной нагрузки А14, установленной по второй схеме загрузки. На рисунке 2 нагрузка

показана, приведённой к узлам – поперечным балкам.

Как один из результатов расчёта на рисунке 3 показаны основные – вертикальные реакции и дополнительные – продольные и поперечные горизонтальные реакции. Как видно из приведенных данных дополнительные продольные реакции (219 кН) на неподвижных опорных частях составляют тридцать процентов от основных вертикальных реакций (710 кН). Такие дополнительные, естественно, оказывают существенное влияние не только на напряжённое состояние элементов конструкции, но и на деформированное состояние пролётного строения в целом.

На рисунке 4 показан вид сверху на деформированное состояние пролётного строения. Из приведенного рисунка следует, что поперечный контур пролётного строения, не смотря на наличие поперечных связей, подвержен существенному деформированию, что естественно при кручении решётчатого пролётного строения. Нельзя не обратить внимание на то, что пролётное строение

подвержено существенному изгибу в горизонтальной плоскости. Этот изгиб может быть объяснён влиянием совместного действия продольных и поперечных горизонтальных реакций.

Следует также обратить внимание на тот факт, что горизонтальные изгибные деформации пролётного строения в уровне нижних поясов существенно меньше деформаций в уровне верхних поясов. Это объясняется тем, что изгибным деформациям нижних поясов препятствует металлический ортотропный настил ездового полотна. Этот настил во многом влияет и на уменьшение горизонтальных продольных реакций в неподвижных опорах.

#### Вывод

Дополнительные горизонтальные реакции существенно влияют на напряжённое состояние пролётных строений, что необходимо учитывать при проектировании основных несущих конструкций, а также опорных частей и опор.

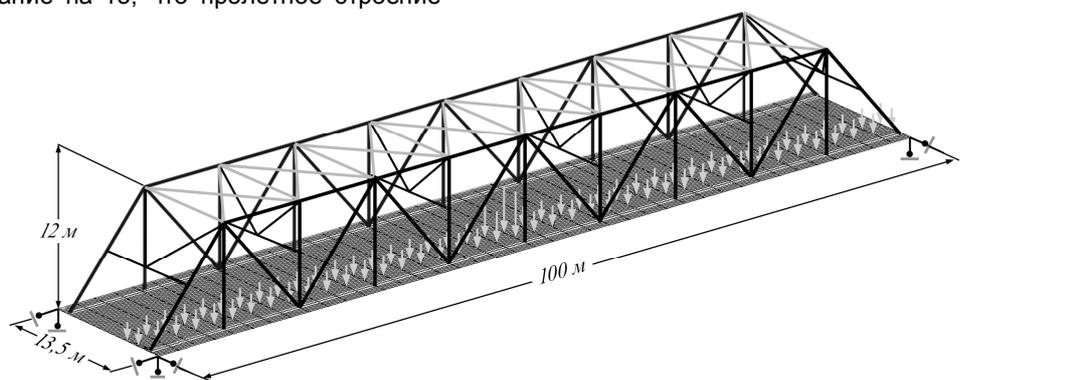


Рис. 2. Расчётная схема модели и её загрузка временной нормативной нагрузкой

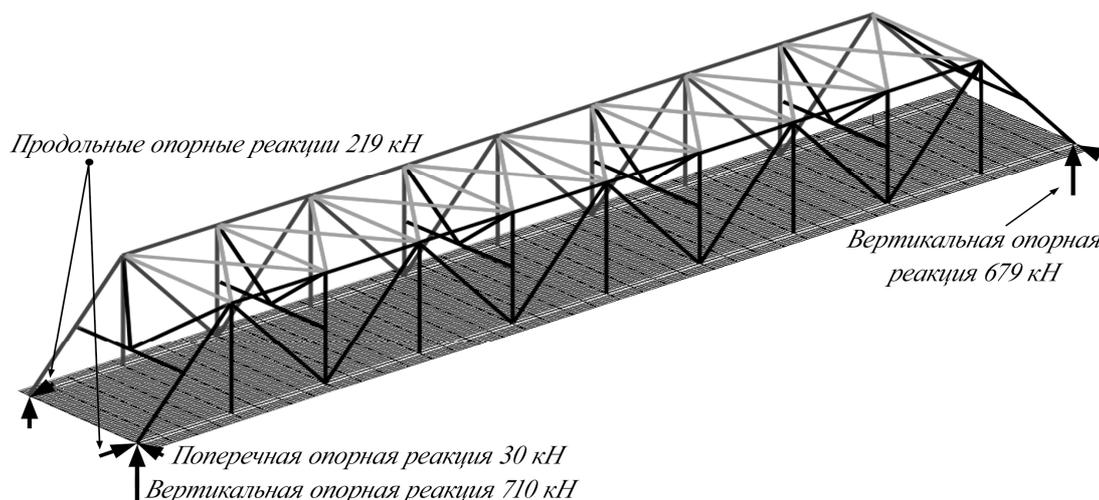


Рис. 3. Результаты расчёта по определению опорных реакций

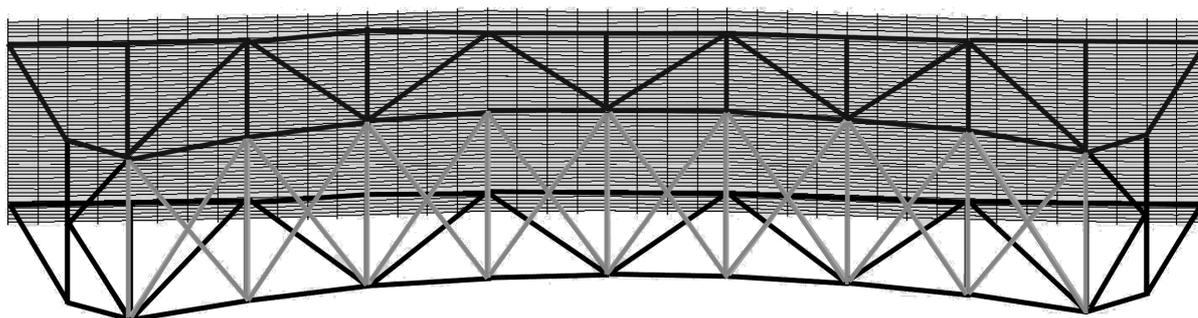


Рис. 4. Деформированное состояние расчётной модели (вид сверху)

**Библиографический список**

1. Власов В.З. Избранные труды, т. 2. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1963. -507 с.

**INFLUENCE FIXED BEARING STRESSED STATE SUPERSTRUCTURE AT THEIR NONSYMMETRICAL LOADED MOVING LOAD**

Efimov P.P.

In this work It is shown as a vertical load of the fixed bearings have additional horizontal reaction affecting the stress-strain state of the bridge spans. Were analyzed composite and metal lattice spans.

*Ефимов Павел Петрович - доктор технических наук, профессор Основные направления научной деятельности – исследование фактической работы эксплуатируемых пролётных строения мостов; управление динамическим процессом динамического воздействия движущегося транспорта на мосты.*

УДК 625.731:625.8.001.2

**РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ АРМИРОВАННОЙ МНОГОСЛОЙНОЙ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

С. А. Матвеев, Н.Н. Литвинов

**Аннотация.** Предложена расчетная модель двухслойной дорожной одежды с армированным верхним слоем при воздействии статической нагрузки. Решение приводится в рамках плоской задачи теории упругости в рядах Фурье. В качестве примера приведен расчет двухслойной дорожной одежды с армированным верхним слоем. Результаты сравниваются с данными, полученными ранее.

**Ключевые слова:** математическая модель, армирование, дорожная одежда.

Рассмотрим двухслойную систему, состоящую из ортотропного верхнего слоя (слой 1) и изотропного нижнего (слой 2). Конструкция нагружена распределенной нагрузкой по некоторой области шириной  $l$  (в направлении оси  $x$ ) и простирающуюся неограниченно в продольном направлении  $y$ .

Выберем направление осей так, чтобы ось  $x$  была направлена горизонтально, а ось  $z$  - вертикально вниз.

Запишем решение плоской задачи для ортотропного материала:

Решение плоской задачи будем искать с использованием функции напряжений  $\varphi$ , такой, что выполняются соотношения:

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}, \sigma_z = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}, \tau_{xz} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial z} \quad (1)$$

Обобщенный закон Гука для ортотропного материала:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= a_{11}\sigma_x + a_{12}\sigma_z \\ \varepsilon_z &= a_{21}\sigma_x + a_{22}\sigma_z; \\ \gamma_{xz} &= a_{33}\tau_{xz} \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнения совместности деформаций имеют вид:

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \gamma_{xz}}{\partial x \partial z} = 0; \quad (3)$$

Подставляя (2) в (3) и поделив обе части на  $a_{11}$  получим:

$$\frac{\partial^4 \varphi}{\partial z^4} + (2d_1 + d_3) \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial z^2} + d_2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} = 0, \quad (4)$$

где

$$d_1 = \frac{a_{12}}{a_{11}}; d_2 = \frac{a_{22}}{a_{11}}; d_3 = \frac{a_{33}}{a_{11}}.$$

Представим функцию напряжений  $\varphi$  в виде ряда Фурье:

$$\varphi(x, z) = \sum_{m=1}^{\infty} Z_m \cos \lambda x, \lambda = \frac{m\pi}{l}; \quad (5)$$

$l$  – ширина упругого слоя

После подстановки (5) в (4) выражение принимает вид:

$$Z_m^{IV} - 2\gamma Z_m'' + \delta Z_m = 0;$$

где

$$\gamma = 0.5(2d_1 + d_3)\lambda^2, \quad \delta = \lambda^2 \sqrt{d_2}. \quad (6)$$

Решение этого дифференциального уравнения будем искать в виде:

$$Z_m(z) = Ce^{r_2 z}; \quad (7)$$

Составим характеристическое уравнение:

$$r^4 - 2\gamma r^2 + \delta^2 = 0; \quad (8)$$

Решениями этого уравнения будут 4 корня:

$$r_1 = \sqrt{\gamma + \sqrt{(\gamma^2 + \delta^2)}}; r_2 = \sqrt{\gamma - \sqrt{(\gamma^2 + \delta^2)}}$$

$$r_3 = -\sqrt{\gamma + \sqrt{(\gamma^2 + \delta^2)}}; r_4 = -\sqrt{\gamma - \sqrt{(\gamma^2 + \delta^2)}};$$

Функция  $Z_m$  определяется из общего решения:

$$Z_m(z) = Ae^{r_1 z} + Be^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + De^{r_4 z};$$

Функция напряжений  $\varphi$  с учетом (5) примет вид:

$$\varphi(x, z) = \sum_{m=1}^{\infty} (Ae^{r_1 z} + Be^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + De^{r_4 z}) \cos \lambda x; \quad (11)$$

Уравнения напряжений после подстановки (11) в (1) выразятся равенствами:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sum_{m=1}^{\infty} (Ar_1^2 e^{r_1 z} + Br_2^2 e^{r_2 z} + Cr_3^2 e^{r_3 z} + Dr_4^2 e^{r_4 z}) \cos \lambda x \\ \sigma_z &= \sum_{m=1}^{\infty} -\lambda^2 (Ae^{r_1 z} + Be^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + De^{r_4 z}) \cos \lambda x \\ \tau_{xz} &= \sum_{m=1}^{\infty} \lambda (Ar_1 e^{r_1 z} + Br_2 e^{r_2 z} + Cr_3 e^{r_3 z} + Dr_4 e^{r_4 z}) \sin \lambda x; \end{aligned} \quad (12)$$

Разложим нагрузку в ряд Фурье:

$$q(x) = \sum_{m=1}^{\infty} q_m \cos \lambda x;$$

$$q_m = \frac{2q_0}{l} \int_{-a/2}^{a/2} \cos \lambda x = \frac{4q_0}{m\pi} \sin \frac{\lambda a}{2};$$

где  $a$  – ширина равномерной нагрузки  
Горизонтальные и вертикальные перемещения определим из соотношений Коши:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x}; \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z};$$

Из выражений (14) с учетом (2) получим:

$$u = \int \varepsilon_x dx = a_{11} \int \sigma_x dx + a_{12} \int \sigma_z dx$$

$$w = \int \varepsilon_z dz = a_{21} \int \sigma_x dz + a_{22} \int \sigma_z dz;$$

После интегрирования будем иметь:

$$u = \frac{a_{11}}{\lambda} (Ar_1^2 e^{r_1 z} + Br_2^2 e^{r_2 z} + Cr_3^2 e^{r_3 z} + Dr_4^2 e^{r_4 z}) \sin \lambda x - a_{12} \lambda (Ae^{r_1 z} + Be^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + De^{r_4 z}) \sin \lambda x,$$

$$w = a_{21} (Ar_1 e^{r_1 z} + Br_2 e^{r_2 z} + Cr_3 e^{r_3 z} + Dr_4 e^{r_4 z}) \cos \lambda x - \quad (16)$$

$$a_{22} \lambda^2 \left( \frac{A}{r_1} e^{r_1 z} + \frac{B}{r_2} e^{r_2 z} + \frac{C}{r_3} e^{r_3 z} + \frac{D}{r_4} e^{r_4 z} \right) \cos \lambda x;$$

Для изотропного материала решением дифференциального уравнения (4) является функция

$$Z_m'(z) = Ae^{r_1 z} + Bze^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + Dze^{r_4 z}; \quad (17)$$

(9)

Уравнения напряжений для изотропного материала выразятся равенствами:

$$\sigma_x = \sum_{m=1}^{\infty} (Ar_1^2 e^{r_1 z} + Br_1 e^{r_1 z} (r_1 z + 2) + Cr_3^2 e^{r_3 z} + Dr_3 e^{r_3 z} (r_3 z + 2)) \cos \lambda x$$

$$\sigma_z = \sum_{m=1}^{\infty} -\lambda^2 (Ae^{r_1 z} + Bze^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + Dze^{r_4 z}) \cos \lambda x$$

$$\tau_{xz} = \sum_{m=1}^{\infty} \lambda (Ar_1 e^{r_1 z} + Be^{r_2 z} (r_1 z + 1) + Cr_3 e^{r_3 z} + De^{r_4 z} (r_3 z + 1)) \sin \lambda x; \quad (18)$$

Перемещения определяются выражениями:

$$\begin{aligned} u &= \frac{1}{E_x} \int \sigma_x dx - \frac{\mu}{E_z} \int \sigma_z dx = \frac{1}{E\lambda} \left( Ar_1^2 e^{r_1 z} + Br_1 e^{r_1 z} (r_1 z + 2) + \right) \sin \lambda x + \\ &+ \frac{\lambda\mu}{E_z} (Ae^{r_1 z} + Bze^{r_2 z} + Ce^{r_3 z} + Dze^{r_4 z}) \sin \lambda x, \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} w &= \frac{1}{E_z} \int \sigma_z dz - \frac{\mu}{E_x} \int \sigma_x dz = \frac{-\lambda^2 \cos \lambda x}{E} \times \\ &\times \left( \frac{A}{r_1} e^{r_1 z} + B \left( \frac{ze^{r_1 z}}{r_1} - \frac{e^{r_1 z}}{r_1^2} \right) + \frac{C}{r_3} e^{r_3 z} + D \left( \frac{ze^{r_3 z}}{r_3} - \frac{e^{r_3 z}}{r_3^2} \right) \right) - \\ &- \frac{\mu \cos \lambda x}{E_x} (Ar_1 e^{r_1 z} + Be^{r_2 z} (r_1 z + 1) + Cr_3 e^{r_3 z} + De^{r_4 z} (r_3 z + 1)); \end{aligned}$$

Постоянные интегрирования A, B, C, D определяются из граничных условий и условий сопряжения слоев.

Рассмотрим в качестве примера двухслойную систему [1]: верхний слой армирован, нижний без армирования. Ее характеристики приведены в табл. 1.

Определим постоянные интегрирования из граничных условий:

Условия на границе слоев:

$$\sigma_z^1 = \sigma_z^2, \tau_{xz}^1 = \tau_{xz}^2, u^1 = u^2, w^1 = w^2 \quad (20)$$

Граничные условия:

$$x \in \left[ -\frac{a}{2}, \frac{a}{2} \right] \text{ При } z=0 \quad \sigma_z = -q; \sigma_z = 0$$

при  $x < -a/2; x > a/2$ . (21)

При  $z=0 \quad \tau_{xz} = 0,$   
 При  $z=h \quad u=0,$   
 При  $z=h \quad w=0.$

Подставляя граничные условия в соответствующие уравнения и разрешая систему относительно постоянных получим численные значения исследуемых параметров.

Таблица 1 - Исходные данные

Параметр	Обозначение	Размерность	Числовое значение
Слой 1			
Модуль упругости в направлении x	$E_1$	кПа	41298,4
Модуль упругости в направлении z	$E_2$	кПа	46185,1
Модуль сдвига в плоскости xz	$G_{12}$	кПа	15895
Коэффициент Пуассона	$\nu_{12}$		0,31532
Толщина слоя	$h_1$	м	0.2
Ширина упругого слоя	$a$	м	1
Длина грузовой площадки	$a$	м	0,1
Интенсивность нагрузки	$q$	кПа	100
Слой 2			
Модуль упругости в направлении x	$E_x$	кПа	4000
Модуль упругости в направлении z	$E_z$	кПа	4000
Модуль сдвига в плоскости xz	$G_{12}$	кПа	15895
Коэффициент Пуассона	$\nu_{12}$		0,35
Толщина слоя	$h_2$	м	1

Сравним результаты расчета армированной двухслойной конструкции общей толщиной 1,2м с ортотропным верхним слоем толщиной 0,2м и неармированной изотропной дорожной одеждой такой же толщины ( $h = 1,2\text{м}$ ). Результаты вычислений максимального прогиба представлены на рис. 1.

По результатам численного расчета максимальный прогиб изотропного слоя составил  $6,68 \cdot 10^{-3}$  м, а с армированным верхним слоем  $1,6 \cdot 10^{-3}$  м, т.е. в 4,2 раза меньше. Данные согласуются с результатами, полученными ранее [1, стр. 312].

Эффект армирования определяется выражением:

$$K = \frac{w_0 - w_a}{w_0} \cdot 100\%$$

Где  $w_0$  – прогиб неармированной конструкции,  $w_a$  – прогиб армированной конструкции.

Эффект армирования составляет:

$$K = \frac{6.68 \cdot 10^{-3} - 1.6 \cdot 10^{-3}}{6.68 \cdot 10^{-3}} \cdot 100\% = 76\%$$

### Библиографический список

1. Матвеев С.А., Немировский Ю.В. Армированные дорожные конструкции. Моделирование и расчет. Новосибирск, «Наука», 2006.
2. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. Москва, «Высшая школа», 1990.

### SOLVE THE PLANE PROBLEM FOR REINFORCED MULTILAYER PAVEMENT

S.A. Matveev, N.N. Litvinov

We propose a two-layer computational model of pavement with reinforced-nym upper layer when exposed to static loads. The solution is given in the framework of a plane problem of elasticity theory in the Fourier series. As an example, a calculation of the bilayer-term pavement with reinforced top layer. The results are compared with data obtained previously.

УДК 625.712: 625.734: 656.13

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ НА НАЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДАХ ГОРОДСКИХ ДОРОГ И УЛИЦ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

М.Г. Симуль, А.С. Александров

**Аннотация:** Предложены математические модели, связывающие число конфликтов, возникающих в разное время суток на наземных пешеходных переходах между пешеходом и транспортным средством, с шириной перехода, интенсивностью движения пешеходов, расстоянием между переходами, шириной проезжей части. Разработанные модели позволяют определить число конфликтов в зоне наземных пешеходных переходов, и затем риск возникновения ДТП.

**Ключевые слова:** безопасность движения, конфликтные ситуации, пешеходный переход.

### Введение

Безопасность движения является важнейшим потребительским свойством автомобильной дороги. Для оценки безопасности движения применяются различные методы: коэффициентов безопасности, коэффициентов аварийности и конфликтных ситуаций. Недостатки этих методов обсуждались специалистами [2, 5], что позволило сформировать общее мнение, в соответствии с которым для оценки безопасности движения необходимо применение вероятностных подходов.

### Основная часть

Одними из первых математических моделей являются эмпирические формулы Смиида, представляющие собой степенные функции, связывающие количество ДТП, число погибших и раненных в них людей с количеством зарегистрированных транспортных средств и численностью населения. Анализ оригинальной и модифицированных моделей Смиида показывает, что все решения не учитывают влияние дорожных условий. Поэтому такие модели не позволяют анализировать причины ДТП и проводить мероприятия, повышающие безопасность движения.

В.В. Столяров для оценки опасности движения применил теорию риска. В этом случае вероятность возникновения ДТП определяется по формуле [3]:

$$r_g = \frac{Z_g}{N_g}, \quad (1)$$

где  $Z_g$  и  $N_g$  – число ДТП, произошедших при скорости  $g$  и общее число автомобилей, прошедших по данному участку с этой же скоростью.

Суммарный риск по В.В. Столярову определяется по формуле [3]:

$$R = \sum_{i=1}^{n-1} r_i + r_n - r_n \cdot \sum_{i=1}^{n-1} r_i. \quad (2)$$

В исследованиях В.В. Столярова [3] получен ряд оригинальных моделей для оценки риска ДТП от различных дорожных условий: радиуса кривой в плане, длины остановочного пути, ширины проезжей части и краевых укрепительных полос обочин.

Семехин Э.Ф. и Александров Н.Н. для дорог разных категорий предложили формулы, позволяющие определять вероятность возникновения ДТП в зависимости от значений продольных и поперечных

уклонов [2].

Александров Н.Н. предложил рассчитывать риск ДТП в зависимости от интенсивности движения по формуле [1]:

$$r = 6,99 \cdot 10^{-5} \cdot 2,66 \cdot 10^{11} \cdot N_{zod} + 1,73 \cdot 10^{18} \cdot N_{zod}^2 + 9,48 \cdot 10^{25} \cdot N_{zod}^3, \quad (3)$$

где  $N_{zod}$  – число автомобилей, прошедших по участку в течение года, ед/год.

Математическое моделирование применяется при прогнозировании количества ДТП, причиной которых является состояние покрытия по ровности, скользкости и т.п. Wehner B., Schulze K.-H., Dames J., Lange H. [5], Kamplade J., Schmitz H. [4] приводят зависимости позволяющие определять количество ДТП на мокром покрытии в зависимости от коэффициента сцепления.

Для расчета значений коэффициентов сцепления предложены математические модели, в которых в качестве значащих факторов задействованы скорость движения, параметры шероховатости и активная глубина слоя стока.

Методы, основанные на применении математического моделирования вероятности возникновения ДТП, являются наиболее обоснованными. Следует отметить достаточно глубокую проработку вопросов влияния на риски ДТП геометрических элементов плана и профиля дороги, состояния покрытия, видимости и т.д. В основном эти исследования относятся к дорогам общего пользования. Для городских дорог наибольший практический интерес вызывают исследования безопасности движения на мостах, остановках общественного транспорта, пересечениях и примыканиях, пешеходных переходах, расположенных как в пределах перекрестков, так и вне их. В соответствии с нормативными документами коэффициенты аварийности и тяжести последствий ДТП, произошедших на перекрестках, имеют одни из самых высоких значений. Поэтому повышение безопасности пешеходного движения на перекрестках является актуальной задачей. Эта задача требует разработки математических моделей, позволяющих оценивать, как риск ДТП на пешеходном переходе, так и учитывать влияние мероприятий по повыше-

нию безопасности пешеходного движения на количество и тяжесть ДТП. Для решения этой задачи авторами выполнены экспериментальные исследования на наземных пешеходных переходах дорог и улиц г. Омска.

Объектом исследования были 190 пешеходных переходов, из которых 118 регулируемые, а 72 нерегулируемые.

Функцией отклика ( $Y$ ) является среднее число нарушений требований организации движения водителями в единицу времени (час).

Измерение интенсивности движения транспортных и пешеходных потоков на участке пешеходного перехода проводилось по нормативной методике с одновременной фиксацией нарушений водителями требований ПДД.

Измерения проводились в течение недели, включая выходные дни, в два периода времени:

- с 15.00 до 16.00 ч (межпиковый период);
- с 16.00 до 18.00 ч (пиковый период).

Для каждого пешеходного перехода подсчитывалось среднее значение нарушений, зафиксированных в течение часа в разные дни наблюдений.

Перечень факторов и уровни их варьирования приведены в таблице 1.

Влияние факторов, указанных в таблице 1, приведено в виде одномерных зависимостей (рис. 1-4), анализ которых позволяет сделать вывод о степени влияния того или иного фактора на число нарушений в зоне пешеходных переходов.

Как показал эксперимент, увеличение ширины пешеходного перехода с 2,5 до 5 м (рис. 1) приводит к снижению числа нарушений примерно в 5-6 раз.

Наибольшее число нарушений возникает на дорогах с шириной проезжей части 23 м (рис. 2). Это обусловлено тем, что на многополосных городских магистралях водители превышают разрешенную скорость движения и не успевают ее снизить для пропуска появившегося пешехода.

С увеличением интенсивности движения пешеходов (рис. 3) увеличивается и число нарушений со стороны водителей. Поэтому нерегулируемые пешеходные переходы целесообразны только при сравнительно невысокой интенсивности пешеходного движения.

Таблица 1 – Факторы и уровни их варьирования

Фактор	Уровень варьирования
Ширина пешеходного перехода ( $X_1$ ), м	2,5-5,0
Ширина проезжей части ( $X_2$ ), м	4-14
Интенсивность пешеходного потока ( $X_3$ ), чел./ч (оба напр.)	21-1371
Расстояние до подземного перехода ( $X_4$ ), м	100-1400

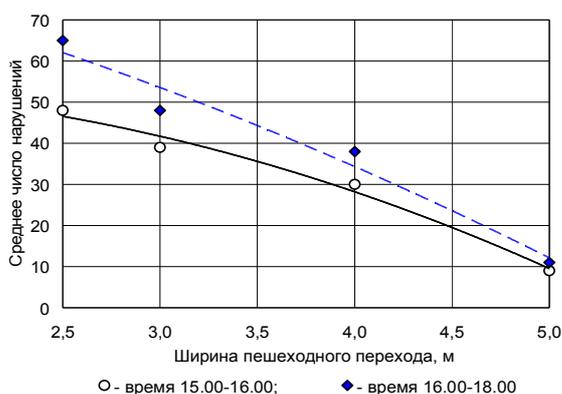


Рис. 1. Зависимость числа нарушений от ширины пешеходного перехода

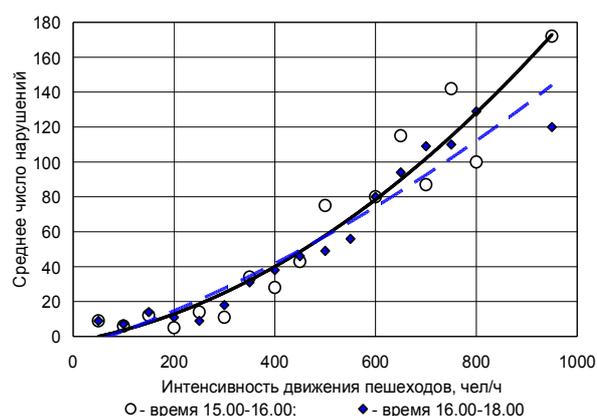


Рис. 3. Зависимость числа нарушений от интенсивности движения пешеходов

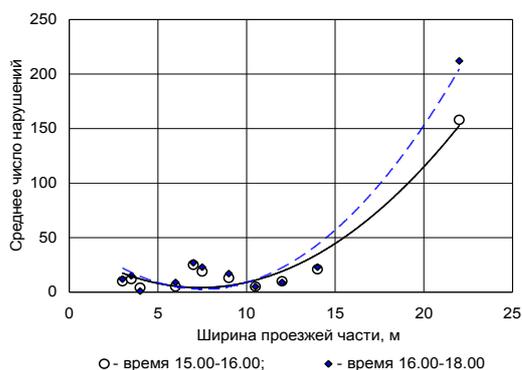


Рис. 2. Зависимость числа нарушений от ширины проезжей части

С увеличением расстояния (рис. 4) до подземного перехода количество нарушений сначала возрастает, достигает максимума примерно на расстоянии 800-900 м до подземного перехода, а затем снижается.

Зависимости, представленные на рис. 1-4, имеют нелинейный характер, поэтому для их описания принята степенная мультипликативная модель:

$$Y(X_{ij}) = \frac{X_2^{\alpha_2} X_3^{\alpha_3} X_4^{\alpha_4}}{X_1^{\alpha_1}}, \quad (4)$$

где  $Y(X_{ij})$  – значение результирующего признака;  $X_{ij}$  – факторное пространство для указанных факторных признаков и периодов наблюдения.

Для определения коэффициентов модели проведено нормирование весовых коэффициентов при условии, что каждый весовой коэффициент  $\alpha_i$  пропорционален степени его связи с функцией отклика  $Y$ . С учетом весовых коэффициентов формула (4) для рассмотренных периодов наблюдения принимают вид:

для периода 15<sup>00</sup>-16<sup>00</sup>:

$$\hat{Y}(X_{i1}) = \frac{X_2^{0,39} X_3^{0,41} X_4^{0,10}}{X_1^{0,10}}. \quad (5)$$

Таблица 2 – Уравнения аппроксимирующих кривых для нерегулируемых пешеходных переходов

Фактор	Период времени	Уравнение аппроксимирующей кривой
Ширина пешеходного перехода (рис.1)	15 <sup>00</sup> -16 <sup>00</sup>	$y_{1.1} = -2,56 X_1^2 + 4,42 X_1 + 51,53$
	16 <sup>00</sup> -18 <sup>00</sup>	$y_{1.2} = -1,48 X_1^2 - 8,86 X_1 + 93,45$
Ширина проезжей части (рис. 2)	15 <sup>00</sup> -16 <sup>00</sup>	$y_{2.1} = 0,69 X_2^2 - 10,23 X_2 + 41,90$
	16 <sup>00</sup> -18 <sup>00</sup>	$y_{2.2} = 0,96 X_2^2 - 14,31 X_2 + 56,45$
Интенсивность пешеходного потока (рис. 3)	15 <sup>00</sup> -16 <sup>00</sup>	$y_{3.1} = 0,05 X_3 - 2,88$
	16 <sup>00</sup> -18 <sup>00</sup>	$y_{3.2} = 0,10 X_3 - 7,02$
Расстояние до подземного перехода (рис. 4)	15 <sup>00</sup> -16 <sup>00</sup>	$y_{4.1} = 0,08 X_4 + 156,05$
	16 <sup>00</sup> -18 <sup>00</sup>	$y_{4.2} = 0,37 X_4 + 79,53$

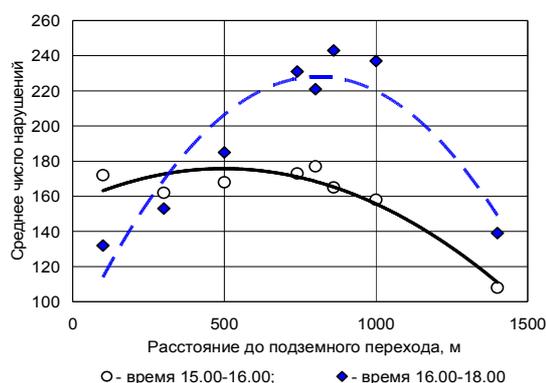


Рис. 4. Зависимость числа нарушений от расстояния до подземного пешеходного перехода

для периода 16<sup>00</sup>-18<sup>00</sup>:

$$\hat{Y}(X_{i2}) = \frac{X_2^{0,36} X_3^{0,37} X_4^{0,12}}{X_1^{0,15}}. \quad (6)$$

#### Заключение

В результате эксперимента установлено:

1. Число нарушений требований п. 14.1 ПДД водителями при проезде пешеходных переходов возрастает:

- с увеличением ширины проезжей части, увеличение ширины с 15 до 23 м приводит к росту нарушений в 6-7 раз (рис. 2);
- с ростом интенсивности пешеходного потока (рис. 3);
- при уменьшении ширины пешеходного перехода – уменьшении ширины с 5 до 2,5 м вызывает рост нарушений в 5-6 раз (рис. 1).

2. В результате обработки экспериментальных данных выведены уравнения количества нарушений в зависимости от исследуемых факторов (табл. 2). Разработанные уравнения пригодны для прогнозирования эффективности организации пешеходных переходов.

### Библиографический список

1. Александров Н.Н. Методика оценки уровня аварийности на загородных автомобильных дорогах с применением принципов логики вероятностей / Н.Н. Александров // Сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. «Новые дороги России» – Пенза, 2011. – С. 471 – 479.

2. Семехин Э.Ф., Александров Н.Н. Влияние продольных и поперечных уклонов проезжей части на вероятность возникновения ДТП на двухполосных загородных автомобильных дорогах / Э.Ф. Семехин, Н.Н. Александров // Сб. трудов Междунар. науч.-техн. конф. «Новые дороги России» – Пенза, 2011. – С. 511 – 518.

3. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска. Ч 1. / В.В. Столяров – Саратов: Саратовский государственный технический университет. – 1994. – 184 с.

4. Kamplade J., Schmitz H. Erfassen und Bewerten der Fahrbahngreifigkeit mit den Messverfahren SRM und SCRIM Forschungsberichte, S.33-41, A10-A14, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Straßenverkehrstechnik, Bergisch Gladbach 1984.

5. Wehner B., Schulze K.-H., Dames J., Lange H. Untersuchungen über die Verkehrssicherheit bei Nässe-Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik BMW, Heft 189, Bonn 1975, P. 3-31.

### **SIMULATION OF CONFLICT SITUATIONS ON THE GROUND-BASED PEDESTRIAN PASSAGES OF URBAN ROADS AND STREETS FOR INCREASING THE SAFETY OF THE MOTION**

M.G. Simul, A.S. Aleksandrov

Are proposed the mathematical models, which connect the number of conflicts, which appear in the different time of day on the ground-based pedestrian passages between the pedestrian and transportation means, with the width of passage, traffic volume of pedestrians, by the distance between the passages, the width of roadway. The developed models make it possible to determine the number of conflicts in the zone of ground-based pedestrian passages, and then the risk of appearance [DTP]. [Modelirovanie] of conflict situations on the ground-based pedestrian passages of urban roads and streets for increasing the safety of the motion.

*Информация об авторах: Симуль Мария Геннадьевна, старший преподаватель кафедры «Организация и безопасность движения» СибАДИ, г. Омск. Направление научных исследований: вопросы обеспечения безопасности движения пешеходов на улично-дорожной сети, оценка эффективности средств и методов организации движения, количество публикаций – 15, E-mail: simul79@yandex.ru*

*Александров Анатолий Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительство и эксплуатация дорог» СибАДИ, г. Омск. Основное направление научных исследований: проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог; проектирование дорожных конструкций. Общее количество опубликованных работ – 50. E-mail: aleksandrov00@mail.ru*

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВИНТОВЫХ СВАЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОСТА В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

Ю.Е. Пономаренко, С.В. Лобанов, Н.Б. Баранов

**Аннотация:** *Статья посвящена строительству малого моста в населенном пункте сельского типа. Приведено описание конструктивных решений моста, климатических и географических показателей области строительства, процесса возведения пролетного строения и фундаментов на винтовых сваях с применением специального оборудования для завинчивания, также дана характеристика указанного оборудования. В заключении статьи делаются выводы о надежности и безопасности эксплуатации возведенного сооружения.*

**Ключевые слова:** *мост, строительство, фундамент, винтовая свая, завинчивание.*

Строительство мостов, путепроводов, эстакад и других сооружений транспортного назначения на автомобильных дорогах и улицах населенных пунктов отражает экономическое развитие регионов страны, увеличение грузо- и пассажиропотока, ведет к освоению новых территорий. Подобные конструкции, а в особенности мосты, будучи сооруженными в сельской местности, зачастую являются не только единственной переправой на многие десятки и сотни километров вокруг, но и способствуют развитию та-

ких нематериальных субстанций, как единение живущих и работающих на разных берегах людей.

Сельское поселение Хомутино Нижнеомского района Омской области расположено на реке Омь. Исторически сложилось так, что село разделено на две части рекой. Сообщение между двумя половинами осуществлялось в зимний период по льду, в летний – через понтонную переправу с помощью лодок. Большегрузный транспорт переправлялся через мост, расположенный на расстоянии 30 километров от села. В теплый период по этой переправе

могли переправляться только люди. Зимой понтонная переправа не функционировала.

Район характеризуется следующими природно-климатическими условиями:

Климатический район - 1В

Зона влажности- сухая

Расчетная зимняя температура воздуха -  $-37^{\circ}\text{C}$

Вес снегового покрова -  $180 \text{ кг/м}^2$

Нормативная глубина промерзания грунта - 2,2 м

Нормативный напор ветра -  $30 \text{ кгс/м}^2$

Несмотря на относительно малую ширину реки на участке расположения села Хомутинка, максимальная амплитуда колебания уровня воды составляет около 4 метров, а в период паводков ширина реки увеличивается в два раза. Нестабильный характер реки вызывал массу проблем с переправой. Кроме работающего взрослого населения ежедневно переправой пользовались и школьники.

Существовавшая ранее переправа через реку не могла обеспечить безопасный и бесперебойный пропуск транспорта и пешеходов.

В декабре 2009 года был заключен муниципальный контракт на разработку проектно-сметной документации и строительство пешеходного моста через р. Омь в с. Хомутинка Нижнеомского района Омской области с ОАО «Конструкторское бюро транспортного машиностроения» (КБТМ).

ОАО КБТМ разработало проект пешеходного сборно-разборного моста через реку Омь с использованием номенклатуры готовых изделий. В период с 01.01.2010 по 10.05.2010 года со льда пешеходный мост был построен.

Пешеходный мост имеет длину 64,8 метра (рис. 1). Мост состоит из трех пролетов: средний 23,0 м, крайние, по 20,9 м. Фундаменты опор мостовых балок служат винтовые сваи двух типоразмеров: под промежуточными опорами (2-3) диаметр лопастей 850 мм, под береговыми опорами (1, 4) – диаметр 400 мм; стволы свай изготовлены из стальных труб сечением 325 мм по осям 2-3 и 219 мм по осям 1 и 4 (рис. 2).

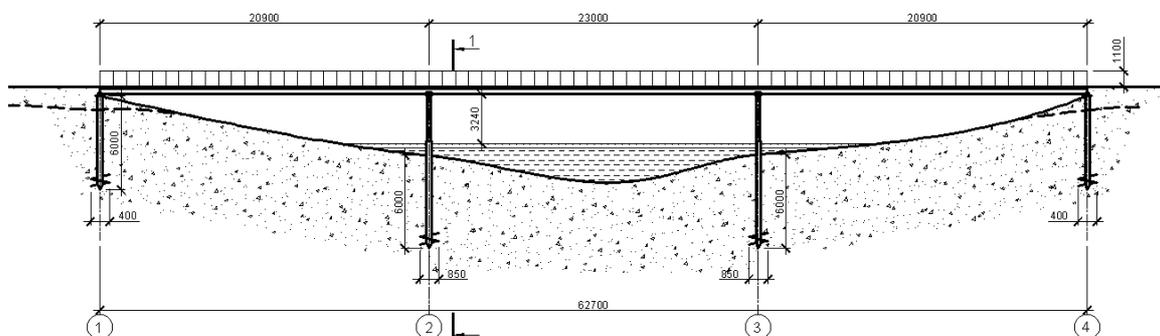


Рис. 1. Фасад моста



Рис. 2. Общий вид винтовых свай, использованных для сооружения фундаментов моста

Оголовки свай крайних опор (оси 1 и 4) в поперечном направлении раскреплены траверсами из спаренных швеллеров №20. Для опирания несущих балок на оголовки свай установлена траверса, которая имеет сопряжение в одном уровне с пролетным строением. Промежуточные опоры пролетного строения изготовлены в виде стальных рам из труб диаметром 219 мм. Крепление стоек несущих рам к оголовкам свай выполнено сваркой по принципу фланцевого стыка. Для обеспечения устойчи-

вости на действие горизонтальных нагрузок (ледоход) стойки рам раскреплены крестовыми связями из спаренных уголков 2L100x10. Опирание пролетных балок осуществляется на поперечные балки, которые смонтированы на консолях стоек. Несущим элементом пролетного строения является составная переменного по высоте сечения неразрезная балка, которая расположена по оси моста. Центральная балка моста изготовлена из П-образного профиля (зетовая сталь по ГОСТ 5267-50) высотой 390 мм, шириной 608 мм. Для обеспечения устойчивости пролетного строения на кручение по ширине моста с опиранием на стойки установлены балки из швеллеров №20 с увеличением высоты на опорах с помощью двутавров №16. Для обеспечения сплошности пролетного строения и совместной работы центральной балки с боковыми в поперечном направлении установлены траверсы переменного по высоте сечения. Опирание балок дощатого настила осуществляется на поперечные стальные балки, которые имеют сопряжение с продольными в уровне верхней плоскости. По деревянным поперечным балкам уложен деревянный настил моста, по которому осуществляется перемещение пешеходов (рис. 3).



Рис. 3. Общий вид моста после завершения строительства

Мост был сооружен в зимний период с применением способа монтажа со льда. Для этого был произведен расчет его необходимой толщины. Перед началом строительства лед был дополнительно наморожен в определенных по проекту местах установки тяжелой техники.

Свайные фундаменты опор были сооружены с использованием машины МЗС-219 конструкции Омского КБТМ (рис. 4). Машина может выполнять следующие основные технологические операции:

- зондирование грунта путем бурения вертикальных скважин диаметром 219 или 325 мм на глубину до 18 м в талых и в мерзлых грунтах до IV категории включительно с целью определения наличия в грунте крупных валунов, подпочвенных вод и других препятствий для сооружения свайных фундаментов;

- погружение в однородные талые грунты до IV категории включительно винтовых свай диаметром стального ствола от 159 до 400 мм на глубину до 5,85 м без наращивания ствола и до 18 м с наращиванием ствола приваркой отрезков труб. В талых грунтах сваи могут завинчиваться как вертикально, так и под углом 45°. Машиной могут завинчиваться сваи с железобетонным стволом диаметром до 310 мм на глубину до 5,85 м.

Номинальная частота вращения рабочего органа машины – 1..5 об/мин, максимальный развиваемый крутящий момент – 150 кНм, максимальное вертикальное усилие на сваю при завинчивании/вывинчивании – 100 кН.

Машина оборудована приборами контроля крутящего момента и вертикальной силы, которые определялись в процессе погружения свай наряду с величиной поступательного перемещения сваи за один оборот.

В 2011 году после окончания строительства было проведено обследование моста в связи с подготовкой документации для сдачи сооружения в

эксплуатацию для выявления соответствия возведенного объекта проектным решениям.

На основании анализа результатов обследования делаются следующие выводы.

1. Построенный пешеходный сборно-разборный мост в с.п. Хомутинка Нижнеомского района Омской области соответствует проектному решению. Отклонений от проекта не зафиксировано.

2. Техническое состояние пешеходного моста оценивается как нормативное.

3. Техническое состояние и несущая способность пешеходного моста обеспечивают безопасную и длительную эксплуатацию.



Рис. 4. Общий вид машины МЗС-219

### Библиографический список

1. Отчет по результатам обследования технического состояния конструкций пешеходного сборно-разборного моста в с.п. Хомутинка Нижнеомского района Омской области. Шифр 18.04.2011-ТО. Вып. ООО «СтройКон». – Омск, 2011.

2. Машина для бурения скважин и погружения винтовых свай МЗС-219. Руководство по эксплуатации. ФГУП КБТМ. – Омск, 2007.

### EXPERIENCE IN THE USE OF SCREW PILES IN THE CONSTRUCTION OF BRIDGES IN THE OMSK REGION

Y.E. Ponomarenko, S.V. Lobanov, N.B. Baranov

The article is devoted to the construction of small bridges in the village countryside. The description of the design decisions of the bridge, climatic and geographical indicators of construction of the construction of the superstructure and fundamental comrade on screw piles with the use of special equipment for driving, and the characteristic of the equipment. At the conclusion of the paper draws conclusions about the reliability and safe operation of buildings erected.

## РАЗДЕЛ III

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

УДК 681.51

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЩИТОВ

И. В. Гудова

**Аннотация.** Совершенствование процесса производства электрощитов с помощью имитационного моделирования, посредством языка GPSS. В качестве примера использован технологический процесс изготовления корпуса электрощита, состоящего из 34 этапов.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, совершенствование, технологический процесс.

### Введение

Омск является крупным потребителем электрощитов, необходимых для жизнеобеспечения, проживающего в нем населения, а также для нормального функционирования расположенных на его территории промышленных и строительных предприятий. Использование электрощитов на любом объекте строительства является не роскошью, а необходимостью [1].

### Основная часть

На сегодняшний день российский рынок предлагает «нормальный» ряд навесных электрощитов внутренней и наружной проводки, а также электрощитов напольного исполнения различной степени защиты. Для безопасности потребителей и сотрудников эксплуатационных служб все электрооборудование щитов защищено пластиковыми панелями (пластронами), предотвращающими соприкосновение с её токоведущими частями. Защитные панели (пластроны) изготовлены из негорючего пластика. Вся гамма корпусов электрощитов выполнена в едином стандарте и с универсальным набором аксессуаров для всех типов щитов, позволяющей вести монтаж любой сложности, начиная от устройств модульного исполнения и заканчивая крупногабаритным силовым оборудованием. Степень защиты щитов навесного исполнения: IP-41, щитов напольного исполнения IP-41, IP-54. Корпус электрощита окрашивают основным цветом RAL 7032 путем порошкового напыления, однако цвет может быть изменен по желанию заказчика.

Рынок электрощитов в Омске представлен:

- предприятиями в России: «Энергетик СПб» и «INICONT. Корпуса щитов» (г. Санкт-Петербург), ЗАО «Электрощит» (г. Самара, представительство в Республике Татарстан), Объединение «Комплексная Автоматизация», «Электрокабель» (г. Краснодар), «ГЕРАКС» ЭПК (г. Омск) и др., и конечно большим количеством фирм - по-

средников, сосредоточенных в основном Москве и Санкт – Петербурге,

- зарубежными компаниями: Menzi Muck, TECE и Альфапол (Германия), VENEKOV (Чехия)

Потребителями готовой продукции предприятия ООО «Электропромкомплект» являются более 40 предприятий г. Омска.

ОАО "Омский бекон", ЗАО "Птицефабрика "Сибирская"", ОАО "Омскоблгаз", ООО "Интеркабель", ООО "Сибэлектромонтаж", ЗАО Торговый центр "Континент", ЗАО Строительная компания УМ-4, ОГУП "Мостовое ремонтно-строительное управление", Сеть магазинов "Хозмебельстройторг", ЗАО СМУ 4 КПД, ОАО "Сибнефть-Омскнефтепродукт", ОАО "Омскнефтепроводстрой", ОАО "Омсктехопторг", МПЭП "Омскэлектро", МУП "Омскпассажиранс, Завод им. Баранова, Завод им. Козьмог, МУП "Теплокомунэнерго" МУП "Водоканал", ООО ПСФ "Полет и К", ОАО "Электросвязь", ООО "НПО Мостовик", ОАО "Омский Аэропорт", ОАО Авиакомпания "Омскавиа", Омские ПЖРЭУ, МУП ЯК "Омский привоз", МУП "Амурский рынок города Омска", ГУП "Омскгазстройэксплуатация", коллективные хозяйства Омской области, а также много других Омских и иногородних фирм.

Наиболее крупными потребителями являются строительные компании ЗАО Строительная компания УМ-4, ОГУП "Мостовое ремонтно-строительное управление", ЗАО СМУ 4 КПД, "НПО Мостовик, ООО ПСФ "Полет и К", ОАО "Электросвязь", Омские ПЖРЭУ.

Поставщиками предметов труда являются города Новосибирск, Санкт – Петербург, Южноуральск, Москва. Нарботанный опыт в изготовлении электрощитов предприятием ООО «ЭПК» показал, что экономически выгоднее организовать производство в месте их использования, т.к. при транспортировке по дороге большей частью перевозится «воздух».

Технологический процесс изготовления электрошкафов – является сложным как по его обеспечению предметами труда и распределению готовой продукции, так его проведению, поэтому автором поставлена

задача его анализа с помощью имитационного моделирования средствами системы GPSS.

При моделировании, учитывающем влияние случайных факторов, эволюция системы воспроизводится многократно, вычисляются необходимые статистические показатели, характеризующие наблюдаемые процессы. Такое многократное воспроизведение эволюции не является собственным атрибутом имитационного моделирования, но принадлежит методу Монте-Карло, который используют в имитационном моделировании как метод вычисления вероятностных характеристик системы. При моделировании случайных факторов многократное воспроизведение возможных вариантов развития процессов позволяет получить полосу наиболее вероятных траекторий изменения показателей, найти траектории математических ожиданий показателей, наихудший и наилучший сценарии развития процессов. Но учёт

случайных факторов не обязательно присутствует в имитационном моделировании. Так, при моделировании производственных систем места для имитации случайностей остаётся тем меньше, чем выше степень автоматизации этих систем [2].

Язык GPSS позволяет эффективно проводить исследование не только сложных информационных систем, но и организационно-технологических, планировать и проводить эксперименты с ее моделью, представлять результаты в удобном для использования виде [3].

В работе произведено моделирование реального (*old*) и усовершенствованного процесса (*new*) за счет внедрения в реальный процесс координатно-пробивного станка, заменяющего в нем 12 операций (**табл.1**). Моделирование реального и усовершенствованного процессов происходит в течение одной смены, равной 28800с.

Таблица 1 - Технологический процесс (old) изготовления электрошкафа

№	Операции процесса	t, мин.	№	Операции процесса	t, мин.
1	Выдача технического задания	1	18	Приварка скобок	7
2	Завоз металла под заказ	4	19	Обварка углов в кондукторе	4
3	Разметка под рубку	5	20	Приварка задней стенки	1
4	Рубка металла	5	21	Перевозка под покраску	2
5	Перенос металла под повторную рубку	4	22	Обезжиривание	2
6	Рубка повторная	1	23	Развеска под покраску	1
7	Перенос металла под разметку	5	24	Покрытие порошком	5
8	Выкус углов металла	1	25	Загрузка в камеру полимеризации	0,5
9	Регулировка упоров	1	26	Полимеризация	20
10	Выкус углов под размер	2	27	Выгрузка из покраски	3
11	Пробивка отверстий Ф 6-8шт	1	28	Установка дверцы	1
12	Пробивка отверстий Ф 32-3шт	2	29	Установка замков	0,5
13	Пробивка отверстия под замок	1	30	Комплектование наклеек	0,5
14	Перевозка под гибку	0,5	31	Наклейка шильдиков	0,2
15	Гибка металла	10	32	Упаковка в коробку	1
16	Перевозка под сварку	1	33	Перевозка в склад	1
17	Приварка шпилек	1	Длительность процесса 93,2		

Внедрение координатно-пробивного пресса в *old* – процесс «поглощает» его 11 операций, начиная с 4 по 14 включительно. Это привело к сокращению длительности технологического процесса на 41,5 минут (93,2→ 51,7), сокращению технологических операций на 29 % , уменьшению числа транспортировок.

Технологический процесс с координатно-пробивным прессом назван *new* – процессом.

Результаты моделирования *old* – процесса приведены в **табл. 2**.

Из табл. 2 видно, что «узким» местом является операция разметки полуфабриката под рубку –

из 155 заготовок на следующую операцию передано 18 заготовок, осталось на этом рабочем месте 137 заготовок. Пропускная способность этого рабочего места не соответствует заданному темпу, но есть и другие операции, на которых пропускная способность ниже: обварка углов в кондукторе, приварка задней стенки, рубка металла, комплектование наклеек.

Результаты моделирования *new* – процесса приведены в **табл.3**.

Из табл. 3 видно:

- узкое место на операции – раскрой металла (на входе операции -155 заготовок, переработано 77, не-

завершенного производства – 78, тогда как раньше оставалось 137, табл.2).

- появление новых узких мест – перевозка заготовки подгибку, гибка заготовки и покрытие порошком, полимеризация.

**Заключение.** Данный пример наглядно показывает, что повышение технического уровня и

эффективности производства, совершенствование технологических процессов за счет внедрение современных технологий ускоряет процесс, повышает качество выпускаемой продукции, тем самым предприятие становится более конкурентоспособным на рынке труда.

Таблица 2 - Незавершенное производство по операциям *old* – процесса

Название операции	Вход операции	Операция	Выход операции	Величина незавершенного производства
Раскрой металла на координатно- пробивном станке	GENERATE 155 QUEUE 155	SEIZE 77 ADVANCE 77	DEPART 77 RELEASE 76	78 1
Перевозка под гибку, гибка металла	QUEUE 76	SEIZE 44 ADVANCE 44	DEPART 44 RELEASE 43	32 1
Перевозка под сварку, приварка шпилек, приварка скобок	QUEUE 43	SEIZE 43 ADVANCE 43	DEPART 43 RELEASE 42	0 1
Обварка углов в кондукторе, приварка задней стенки	QUEUE 42	SEIZE 42 ADVANCE 42	DEPART 42 RELEASE 41	0 1
Перевозка под покраску, обезжиривание	QUEUE 41	SEIZE 41 ADVANCE 41	DEPART 41 RELEASE 41	0 0
Покрытие порошком и полимеризация	QUEUE 41	SEIZE 15 ADVANCE 15	DEPART 15 RELEASE 14	26 1

Таблица 3 - Незавершенное производство по операциям *new* – процесса

Название операции	Вход операции	Операция	Выход операции	Величина незавершенного производства
1	2	3	4	5
Разметка листа металла под рубку	GENERATE 155 QUEUE 155	SEIZE 18 ADVANCE 18	DEPART 18 RELEASE 18	137
Рубка металла	QUEUE 18	SEIZE 18 ADVANCE 18	DEPART 18 RELEASE 17	0 1
Обварка углов в кондукторе, приварка задней стенки	QUEUE 17	SEIZE 17 ADVANCE 17	DEPART 17 RELEASE 16	0 1
Комплектование наклеек	QUEUE 16	SEIZE 14 ADVANCE 14	DEPART 14 RELEASE 13	2 1

**Библиографический список**

1. Недвижимость №25 (720) от 3 июля 2009, г.Омск [электронный ресурс]. В городе наращиваются объемы жилищного строительства. – Режим доступа : <http://www.avestaomsk.ru> (дата обращения : 20 июля 2009 г.)
2. Задорожный, В. Н. Имитационное и статистическое моделирование : учебное пособие/ В. Н. Задорожный. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006. – 120 с.
3. Спиридонов, В. А. Имитационное моделирование информационных систем железнодорожного транспорта : учебное пособие /В.А. Спиридонов – Омский гос. ун-т путей сообщения, 1999. – 82 с.

**PERFECTION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING OF ELECTROBOARDS**

Gudova I. V.

Perfection of process of manufacture of electroboards with the help them-tatsionnogo of modeling, by means of language GPSS. As an example is-polzovan technological process of manufacturing of the case of an electroboard, with-standing from 34 stages.

*Гудова Ирина Валерьевна – аспирантка кафедры «Недвижимость и строительный бизнес» СибАДИ. Основное направление научных исследований – система автоматизированного управления на предприятии ООО «Электропромкомплект». Имеет 12 публикаций.*

УДК 004.9:621.9.07:621.833

## ОГИБАЮЩАЯ ОДНОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СЕМЕЙСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ КАК ОСОБЕННОСТЬ ОТОБРАЖЕНИЯ ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПРОЕКЦИРОВАНИЕМ ГИПЕРПОВЕРХНОСТИ, ЗАДАННОЙ В 4-Х МЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИМИ УРАВНЕНИЯМИ, НА ГИПЕРПЛОСКОСТЬ

А. А. Ляшков, В. Я. Волков, В. С. Прокопец

**Аннотация:** В работе приводится исследование отображения ортогональным проецированием гиперповерхности в 4-х мерном пространстве, заданной параметрическими уравнениями, на координатную гиперплоскость. Определены условия, которым удовлетворяют дискриминантное множество и контур гиперповерхности. Устанавливается также, что кривые, получаемые в пересечении гиперповерхности гиперплоскостями, параллельными координатным плоскостям, содержащими ось, вдоль которой выполняется отображение, имеют экстремальные точки, принадлежащие контуру гиперповерхности. Такое свойство используется для расчета точек контура и очерка гиперповерхности численными методами без использования дифференциальных характеристик гиперповерхности. Полученные результаты применяются при определении огибающей однопараметрического семейства поверхностей.

**Ключевые слова:** контур поверхности; очерк поверхности; дискриминантное множество; характеристика; ребро возврата.

### Введение

Производство ряда изделий машиностроения связано с технологическими процессами формообразования геометрически сложных поверхностей деталей. Эффективное решение задач формообразования поверхностей, обрабатываемых по методу огибания, может быть проведено с использованием известных методов [1], [2] и другие. Во многих из них для выполнения расчета требуется вывод соответствующих зависимостей применительно к различным исходным данным. Часто такие зависимости имеют форму трансцендентных уравнений. Все это усложняет процесс профилирования инструмента.

Вместе с тем, эффективное решение задач формообразования сложных поверхностей может быть выполнено с применением методов геометрического моделирования средствами компьютерной графики [3] и другие. В этом случае важная роль отводится разработке геометрических моделей соответствующих поверхностей, а также установлению особенностей их отображения ортогональным проецированием [4].

Вопросам исследования отображения ортогональным проецированием поверхности на плоскость посвящено значительное количество работ: [5, 6, 7, 8, 9, 10] и другие. В них, в основном, определяются некоторые дифференциальные характеристики очерка двумерной поверхности или алгебраической поверхности большей размерности. Так в работе [7] предлагается определять точки контурной линии по уравнениям поверхности, заданным в неявной форме, и уравнениям, содержащим дифференциальные характеристики этой поверхности. Для расчета предлагается использовать методы вычислительной математики и методы нелинейного программирования. Что является не

простой задачей. Анализа контурной линии и ее проекции не приводится.

Исследованию особенностей отображения алгебраических поверхностей различной размерности, в том числе и ортогональным проецированием, посвящены работы [5, 9, 10] и другие.

В работе [6] приведены несколько примеров получения дискриминанты гиперповерхности, заданной многочленом.

В настоящей работе приводится исследование отображения ортогональным проецированием трехмерной гиперповерхности, заданной параметрическими уравнениями, на координатную гиперплоскость.

### Дифференциальные параметры контура и дискриминанты гиперповерхности

Пусть исследуемая гиперповерхность задана параметрическими уравнениями

$$\begin{aligned}x &= f_1(u, v, \varphi), \\y &= f_2(u, v, \varphi), \\z &= f_3(u, v, \varphi), \\t &= f_4(u, v, \varphi).\end{aligned}\tag{1}$$

Или в векторной форме

$$\mathbf{r}(u, v, \varphi) = 0\tag{2}$$

Будем рассматривать отображение этой гиперповерхности ортогональным проецированием на координатную гиперплоскость  $хуz$ . По аналогии с отображением двумерной поверхности будем называть отображение этой гиперповерхности на координатную гиперплоскость дискриминантным множеством функции (1) [2], а соответствующую ему двумерную поверхность в четырехмерном пространстве – контуром на заданной гиперповерхности относительно рассматриваемой гиперплоскости. Уравнение касательной гиперплоскости к ги-

перповерхности (1) в точке  $M(x_0, y_0, z_0, t_0)$  будет

$$\bar{A} \cdot (X - x_0) + \bar{B} \cdot (Y - y_0) + \bar{C} \cdot (Z - z_0) + \bar{D} \cdot (T - t_0) = 0, \quad (3)$$

где

$$\bar{A} = \begin{vmatrix} f_{2u} & f_{2v} & f_{2\varphi} \\ f_{3u} & f_{3v} & f_{3\varphi} \\ f_{4u} & f_{4v} & f_{4\varphi} \end{vmatrix}, \bar{B} = \begin{vmatrix} f_{1u} & f_{1v} & f_{1\varphi} \\ f_{3u} & f_{3v} & f_{3\varphi} \\ f_{4u} & f_{4v} & f_{4\varphi} \end{vmatrix},$$

$$\bar{C} = \begin{vmatrix} f_{1u} & f_{1v} & f_{1\varphi} \\ f_{2u} & f_{2v} & f_{2\varphi} \\ f_{4u} & f_{4v} & f_{4\varphi} \end{vmatrix}, \bar{D} = \begin{vmatrix} f_{1u} & f_{1v} & f_{1\varphi} \\ f_{2u} & f_{2v} & f_{2\varphi} \\ f_{3u} & f_{3v} & f_{3\varphi} \end{vmatrix}.$$

В точках контура касательные гиперплоскости к гиперповерхности параллельны координатной оси  $T$ , что записывается в виде

или

$$F(u, v, \varphi) = f_{1u}(f_{2v} \cdot f_{3\varphi} - f_{2\varphi} \cdot f_{3v}) - f_{1v}(f_{2u} \cdot f_{3\varphi} - f_{2\varphi} \cdot f_{3u}) + f_{1\varphi}(f_{2u} \cdot f_{3v} - f_{2v} \cdot f_{3u}) = 0 \quad (4)$$

Уравнения (4) устанавливает связь параметров  $u, v, \varphi$  и совместно с уравнениями (1) определяют контур гиперповерхности. Уравнение (4) можно рассматривать как уравнение двумерной поверхности в декартовых координатах  $u, v, \varphi$ . Отображение  $\Omega: R^3 \rightarrow R^4$  этой поверхности, задаваемое уравнениями (1), выделяет на заданной гиперповерхности ее контур (двумерную поверхность) относительно гиперплоскости  $хуз$ .

Исследованию подлежат контур гиперповерхности, ее дискриминанта, а также сечения этой гиперповерхности гиперплоскостями, параллельными координатной оси  $t$ .

Уравнение касательной гиперплоскости к дискриминанте гиперповерхности (1), определяемой первыми тремя уравнениями системы (1) и уравнением (4), относительно гиперплоскости  $хуз$  имеет вид

$$\bar{A} \cdot (X - x_0) + \bar{B} \cdot (Y - y_0) + \bar{C} \cdot (Z - z_0) = 0, \quad (5)$$

где

$$\bar{A} = \begin{vmatrix} f_{2u} & f_{3u} & F_u \\ f_{2v} & f_{3v} & F_v \\ f_{2\varphi} & f_{3\varphi} & F_\varphi \end{vmatrix},$$

$$\bar{B} = \begin{vmatrix} f_{3u} & f_{1u} & F_u \\ f_{3v} & f_{1v} & F_v \\ f_{3\varphi} & f_{1\varphi} & F_\varphi \end{vmatrix}, \bar{C} = \begin{vmatrix} f_{1u} & f_{2u} & F_u \\ f_{1v} & f_{2v} & F_v \\ f_{1\varphi} & f_{2\varphi} & F_\varphi \end{vmatrix}.$$

Откуда следует, что касательная плоскость к дискриминанте не определена, если

$$\left| \frac{D(f_2, f_3, F)}{D(u, v, \varphi)} \right| + \left| \frac{D(f_3, f_1, F)}{D(u, v, \varphi)} \right| + \left| \frac{D(f_1, f_2, F)}{D(u, v, \varphi)} \right| = 0, \quad (6)$$

что соответствует ребру возврата на дискриминанте.

Если пересечь гиперповерхность (1) и ее контур гиперплоскостью  $t=const$ , то на контуре получим характеристику (по аналогии с [6]), касательная к

которой идет вдоль вектора

$$\bar{\tau} = \left\{ \begin{vmatrix} \bar{B} & \bar{C} \\ \bar{B} & \bar{C} \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} \bar{C} & \bar{A} \\ \bar{C} & \bar{A} \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} \bar{A} & \bar{B} \\ \bar{A} & \bar{B} \end{vmatrix} \right\}. \quad (7)$$

Это следует из приведенных выше уравнений касательных плоскостей к исходной гиперповерхности (3) и ее дискриминанте (4).

В качестве примера рассмотрим гиперповерхность (1), образованную однопараметрическим семейством плоскостей [6], которая задается уравнениями:

$$x = -u \cdot \sin \varphi + v \cdot \cos \varphi,$$

$$y = u \cdot \cos \varphi + v \cdot \sin \varphi, \quad (\text{можно в 1-2 стр}) \quad (8)$$

$$z = u + v,$$

$$t = \varphi.$$

Тогда уравнение (4) будет иметь вид

$$1 - v = 0. \quad (9)$$

После подстановки (9) в (8) получим гиперповерхность, проекция которой на гиперплоскость  $хуз$  определяется уравнениями

$$x = -u \cdot \sin \varphi + \cos \varphi,$$

$$y = u \cdot \cos \varphi + \sin \varphi, \quad (\text{можно в 1-2 стр}) \quad (10)$$

$$z = u + v.$$

Модель этой поверхности представлена на рисунке 1. В соответствии с равенством (6) получим  $|u \cdot \sin \varphi| + |-u \cdot \cos \varphi| + |u| = 0$ . Откуда следует, что для  $u=0$  на поверхности (10) выделяется ребро возврата, которое определяется уравнениями:  $x=\cos\varphi, y=\sin\varphi, z=v$ .

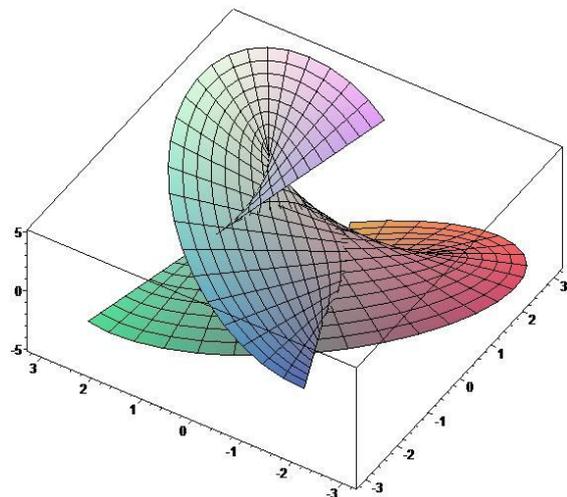


Рис. 1. Дискриминанта гиперповерхности (1)

**Некоторые сечения гиперповерхности**

Касательное пространство к заданной гиперповерхности в ее некоторой точке состоит из двухпараметрического семейства касательных к кривым этой поверхности. Выделим из этого множества ту из них, которая параллельна оси  $T$ . Эта прямая  $t$  будет касаться плоских кривых, полученных в пе-

ресекающей гиперповерхности гиперплоскостями, параллельными координатным, содержащими ось  $T$ . Но такое свойство отражает необходимое условие существования условного экстремума на рассматриваемых кривых. Если выделить на гиперповерхности сечение координатными гиперплоскостями  $y=a$ ,  $z=b$ , ( $a$  и  $b$  – некоторые вещественные числа), то параллельность  $t$  оси  $T$  выражает необходимое условие существования условного экстремума функции

$$x = f_1(u, v, \varphi) \Big|_{y=a, z=b}, \quad (11)$$

а параметры  $u$  и  $v$  связаны зависимостью (4).

Для определения необходимых и достаточных условий существования условного экстремума функции (11) используем метод неопределенных коэффициентов Лагранжа. В данном случае функция Лагранжа будет иметь вид

$$L(u, v, \varphi) = f_3(u, v, \varphi) + \lambda_1 [f_1(u, v, \varphi) - a] + \lambda_2 [f_2(u, v, \varphi) - b] \quad (12)$$

Система уравнений, из решения которой следует искать точки условного экстремума, будет

$$\begin{aligned} f_{3u}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1u}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2u}(u, v, \varphi) &= 0, \\ f_{3v}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1v}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2v}(u, v, \varphi) &= 0, \\ f_{3\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2\varphi}(u, v, \varphi) &= 0, \end{aligned} \quad (13)$$

$$f_1(u, v, \varphi) - a = 0,$$

$$f_2(u, v, \varphi) - b = 0.$$

После определения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  из первых двух уравнений системы (13) и подстановки их в третье уравнение, получим

$$\begin{aligned} f_{1u}(f_{2v} \cdot f_{3\varphi} - f_{2\varphi} \cdot f_{3v}) - f_{1v}(f_{2u} \cdot f_{3\varphi} - f_{2\varphi} \cdot f_{3u}) + \\ + f_{1\varphi}(f_{2u} \cdot f_{3v} - f_{2v} \cdot f_{3u}) = 0 \end{aligned}$$

Это равенство совпадает с (4) и определяет необходимое условие существования условного экстремума функции, задающей координату  $x$ , при наложении условий связи на координаты  $u$  и  $z$ .

Для определения достаточных условий существования экстремума вычислим второй дифференциал функции Лагранжа:

$$d^2L = \frac{\partial^2 L}{\partial u^2} du^2 + \frac{\partial^2 L}{\partial v^2} dv^2 + \frac{\partial^2 L}{\partial \varphi^2} d\varphi^2 + \quad (14)$$

$$+ 2 \frac{\partial^2 L}{\partial u \partial v} dudv + 2 \frac{\partial^2 L}{\partial u \partial \varphi} dud\varphi + 2 \frac{\partial^2 L}{\partial v \partial \varphi} dvd\varphi,$$

где

$$\frac{\partial^2 L}{\partial v^2} = f_{3vv}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1vv}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2vv}(u, v, \varphi),$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial \varphi^2} = f_{3\varphi\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1\varphi\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2\varphi\varphi}(u, v, \varphi),$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial u \partial v} = f_{3uv}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1uv}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2uv}(u, v, \varphi),$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial u \partial \varphi} = f_{3u\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1u\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2u\varphi}(u, v, \varphi),$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial v \partial \varphi} = f_{3v\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_1 \cdot f_{1v\varphi}(u, v, \varphi) + \lambda_2 \cdot f_{2v\varphi}(u, v, \varphi),$$

$$\lambda_1 = \frac{-f_{3v}(u, v, \varphi) \cdot f_{2u}(u, v, \varphi) + f_{3u}(u, v, \varphi) \cdot f_{2v}(u, v, \varphi)}{-f_{1u}(u, v, \varphi) \cdot f_{2v}(u, v, \varphi) + f_{1v}(u, v, \varphi) \cdot f_{2u}(u, v, \varphi)},$$

$$\lambda_2 = \frac{f_{3v}(u, v, \varphi) \cdot f_{1u}(u, v, \varphi) - f_{3u}(u, v, \varphi) \cdot f_{1v}(u, v, \varphi)}{f_{1v}(u, v, \varphi) \cdot f_{2u}(u, v, \varphi) - f_{1u}(u, v, \varphi) \cdot f_{2v}(u, v, \varphi)},$$

$$dv = A \cdot d\varphi,$$

$$A = \frac{f_{1u}(u, v, \varphi) \cdot f_{2\varphi}(u, v, \varphi) - f_{1\varphi}(u, v, \varphi) \cdot f_{2u}(u, v, \varphi)}{f_{1v}(u, v, \varphi) \cdot f_{2u}(u, v, \varphi) + f_{1u}(u, v, \varphi) \cdot f_{2v}(u, v, \varphi)},$$

$$du = - \frac{A \cdot f_{1v}(u, v, \varphi) + f_{1\varphi}(u, v, \varphi)}{f_{1u}(u, v, \varphi)} d\varphi.$$

Из полученных выражений следует, что в уравнении для второго дифференциала перед  $d\varphi^2$  находится достаточно сложная зависимость, знак которой определяет точку условного минимума или максимума соответствующего сечения. Это значит, что экстремальные точки могут иметь как максимальные так и минимальные значения.

Таким образом, кривые, получаемые в пересечении рассматриваемой поверхности плоскостями, параллельными плоскостям  $xz$  или  $yz$ , являются гладкими, если выполнено неравенство  $|F_u| + |F_v| \neq 0$ . Такие кривые выпуклы (вогнуты) в случае выполнения равенства (4), но при

$$\left| \frac{D(f_2, f_3, F)}{D(u, v, \varphi)} \right| + \left| \frac{D(f_3, f_1, F)}{D(u, v, \varphi)} \right| + \left| \frac{D(f_1, f_2, F)}{D(u, v, \varphi)} \right| \neq 0.$$

Для поверхности (7) при наложении условий связи на координаты  $u$  и  $z$ , а именно  $y=a_i$ ,  $z=b_i$  выражение для второго дифференциала имеет вид

$$d^2L = \left[ \begin{aligned} &\sin \varphi - \cos \varphi + v \cdot \cos \varphi - 2u \cdot \sin \varphi + \\ &+ u \frac{\cos^2 \varphi}{\sin \varphi} - 2 \frac{\cos^2 \varphi}{\sin^2 \varphi} (\cos \varphi - v \cdot \sin \varphi + u \cdot \sin \varphi) \end{aligned} \right] (d\varphi)^2.$$

Следовательно, кривые, получаемые в пересечении поверхности (8) плоскостями  $y=a_i$ ,  $z=b_i$ , имеют точки как условного минимума, так и максимума, что определяется знаком значений выражения в приведенной зависимости перед  $(d\varphi)^2$ .

На основе проведенных исследований полученные результаты можно сформулировать в виде следующей теоремы.

**Теорема.** Если у трехмерной гиперповерхности, заданной параметрическими уравнениями, есть дискриминантное множество при ее ортого-

нальном проецировании вдоль оси  $t$  на координатную гиперплоскость, то точки этого множества могут состоять из:

1) совокупности точек, для которых

$$f_{1u}(f_{2v} \cdot f_{3\varphi} - f_{2\varphi} \cdot f_{3v}) - f_{1v}(f_{2u} \cdot f_{3\varphi} - f_{2\varphi} \cdot f_{3u}) + f_{1\varphi}(f_{2u} \cdot f_{3v} - f_{2v} \cdot f_{3v}) = 0;$$

2) совокупности точек, в окрестности которых

$$\bar{r}(u, v, \varphi) \notin C^1;$$

3) совокупности экстремальных точек на кривых, получаемых в пересечении гиперповерхности гиперплоскостями, параллельными координатным плоскостям, содержащими ось, задающую направление проецирования.

*Замечание:* пункты 1 и 2 совместно, а пункт 3 самостоятельно, определяют дискриминантное множество, в состав которого входит и очерк гиперповерхности

Полученные результаты наряду с исследованием контура и дискриминанты трехмерной поверхности относительно гиперплоскости позволяют предложить методику расчета координат точек этих множеств, основанную на использовании численных методов определения условного экстремума одной из координат этой гиперповерхности, не требующей получения соответствующих дифференциальных уравнений. Наложение условий связи и выбор координаты, условный экстремум которой будет вычисляться, определяется зависимостью (12). Тогда контур  $K$  поверхности является объединением множества экстремальных точек, а именно

$$K = \bigcup_{j=1}^n \left( \bigcup_{i=1}^m \min \wedge \max f_i(u, v, \varphi) \Big|_{x=x_i} \right)_{y=y_j}.$$

Уравнение (1) можно рассматривать как уравнение однопараметрического семейства конгруэнтных поверхностей, где  $\varphi$  – параметр семейства. Тогда это множество является неособой несамопересекающейся гиперповерхностью. Особенность отображения ортогональным проецированием такой гиперповерхности вдоль  $\varphi$ – направления на координатную гиперплоскость, в соответствии с изложенным выше, является огибающей рассматриваемого семейства поверхностей. Для огибающей справедливы полученные результаты.

#### Заключение

Выполненные исследования отображения ортогональным проецированием трехмерной поверхности, заданной параметрическими уравнениями, на координатную гиперплоскость, позволяющие получить полное представление о строении контура и дискриминанты этой гиперповерхности. На основе исследования сформулирована теорема, определяющая множества, в которых могут находиться точки контура и дискриминанты гиперповерхности.

Полученные результаты о расположении точек контура гиперповерхности относительно координатных гиперплоскостей, содержащих ось, вдоль которой выполняется проецирование, позволяют предложить методику расчета, основанную на численных методах, не требующую вывода соответ-

ствующих дифференциальных зависимостей. Эта методика используется при расчете сечений огибающей однопараметрического семейства конгруэнтных поверхностей.

#### Библиографический список

1. Лашнев С. И. Расчет и конструирование металлорежущих инструментов с применением ЭВМ. / С. И. Лашнев, М. И Юликов. – М.: Машиностроение, 1975. – 392 с.
2. Чемборисов Н. А. Обзор методов профилирования червячной фрезы для зубчатых венцов / Н. А. Чемборисов, Т. Г. Девжеева // Металлообработка. – 2010. – № 4. – С. 2-6.
3. Моделирование формообразования сложных поверхностей деталей / А. А. Ляшков [и др.] // Металлообработка. – 2010. – № 4. – С. 36-42.
4. Ляшков А. А. Вспомогательные поверхности при моделировании формообразования деталей средствами компьютерной графики. / А. А. Ляшков, Ю. А. Канева // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. – № 5 (87). – С. 75-80.
5. Арнольд В. И. Особенности гладких отображений. – Успехи мат. наук. – 1968. – т. XXIII, вып. 1(139) – С. 4–44.
6. Брус Дж. Кривые и особенности. / Дж., Брус, П. Джиблин. – М.: Мир, 1988. – 262 с.
7. Быков В. И. Определение контурной линии на поверхности, заданной уравнением в неявной форме. / В.И. Быков, В.В. Найханов // В сб.: Тезисы Всесоюзного научно-методического симпозиума "Применение систем автоматизированного проектирования конструкций в машиностроении". – Ростов-на-Дону. – 1983. – С. 40–41.
8. Ляшков А. А. Особенности отображений проецирования некоторых поверхностей. // Сборник трудов 7-й Международной научно-практической конференции "Современные проблемы геометрического моделирования" – Мелитополь: ТГАТА. - 2003. - С. 61-65.
9. Платонова О. А. Проекция гладких поверхностей. / О. А. Платонова // Тр. Семинара им. И.Г. Петровского. – 1984. – т. 10. – С. 135-149.
10. Платонова О. А. Особенности проекций гладких поверхностей / О. А. Платонова // Успехи мат. наук. – 1984. – т. 39, вып. 1. – С. 149-150.

#### ENVELOPE SURFACE AS FAMILY ONE-PARAMETER DISPLAY FEATURE OF ORTHOGONAL PROJECTION OF HYPERSURFACE DEFINED IN 4-DIMENSIONAL SPACE WITH PARAMETRIC EQUATIONS, THE HYPERPLANE

A.A. Lyashkov, V.Y. Volkov, V.S. Prokopetch

In the work is a study of orthogonal projection display in 4 's of hypersurface in dimensional space, given the equations parametric coordinate hyperplane. Sets out the conditions which meet the discriminant lot and path hypersurface. Also, that curves from crossing the hypersurface hyperplanes, parallel to the coordi-

nate planes containing the axis along which you are displaying are extreme points belonging to the contour of the hypersurface. This property is used to calculate the points of the path and the essay hypersurface numerical methods without the use of differential characteristic hypersurface. The results are applied in determining the envelope of one-parameter family of surfaces.

*Ляшков Алексей Ануфриевич - кандидат технических наук, доцент кафедры "Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика" Омского государственного технического университета. Основные направления научной деятельности - геометрическое и компьютерное моделирование сложных поверхностей деталей. Общее количество опубликованных работ: 87*

*Волков Владимир Яковлевич - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

*"Начертательная геометрия, инженерная и машинная графика" Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии (СибАДИ). Основные направления научной деятельности многомерная исчислительная геометрия. Общее количество опубликованных работ более 200.*

*Прокопец Валерий Сергеевич – Советник РААСН д-р, техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы и специальные технологии» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – получение и применение в строительных материалах веществ с наноструктурными свойствами механоактивационного способа получения. Имеет более 170 опубликованных работ. E-mail: prokopets\_vs@mail.ru*

УДК 621: 892

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ШАРНИРА ОПОРНОГО КАТКА ЭКСКАВАТОРА

С.В.Мельник, Г.А. Голощяпов

**Аннотация.** Рассматривается возможность использования вероятностно-математической модели оптимизации периодичности технического обслуживания (ТО) пары трения скольжения применительно к подшипниковым узлам ходовой части строительных машин. Предложено теоретическое обоснование математической модели, разработана целевая функция оптимизации.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание, периодичность, оптимизация, износ, эксплуатационные затраты.

#### Введение

Техническое обслуживание представляет собой комплекс работ для поддержания исправности или только работоспособности объекта. По отношению к подшипникам скольжения опорных катков экскаватора комплекс работ должен обеспечить снижение скорости изнашивания пары трения и обеспечить необходимый уровень вероятности безотказной работы в период между обслуживаниями и в межремонтный период. Снижение скорости изнашивания увеличивает наработку деталей шарнира на отказ, повышает безотказность сборочной единицы, снижает простои экскаватора в эксплуатационных ремонтах. Вместе с тем, техническое обслуживание требует определенных материальных и трудовых затрат на выполнение комплекса работ. Чем больше объем работ и меньше периодичность технического обслуживания, тем больше затраты.

#### Основная часть

Долговечность деталей шарнира опорного катка (ось, втулка), определяется характером процес-

са изнашивания и его интенсивностью. Для основных элементов шарнира, отказ которых происходит в результате изнашивания, основными критериями работоспособности является достижение предельной величины износа  $I_{np}$ . Ресурсы деталей – наработки до предельного износа зависят как от величины  $I_{np}$ , так и от средней скорости изнашивания. Основным направлением увеличения ресурсов является снижение скорости изнашивания как своевременным проведением технического обслуживания (обеспечивающих восстановление среды протекания процесса), так и увеличением его периодичности за счёт повышения ресурса смазочного материала.

Наиболее наглядно влияние периодичности технического обслуживания на изнашивание и ресурс пары трения представляет графическая модель (рис. 1).

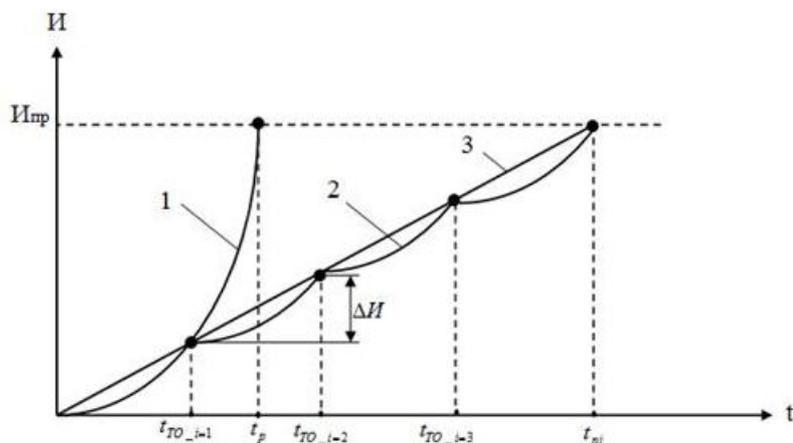


Рис.1. Графическая модель влияния периодичности ТО на изнашивание и ресурс элемента сопряжения.

При разработке модели принято допущение, что техническое обслуживание проводится регулярно с периодичностью  $t_{mo}$  и полностью восстанавливает нормальные условия изнашивания шарнира.

В случае отсутствия технического обслуживания закономерность изнашивания элементов сопряжения описывается кривой 1, имеющей вид

$$I(t) = b \cdot t^a, \quad (1)$$

где  $b$  - коэффициент, отражающий условия работы сопряжения.

Скорость изнашивания  $\gamma$  является производной от износа и определяется

$$\gamma(t) = ab \cdot t^{a-1}. \quad (2)$$

Своевременное произведение ТО позволяет восстановить среду, создать благоприятные условия взаимодействия поверхностей сопряжения и снизить скорость изнашивания  $\gamma$ . Полученную при этом закономерность изнашивания представим кривой 2, которая с незначительной погрешностью аппроксимируется прямой 3. При  $t_{mo} = \text{const}$ , износ поверхности элемента сопряжения при наработке  $t = t_p$  определяется выражением

$$I_{np} = b \cdot t_{mo}^{a-1} \cdot t_p. \quad (3)$$

Существенно важное значение, имеет определение оптимальных значений ресурса и периодичности ТО в их взаимосвязи. Наибольшее распространение получили вероятностно-математические модели оптимизации, предложенные А.М. Шейниным [1, 2]. В основе критерия оптимизации лежит минимум суммарной средней удельной стоимости поддержания надёжности  $C_{nn.общ}(t)$  стоимости устранения отказа  $C_{отк}$  реализацией ресурса  $t_p$

и выполнения технического обслуживания стоимостью  $C_{mo}$  с периодичностью  $t_{mo}$ :

$$C_{nn.общ}(t) = \frac{C_{отк}}{t_p} + \frac{C_{mo}}{t_{mo}} \rightarrow \min \quad (4)$$

С учётом зависимости (3) данное выражение имеет вид:

$$C_{nn.общ}(t_{mo}) = \frac{C_{отк} \cdot b t_{mo}^{a-1}}{I_{np}} + \frac{C_{mo}}{t_{mo}} \rightarrow \min \quad (5)$$

Принципиальное отличие графической модели сопряжения заключается в учёте величины начального зазора в сопряжении  $S_n$ , критерии предельного состояния – предельного зазора  $S_{np}$ , а так же изменения размеров оси в результате износа «в минус» и размеров втулки «в плюс». Кроме того, поскольку элементы пары трения изготавливаются из разных материалов (ось – сталь, втулка – бронза), скорости изнашивания будут различны.

Обозначим скорость изнашивания оси при  $i$ -й периодичности ТО  $t_{moi}$

$$\gamma_o = b_1 \cdot a_1 \cdot t_{moi}^{a_1-1}, \quad (6)$$

и соответственно скорость изнашивания втулки:

$$\gamma_v = b_2 \cdot a_2 \cdot t_{moi}^{a_2-1}. \quad (7)$$

Значение среднего ресурса сопряжения при  $i$ -й периодичности ТО определим по соотношению:

$$t_{pi} = \frac{S\Delta}{\gamma_o + \gamma_v} = \frac{S\Delta}{b_1 a_1 t_{moi}^{a_1-1} + b_2 a_2 t_{moi}^{a_2-1}}, \quad (8)$$

где  $S\Delta$  - фактическая предельная величина износа сопряжения,  $S\Delta = S_{np} - S_n$ .

С учётом соотношения (8) получим выражение:

$$C_{пн.общ}(t_{moi}) = \frac{C_{отк}(b_1 a_1 t_{moi}^{a_1-1} + b_2 a_2 t_{moi}^{a_2-1})}{S\Delta} + \frac{C_{moi}}{t_{moi}} \rightarrow \min \quad (9)$$

При допущении, что материальные и трудовые затраты при ТО условно постоянны и параметры  $b_1, a_1$  и  $b_2, a_2$  зависят от противоположных свойств смазочных материалов и условий трения, то функция (9) позволяет определить значение  $t_{mo}$  соответствующие минимальным эксплуатационным затратам на поддержание надёжности подшипника скольжения.

Для использования целевой функции (9) необходимо определить зависимость изменения износа и скорости изнашивания от наработки. Данные для построения зависимостей получены в СибАДИ Г.А. Голощаповым, в процессе экспериментальных исследований пары трения ось – втулка на машине трения МИ-1М, с учётом которых целевая функция (9) примет вид

$$C_{пн.общ}(t_{moi}) = \frac{C_{отк} \cdot 0,104 \cdot t^{0,36} + 0,55 \cdot t^{0,28}}{S\Delta} + \frac{C_{mo}}{t_{moi}} \rightarrow \min \quad (10)$$

Обработкой эксплуатационных данных реальной эксплуатации экскаватора ЭО-5126 установлены средние эксплуатационные затраты на устранение отказа шарнира опорного катка экскаватора  $C_{отк} = 4,75$  тыс.руб, при стоимости технического обслуживания катка  $C_{mo} = 0,46$  тыс.руб.

В таблице 1 представлены результаты расчёта составляющих функции (10), а так же  $C_{пн.общ}(t_{moi})$ .

По данным расчётов построены зависимости удельных затрат (рис.3), которые позволяют найти оптимальное значение периодичности технического обслуживания  $t_{mo}^{opt} = 500$ ч ( $C_{пн.общ}(t_{mo}=500) = 3,52$  руб/ч) для шарнира опорного катка экскаватора ЭО-5126 при работе на смазке Литол-24.

Таблица 1 – Составляющие удельных эксплуатационных затрат

Периодичность технического обслуживания $t_{mo}, \text{ч}$	Удельные затраты, руб/ч		
	$C_{отк}(t_{mo})$	$C_{mo}(t_{mo})$	$C_{пн.общ}(t_{mo})$
100	1,50	4,60	6,10
200	1,90	2,30	4,20
300	2,19	1,53	3,72
400	2,41	1,15	3,56
500	2,60	0,92	3,52
600	2,77	0,76	3,54
700	2,92	0,65	3,58

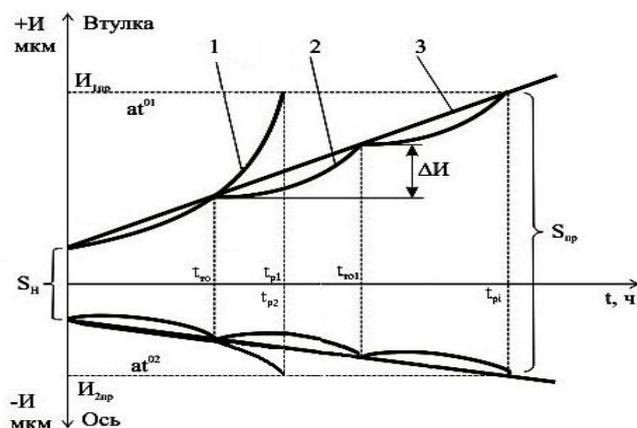


Рис. 2 Зависимость влияния периодичности ТО на ресурс шарнира катка

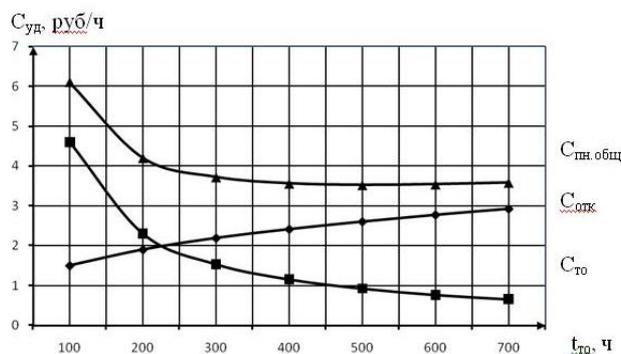


Рис.3 Графическая модель оптимизации периодичности ТО

### Заключение

Результаты разработки и теоретического обоснования вероятностно-математической модели оптимизации периодичности технического обслуживания (ТО) показали возможность применения данного аппарата применительно к паре трения скольжения подшипниковых узлов ходовой части строительных машин. Рассмотрен пример использования модели для оптимизации периодичности ТО шарнира опорного катка экскаватора ЭО-5126.

### Библиографический список

1. Шейнин А. М. Основные принципы управления надёжностью машин в эксплуатации / А. М. Шейнин. – М.: Знание, 1977. – Вып.1. – 60 с.; Вып.2. – 44 с.
2. Шейнин А.М., Шейнин В.А. Алгоритмы и программы решения оптимальных задач надёжности машин. Учебное пособие. – М.: МАДИ, 1981.- 112 с.

**MATHEMATICAL MODEL OF OPTIMIZATION  
TECH-RAY PERIODICITY SERVICE JOINT ROAD  
WHEELS EXCAVATOR**

S.V. Melnik, G.A. Goloshchapov

The possibility of using probability mathematical model for the optimization of periodic technical maintenance. (TM) of the friction-sliding of bearing joints of construction machines chassis is offered. Theoretical support of mathematical model is given, aim function of optimization is worked-out.

*Мельник Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент СибАДИ. Основное направление научных исследований: эксплуатационная надежность землеройных машин. Общее количество публикаций 33.*

*Голощапов Георгий Алексеевич – младший научный сотрудник СибАДИ. Основное направление научных исследований: повышение ресурса узлов трения землеройных машин, применение пластичных смазочных материалов. Общее количество публикаций 42.*

УДК [004.891+004.942]:66-963

**КОНЦЕПЦИЯ ЭКСПЕРТНОГО МОДЕЛИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА ПРИ  
ПЛАНИРОВАНИИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ  
В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ**

И.И. Семенова

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы планирования многокомпонентных смесей компонентов различной природы в производстве. Показана необходимость создания автоматизированного экспертного моделирующего комплекса (ЭМК), который позволит качественно изменить ситуацию в отраслях за счет снижения объемов лабораторных испытаний при поиске решений по новым составам смесей в условиях неопределенности. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-08-90707.*

***Ключевые слова:** многокомпонентные смеси, поддержка принятия решений, задача планирования в условиях неопределенности, структура экспертного моделирующего комплекса, подходы к планированию составов смесей.*

**Введение**

На сегодняшний день сложно найти отрасль, в которой бы не ставилась задача разработки многокомпонентной смеси (продукта) различного назначения. Выполненная классификация смесей по выбранным критериям в результате анализа работ [1, 2, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20, 22, 24, 26 и др.] позволяет увидеть масштабность использования смесей и многофакторность, которая существенно усложняет задачи планирования, апробации и оперативной модификации составов смесей. Так, например:

- по отрасли: химическая, нефтеперерабатывающая, металлургическая, горнодобывающая, пищевая, фармацевтическая, текстильная, строительная, косметологическая, сельскохозяйственная и пр.;

- по классу опасности: взрывоопасные, огнеопасные, отравляющие и пр.;

- по консистенции: газовые, жидкие, сыпучие, пастообразные, порошковые, твердые и пр.;

- по агрегатному состоянию: сплав, суспензия, аэрозоль, капиллярная система, эмульсия, туман, твердая пена, порошок, пена, неустойчивое;

- по назначению: чистящие, моющие, тампоновые, регуляторы свойств, защитные, стабилизирующие, вкусовые и пр.;

- по основе: водная, масляная, газовая и пр.;

- по свойствам при фазовых переходах (по отклонению от идеальности): идеальные, зеотропные, монозеотропные, тризеотропные, гомогенные, гетерогенные и пр.

- и т.д.

В реально существующих условиях планирования и изготовления многокомпонентных смесей в работах [4, 15 и др.] отмечается необходимость и одновременно сложность учета неопределенности, связанной с изменчивостью характеристик поступающих сырьевых компонентов, отсутствием надежных и недорогих лабораторных тестов для определения качественных показателей в цикле производства смесей, большой размерностью технологических задач.

Также с увеличением числа компонентов смеси становится все труднее прогнозировать свойства смеси, которые зависят от ее состава [21], от применяемых технологических операций, от порядка операций и т.п. Указанные аспекты говорят об актуальности проблемы планирования многокомпонентных составов и необходимости развития автоматизированных средств, направленных на снятие проблем в области планирования смесей.

В данной статье рассматриваются возможности и перспективы создания автоматизированного экспертного моделирующего комплекса (ЭМК), который бы взял на себя проблемы работы технологов с многофакторным пространством задачи планирования многокомпонентных смесей в условиях неопределенности.

### **Проблемный анализ в задачах разработки новых многокомпонентных смесей**

Анализ работ [3, 4, 5, 7, 9, 11, 15, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26 и др.] в области исследования и разработки многокомпонентных смесей различного назначения с применением средств автоматизации позволяет сделать следующие обобщения:

Многокомпонентные смеси – неотъемлемая часть производственного цикла во многих отраслях.

Несмотря на большой сортамент подобных продуктов импортного и российского производства существует острая потребность в разработке новых смесей, отвечающих комплексным целям – получение импортозамещающего продукта, оптимизации процесса использования сырьевой базы в условиях ограниченности ресурсов надлежащего качества, учет местных климатических, производственных, биологических и пр. потребностей, сокращение затрат при сохранении требуемого стандартами качества и т.д.

При разработке новых смесей на современном этапе используют информационные технологии, но преобладают такие направления, как:

- построение баз данных, обобщающих накопленные справочные данные по смесям, их составам и свойствам, характеристикам отдельных компонентов смесей и т.п. Анализ приведенных в открытых источниках БД показывает их ориентацию с точки зрения построения структуры, функционала и интерфейсов на узкие предметные области, на конкретные классы смесей;

- экспертное оценивание, реализованное в виде отдельных разработок, спроектированных исключительно для узко поставленной задачи либо для подтверждения теоретических изысканий;

- рамках АСУ ТП в виде встроенных модулей контроля качества поступающего сырья и корректировки значений параметров готовых рецептур на стадии приготовления смесей;

- рамках САПР в виде программ-расчетов изменения характеристик оборудования и пр., в работе которого используются многокомпонентные смеси (например, в металлообработке – СОЖ, СОТС, смазки и т.п.);

- в рамках пакетов моделирования предлагаются общие подходы, которые требуют от техно-

логов глубоких знаний, как самого программного продукта, так и математических методов;

- электронные таблицы, решающие узкие задачи для построения диаграмм и таблиц по результатам лабораторных испытаний смесей, предложенных технологом.

В работах отмечается разная степень проработанности и изученности свойств при различных технологических режимах использования, как существующих многокомпонентных смесей, так и отдельных компонентов, которые могут быть использованы в процессе создания новых.

Повсеместно отмечается проблема разнородного сырья, использование которого неочевидно влияет на выходную многокомпонентную смесь.

Остается проблема прогнозирования свойств и поведения смесей, если в ее составе больше трех компонент.

Присутствует проблема информационной неопределенности, которая сдерживает развитие разработки новых смесей.

### **Постановка задачи**

Необходимо разработать методологию построения автоматизированного экспертного моделирующего комплекса, обеспечивающего накопление, структурирование, обработку информации из различных научных дисциплин, предметом которых является разработка и использование в производстве многокомпонентных смесей, с последующим извлечением и использованием знаний, направленных на совершенствование и поиск новых составов многокомпонентных смесей.

Первым шагом является создание общей концепции комплекса с обозначением основных принципов, которые должны быть положены в основу его проектирования, разработки и использования в отраслях.

Следующим шагом является разработка архитектуры экспертного моделирующего комплекса с учетом его межотраслевого переноса и унификации методов формирования в нем баз данных, знаний и моделей для многокомпонентных смесей различных классов.

Далее необходима разработка методов объединения с проверкой непротиворечивости данных, знаний и моделей о компонентах и смесях из баз данных и знаний, созданных в процессе решения отдельных задач формирования новых составов смесей либо созданных под узкую линейку компонентов, в единую систему.

Далее необходима разработка метода и алгоритмов выявления предпосылок для появления (или нахождения пропуска в пространстве признаков) нового типа многокомпонентной смеси, которая должна появиться, исходя из существующих трендов в накопленных данных и текущих требований рынка и особенностей деятельности предприятия – разработчика смеси.

В данной работе основное внимание уделено концепции комплекса.

### **Принципы функционирования и требования к ЭМК**

*Адаптивный интерфейс.* Инструментарий, согласующий потребности для решения в большом количестве моделей и сложности связей, с одной стороны, с необходимостью понятного для пользователя интерфейса системы, воссоздающей модель работы при планировании новой многокомпонентной смеси пользователя – технолога.

*«Минимализм» в интерфейсе.* На текущий момент в прикладных системах основное внимание уделяется самим моделям, данным и пр., а в последнюю очередь по факту формируется интерфейс пользователя. В результате такой подход приводит многие системы к отмиранию и невозможности доведения их до коммерческого продукта. Следовательно, на всех этапах проектирования экспертного моделирующего комплекса необходимо проработать методики по тестированию интерфейсных решений на количество операций, касающихся взаимодействия пользователя с базой данных (БД), базой знаний (БЗ), базой моделей (БМ), с целью сведения их к минимуму. А также необходима разработка методов интеллектуальной поддержки принятия решений с учетом ориентированности средств представления и обработки информации на лицо, принимающее решение (ЛПР), в сторону обоснования минимально необходимого и достаточного объема представляемой информации на формах в ходе поиска решения.

*Доопределение исходных данных.* Подсистема ввода информации для поиска решения должна по мере указания каждого очередного условия и ограничения давать оценку количественного порядка возможных решений, которые можно получить на текущем этапе, что позволит ЛПР оперативно регулировать свои требования и наблюдать, как они влияют на пространство возможных решений.

*Независимость внутреннего представления данных и знаний от класса многокомпонентных смесей.* Система даст комплексный эффект только в том случае, если интерфейс и внутренняя модель данных и знаний будет независима от класса планируемых многокомпонентных смесей, и тем самым станет переносимой а готовый комплекс тиражируемым на различные отрасли.

*Использование модальных стимулов.* Строить целевую функцию и ограничения для поиска многокомпонентной смеси (описания исходных данных для искомого решения) в виде ассоциативного ряда или товарных свойств качественных и количественных, с наводящими вопросами для формирования полного описания по методике выявления модальных стимулов на ключевой вопрос - будущий (требующийся) продукт.

*Поиск новых составов смесей через наделение случайными свойствами.* Реализация способа наделения выбранного для модернизации состава массой случайных признаков [8], которые могут быть заимствованы из описания признаков других составов и компонентов, присутствующих в БД. Получаем комбинированный объект изобрета-

тельства, при таком подходе можем объединять признаки в таблицу, определенные объекты и группы объектов также объединять в таблицу, связывая с признаками, а на пересечении полученное новое свойство предложить для анализа ЛПР и изучить на предмет непротиворечивости и эффективности.

*Учет негативного опыта.* Хранение и использование ложных решений и отклонений в решениях при проверке их экспериментально, связь между модельным решением и экспериментальным с вводом поправок. Хранение истории поправок, уточнений с последующим использованием их при поиске новых решений.

*Проверка непротиворечивости новых данных накопленным в системе.* При вводе данных о лабораторных испытаниях, система должна проверить их на непротиворечивость существующим в системе данным и знаниям. Необходимо разработать алгоритмы разрешения противоречий с участием ЛПР, т.к. в противоречии может проявиться новый неучтенный момент, который надо отметить и внести в базу знаний, а также сформировать или модифицировать модель.

*Автоматизация построения и поддержки онтологии предметной области.* Онтологию сам технолог не построит, так как в производственном процессе необходимо учитывать потребность в простоте (прозрачности) работы с системой и общей занятости специалиста. Учитывая особенности предметной области, можно с уверенностью сказать, что онтология будет слишком сложна для поддержки, нужен набор методов автоматизации построения онтологии, но не только предметной области, но и моделей и методов принятия решений, связанных с ней.

*Поддержка описания графиками и трендами целей и ограничений.* Пользователь-производитель представляет для себя информацию скорее не аналитическими зависимостями, а графиками и трендами. Задача системы подобрать соответствующий математический аппарат и выбрать решение по введенным графикам и трендам пользователя. Другими словами, пользователь желаемое отображает трендами, система подбирает решение и выдает в виде технологической карты на эксперимент. Далее после серии экспериментов пользователь вводит результаты под выбранную технологическую карту, система обрабатывает и поправляет знания о закономерностях связей изучаемых объектов и поправляет математический аппарат путем привлечения различных методов.

*Принцип подобия.* Моделирование по принципу подобия или меры сходства, выстраивание цепочки аналогов и анализ смещения свойств при изменении исходных параметров аналогов.

### **Структура ЭМК**

На рисунке 1 представлена укрупненная структурно-функциональная схема экспертного моделирующего комплекса.

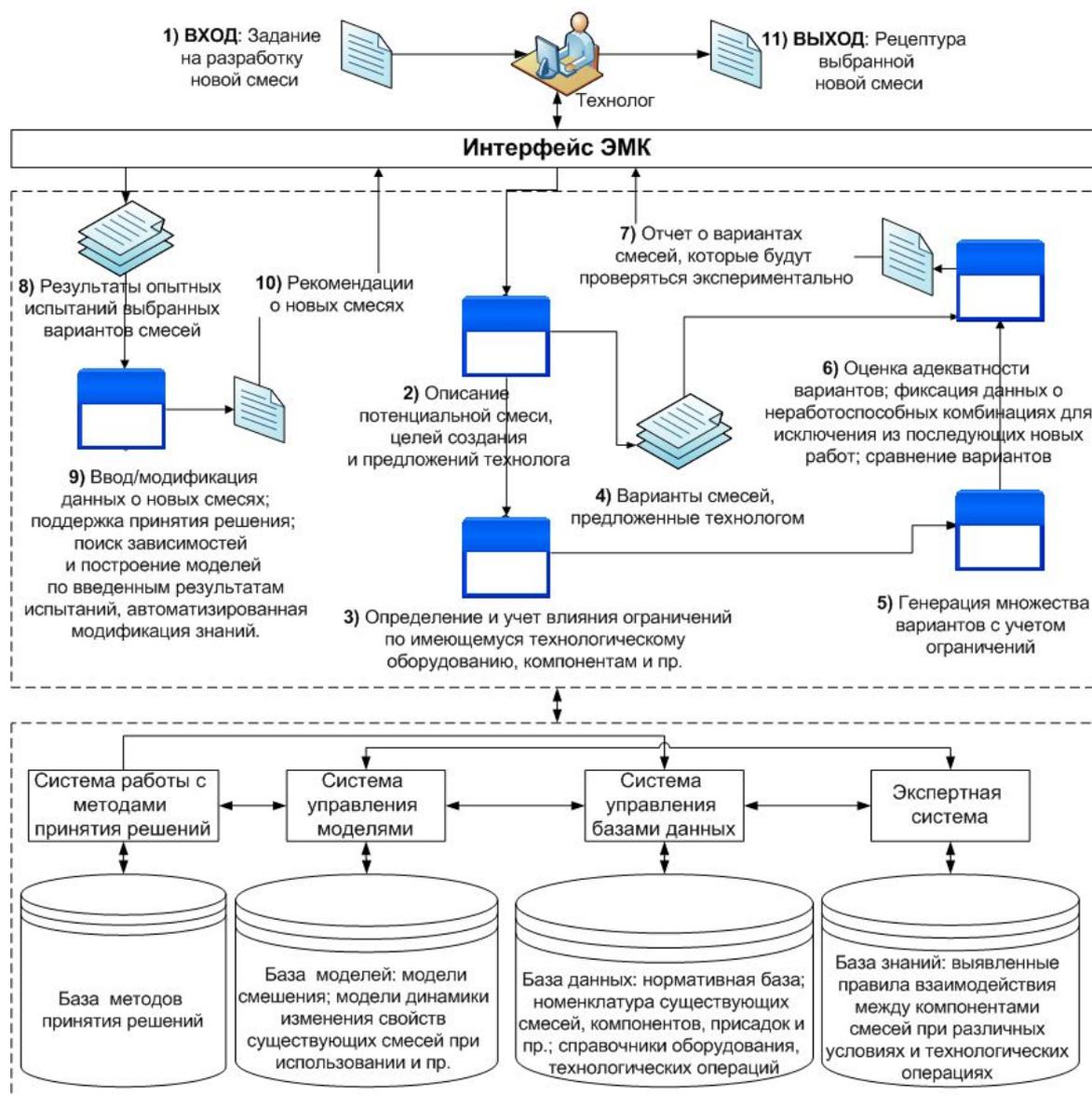


Рис. 1. Структурно-функциональная схема работы экспертного моделирующего комплекса

Принципиальными особенностями представленной ЭКМ являются:

Выделение в отдельную систему работу с методами поддержки принятия решений, так как наряду с моделями изучаемых процессов и знаний о них, методы принятия решений требуют использования по отношению к ним принципов работы с открытыми ресурсами. Они требуют обновления, расширения, сравнительного анализа при наполнении ЭКМ знаниями и моделями с новыми свойствами и характеристиками. Что позволит преодолеть ограничения существующих инструментов, которые пишутся под конкретную задачу с заранее определенным на стадии проектирования набором методов поддержки принятия решений, тем самым делая систему «закрытой».

Организация взаимодействия систем управления моделями, системы работы с методами под-

держки принятия решений и экспертной системы в едином процессе планирования многокомпонентной смеси для преодоления проблем с неопределенностью, а именно использование экспертных знаний, там где нет адекватных моделей, которые могут использоваться при принятии решений.

Организация взаимодействия между системой управления моделями, системой управления базами данных и экспертной системы с целью построения когнитивных карт с возможностью автоматизированного выбора типа когнитивных карт в зависимости от исходных данных, с последующим получением моделей и проверкой их адекватности.

Проектирование структуры базы данных основывается на том факте, что компоненты смесей характеризуются различными наборами атрибутов, в результате невозможно сформировать для них единый кортеж, также как и для самих многокомпо-

нентных смесей, технологических операций, оборудования. Данный факт требует учета этих особенностей, как в самой базе данных, так и требует существенного изменения подхода к выбору исходных данных для организации процесса поддержки принятия решений.

Использование в качестве отдельных модулей готовых программных решений, что сократит сроки по программной реализации ЭМК.

### **Заключение**

Таким образом, разработка экспертного моделирующего комплекса с учетом описанных принципов и требований расширит возможности технологов при планировании новых многокомпонентных смесей. Предварительные оценки дают основания считать, что ЭМК существенно сократит временные и денежные затраты на проведение лабораторных испытаний при разработке смесей, сократит количество ошибок из-за выбора ложных путей, которые можно выявить в результате анализа накапливаемых данных в системе, но которые неочевидны в ходе практической работы технолога.

### **Библиографический список**

1. Барабаш Д.Е. Композиционные строительные материалы на основе модифицированных жидких олигодиенов: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05. Воронеж, 2009.
2. Беленцов Ю.А. Повышение эффективности производства композиционных анизотропных материалов: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05. Белгород, 2010.
3. Глазкова И.В., Ивашкин Ю.А. Оптимизация рационалов питания с использованием компьютерных технологий // Пищевая промышленность. 2010. №6. С.61-63.
4. Головин И.М. Разработка алгоритмов, численных методов и программной среды для управления качеством рецептурных смесей на основе методов математического программирования: автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.18. Москва, 2006.
5. Губарев А.В., Фаткин В.А. Разработка динамической модели композиционного проектирования продукции и совершенствования технологической системы на основе информационного обеспечения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2009. №28. С.64-68.
6. Давидюк А.Н. Конструкционно-теплоизоляционные легкие бетоны на стекловидных пористых заполнителях: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05. Ростов – на – Дону, 2010.
7. Демич Н.В. Моделирование и алгоритмическое обеспечение синтеза состава смесей холодильных агентов на основе модифицированного комплексного эволюционного метода: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.13.18. Астрахань, 2007.
8. Иванов И.С. Как войти в интеллектуальную элиту планеты. М.: И-квадрат, 2001. 237 с.
9. Ильясов Б.Г., Васильев В.И. Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учебное пособие. М.: Радиоэлектроника, 2009. 392 с.
10. Колбасин А.М. Автоматизация технологического процесса управления производством многокомпонентных сыпучих бетонных смесей с учетом ошибок дозирования: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.13.06. Москва, 2007.
11. Комиссаров Ю.А., Дам Куанг Шанг Математическое моделирование при расчете парожидкостного равновесия многокомпонентных систем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2011. №1. С.43-50.
12. Копаница Н.О. Композиционные строительные материалы на основе модифицированных торфов: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05. Томск, 2011.
13. Кутина О.И. Методологические основы создания продуктов питания с заданными потребительскими свойствами из малоценных океанических рыб: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.18.15. Москва, 2006.
14. Лесовик Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05. Белгород, 2009.
15. Николаева С.В. Методы математического программирования моделей смесей в условиях информационной неопределенности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. №10. С.64-69.
16. Никонович С.Н. Разработка новых типов растительных масел и биологически активных добавок для функционального питания: автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.18.10, 05.18.06. Краснодар, 2003.
17. Перелыгин В.М. Построение модели свойств многокомпонентной смеси по результатам экспертного оценивания альтернатив // В.М. Перелыгин, Ю.В. Бугаев, Т.В. Мاستюкова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2001. №1. С.57-59.
18. Санькова Т.А. Система автоматизированного проектирования составов бетонов промышленного назначения: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.13.12. Омск, 2009.
19. Серафимов Л.А., Фролова А.В., Илларионов В.В. Элементы множества диаграмм бинарных систем // Вестник МИТХТ. 2010. Т.5. №3. С. 10-17.
20. Суворов С.А. Проектирование минерального и химического составов многокомпонентных материалов / С.А. Суворов, В.В. Козлов, Е.А. Вихров // Огнеупоры и техническая керамика. 2010. №6. С.3-6.
21. Харитонов Е. А., Шагиев Л. И. Компьютерная программа для построения математических моделей многокомпонентных смесей // Вестник Казанского технологического университета. 2011. №3. С. 274-275.
22. Цибилова М.Е., Кильмаев А.А. Концепция рационального питания и проектирование функциональных продуктов из гидробионтов // Вестник

Астраханского государственного технического университета. 2005. №3. С. 173-178.

23. Черняховская Л. Р. Онтологический подход к разработке систем поддержки принятия решений/ Л.Р. Черняховская, Р.А. Шкундина, К.Р. Нугаева // Вестник УГАТУ. 2006. Т.8. №4. С. 68-77.

24. Чулкова И.Л. Повышение эффективности строительных композитов с использованием техногенного сырья регулированием процессов структурообразования: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.23.05. Белгород, 2011.

25. Экспериментальный стенд Комплексной системы научного мониторинга. Структура и функции/ Малинецкий Г.Г. и др.// Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2007. с. URL: [http://www.keldysh.ru/papers/2007/source/prep2007\\_47.pdf](http://www.keldysh.ru/papers/2007/source/prep2007_47.pdf)

26. Яковис Л.М. Математическое моделирование и оптимизации управляемых процессов приготовления многокомпонентных смесей: автореферат дис. доктора технических наук : 05.13.18, СПб., 2002.

### THE CONCEPT OF "EXPERT MODELLING SYSTEM" FOR PLANNING OF MULTICOMPONENT MIXTURES UNDER UNCERTAINTY

I.I. Semenova

The article deals with the problem of scheduling multi-component mixtures in various industries. The necessity of creating an automated expert modeling complex, which will qualitatively change the situation in the sectors by reducing the volume of laboratory tests to find solutions to the new composition of the mixture under conditions of uncertainty.

*Семенова Ирина Ивановна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Информационная безопасность» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – развитие методов анализа, обработки и хранения данных. Имеет 81 публикацию.  
E-mail: osobaii@gmail.com.*

УДК 629.033

## АЛГОРИТМ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГУСЕНИЧНОЙ ЛЕНТЫ ЦЕПНОГО ТРАНШЕЙНОГО ЭКСКАВАТОРА

Р.Ю. Сухарев, С.Д. Игнатов,

**Аннотация.** *Статья посвящена вопросу оптимизации конструктивных параметров гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора с целью обеспечения курсовой устойчивости машины.*

**Ключевые слова:** *цепной траншейный экскаватор, гусеничный движитель, гусеничная лента, алгоритм.*

### Введение

Наряду с хорошей управляемостью гусеничная строительная и дорожная машина должна иметь достаточно высокую стабильность прямолинейного движения. При перемещениях с поперечным креном достаточно сложно сохранять требуемую траекторию движения. Одним из нежелательных явлений при перемещениях с поперечным креном является боковой увод машины [1, 2].

Явление бокового увода возникает из-за разных линейных скоростей гусениц. Разница между скоростями возникает вследствие большего коэффициента буксования одного из движителей. Это в свою очередь зависит от неравномерного распределения силы веса между гусеницами из-за изменения поперечного угла крена машины [1, 2].

Анализ существующих систем корректировки траектории движения показал, что в настоящее время использующиеся системы имеют определенные недостатки, в частности, относительно большая стоимость. Приведенные выше системы

применяются на строительных и дорожных машинах, как на пневмошинном, так и на гусеничном ходу, тем самым не учитывая специфику этих движителей. Кроме того, они усложняют процесс эксплуатации машины, являются дорогостоящими и требуют квалифицированного обслуживания. Поэтому намного эффективнее решить вопрос бокового увода на стадии проектирования машины.

В данном исследовании внимание направлено на оптимизацию конструктивных параметров гусеничной ленты цепных траншейных экскаваторов (ЦТЭ) с гидроприводом ходового оборудования и рабочего органа.

Любая сложная система состоит из отдельных более простых подсистем. Поэтому естественно, решая задачу многоцелевой оптимизации для системы в целом, разработчик неизбежно должен ставить и решать задачи многоцелевой оптимизации для отдельных ее подсистем. При этом должна осуществляться координация критериев оптимальности подсистем в соответствии с их назначением

и связями, существующими между ними.

В реальных задачах не удается одновременно достичь лучших значений всех рассматриваемых критериев оптимальности, поскольку эти значения соответствуют различным точкам пространства независимых переменных, варьируемых в процессе оптимизации. Следовательно, решение задачи многокритериальной оптимизации представляет собой некоторый компромисс между частными критериями оптимальности.

Возможной реализацией многопараметрической оптимизации является обобщенная целевая функция, которая записывается следующим образом:

$$W(l, B) = \sum_{i=1}^n (K_i \cdot W_i) \rightarrow 1, \quad (1)$$

$$W_i = \frac{R_i}{R_i^*}, \quad (2)$$

где  $R_i$  - значение целевой функции, найденное при решении задачи без компромиссной оптимизации,  $R_i^*$  - наилучшее значение целевой функции.

В зависимости (1)  $n$  - число критериев;  $K_i$  - весовой коэффициент, учитывающий важность  $i$ -го критерия, причем

$$\sum_{i=1}^n K_i = 1. \quad (3)$$

Весовые коэффициенты определяются заказчиком, в зависимости от важности для него определенных критериев.

На показатели качества рабочего процесса ЦТЭ влияют такие факторы, как радиус поворота, линейная скорость перемещения и сила сопротивления на крюке.

Большой радиус поворота ЦТЭ при перемещении с поперечным креном обеспечивает более точное соблюдение прямолинейной траектории перемещения, это отражается на качестве разрабатываемой траншеи.

Большая скорость перемещения ЦТЭ обеспечивает большую производительность машины.

Большая возможная сила сопротивления на крюке обеспечивает возможность преодолевать усилия на рабочем органе без понижения линейной скорости перемещения.

В качестве частных критериев эффективности были выбраны линейная скорость перемещения ЦТЭ и радиус поворота ЦТЭ при перемещении с поперечным креном.

В ходе исследования была установлена прямая зависимость радиуса поворота и силы сопротивления на крюке ЦТЭ, которой является сила сопротивления на рабочем органе экскаватора, вследствие разработки грунта.

При выборе весовых коэффициентов следует учитывать, что

$$\left\{ \begin{array}{l} K_V \neq K_R; \\ \text{если } K_V = 1, \text{ то } V_d = V_{\text{MAX}}, R_{\text{пов}} = R_{\text{MIN}}, F_{\text{кр}} = F_{\text{MIN}}; \\ \text{если } K_R = 1, \text{ то } V_d = V_{\text{MIN}}, R_{\text{пов}} = R_{\text{MAX}}, F_{\text{кр}} = F_{\text{MAX}}; \\ \text{если } 0,5 < K_V < 1, \text{ то } V_d \rightarrow V_{\text{MAX}}, R_{\text{пов}} \rightarrow R_{\text{MIN}}, F_{\text{кр}} \rightarrow F_{\text{MIN}}; \\ \text{если } 0,5 < K_R < 1, \text{ то } V_d \rightarrow V_{\text{MIN}}, R_{\text{пов}} \rightarrow R_{\text{MAX}}, F_{\text{кр}} \rightarrow F_{\text{MAX}}. \end{array} \right. \quad (4)$$

Целевые функции критерия эффективности от исследуемых величин и их граничные условия представлены зависимостями

$$\left. \begin{array}{l} W(B, l) \rightarrow 1, \\ l_{\text{min}} \leq l \leq l_{\text{max}}, \\ B_{\text{min}} \leq B \leq B_{\text{max}} \end{array} \right\}; \quad (5)$$

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_k = 47^\circ, \\ m = 14000 \text{ кг}, \\ K_V = 0,35; K_R = 0,65 \end{array} \right\}. \quad (6)$$

#### Алгоритм системы автоматизации проектирования основных конструктивных параметров гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора

1. Задаются численные значения постоянных параметров:

**параметры ЦТЭ** (масса машины -  $m$ ; ширина базы -  $B_m$ ; ширина колеи -  $L_b$ ; число траков -  $n$ ; расстояние от оси ведущих звездочек до режущей кромки РО, формирующей дно траншеи -  $L_M$ ; расстоянию от оси ведомых звездочек до режущей кромки РО, формирующей дно траншеи -  $L_{PO}$ ; величина заглубления РО -  $H$ ; длина РО -  $J$ ; расстояние от точки крепления РО до поверхности грунта -  $a$ ; ширина траншеи -  $B_{тр}$ ; расстояние между скребками -  $l_{ск}$ , вертикальная координата центра тяжести ЦТЭ -  $h_u$ );

**параметры гидронасосов** (механический КПД -  $\eta_{мн}$ ; объемный КПД -  $\eta_{он}$ ; подача -  $Q_H$ ; рабочий объем -  $q_M$ );

**параметры гидрوليний** (длина -  $L_{ТР}$ ; диаметр -  $d_{ТР}$ ; модуль упругости материала стенки гидрوليнии -  $E_{СТ}$ ; толщина стенки гидрوليнии -  $\delta_{ТР}$ );

**параметры гидромоторов** (механический КПД -  $\eta_{мм}$ ; объемный КПД -  $\eta_{ом}$ ; подача -  $Q_M$ ; рабочий объем -  $q_M$ ; давление в системе -  $P$ );

**категория грунта;**

**параметры двигателя** (номинальная угловая скорость вращения вала -  $\omega_H$ ; номинальный момент сопротивления -  $M_c$ ).

2. Задаются необходимые параметры рабочего процесса ЦТЭ:

- требуемый коэффициент буксования отстойной гусеницы.

3. Определяется значение критического угла поперечного крена при стандартных параметрах машины:

- рассчитывается и выводится на экран критический угол поперечного крена.

4. Определяются интервалы варьирования длины –  $l$  и ширины –  $B$  траков гусеничной ленты:

- задаются требуемые интервалы варьирования  $l$  и  $B$ . Моделируется рабочий процесс ЦТЭ и выводятся графические зависимости радиуса поворота ЦТЭ от  $l$  и  $B$ ;
- руководствуясь графиками, задаются новые интервалы варьирования  $l$  и  $B$ .

5. Определяется влияние  $l$  и  $B$  на значение силы сопротивления на крюке, линейной скорости перемещения и радиуса поворота ЦТЭ при заданном коэффициенте буксования отстающей гусеницы:

- задается интервал варьирования  $F_{кр}$ ;
- моделируется рабочий процесс ЦТЭ. Варьируются значения  $l$  и  $B$ ;
- для каждого значения  $l$  и  $B$  изменяется значение силы сопротивления на крюке до тех пор, пока коэффициент буксования отстающей гусеницы не станет равным заданному значению, при этом записываются значения линейной скорости перемещения и радиуса поворота ЦТЭ;
- формируются массивы и строятся графические зависимости  $F_{кр}(B, l)$ ,  $V(B, l)$  и  $R_{пов}(B, l)$ ;
- аппроксимация полученных зависимостей.

6. Выбор оптимальных значений  $l$  и  $B$ :

- задаются требуемые значения весовых коэффициентов  $K_v$ ,  $K_r$ .
- в ходе оптимизационного синтеза в зависимости от значений весовых коэффициентов выбираются оптимальные значения  $l$  и  $B$ ;
- вывод на дисплей оптимизированных значений  $l$  и  $B$ , а также значений силы сопротивления на крюке, линейной скорости перемещения, радиуса поворота и критического угла поперечного крена при оптимизированных параметрах;
- расчет ширины базы машины, критического угла поперечного крена, и вывод значения угла крена на дисплей.

Блок-схема алгоритма системы автоматизации проектирования основных конструктивных параметров гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора приведена на рисунке 1. Неотъемлемой частью этого алгоритма является алгоритм построения графических зависимостей радиуса поворота ЦТЭ от ширины и длины траков гусеничной ленты, представленный на рисунке 3. На рисунках 2, 4 представлены графические зависимости радиуса поворота ЦТЭ от ширины и длины траков, которые позволяют определить рациональные диапазоны варьирования конструктивных параметров гусеничной ленты.

Графические зависимости представлены для ЦТЭ массой 14 тонн с начальными значениями ширины трака  $B=0,5$  м и длины трака  $l=0,23$  м.

В результате аппроксимации этих графических зависимостей были получены рекуррентные уравнения среднего значения радиуса поворота ЦТЭ от ширины и длины гусеничных траков с соответствующими степенями достоверности

$$R_{cp}(B) = 196,5B^3 - 500,1B^2 + 422,3B - 108,2; (R^2 = 0,994), \quad (7)$$

$$R_{cp}(l) = 3821,4l^3 - 3456,6l^2 + 1043,1l - 101; (R^2 = 0,997). \quad (8)$$

Анализируя рисунок 2, можно прийти к выводу, что оптимальный интервал варьирования длины траков составляет 0,23 – 0,27 м, так как после 0,27 м влияние длины траков на радиус поворота незначительно. Аналогично с шириной траков.

При анализе рисунка 4 видно, что оптимальный интервал варьирования длины траков составляет 0,5 – 0,66 м.

**Заключение**

Рассмотренный алгоритм позволяет определять оптимальные конструктивные параметры гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора при перемещении с поперечным креном, учитывая необходимый коэффициент буксования отстающей гусеницы. Использование этого алгоритма позволит ускорить процесс проектирования ходового оборудования машин, в частности цепных траншейных экскаваторов, а также улучшить необходимые характеристики рабочего процесса.

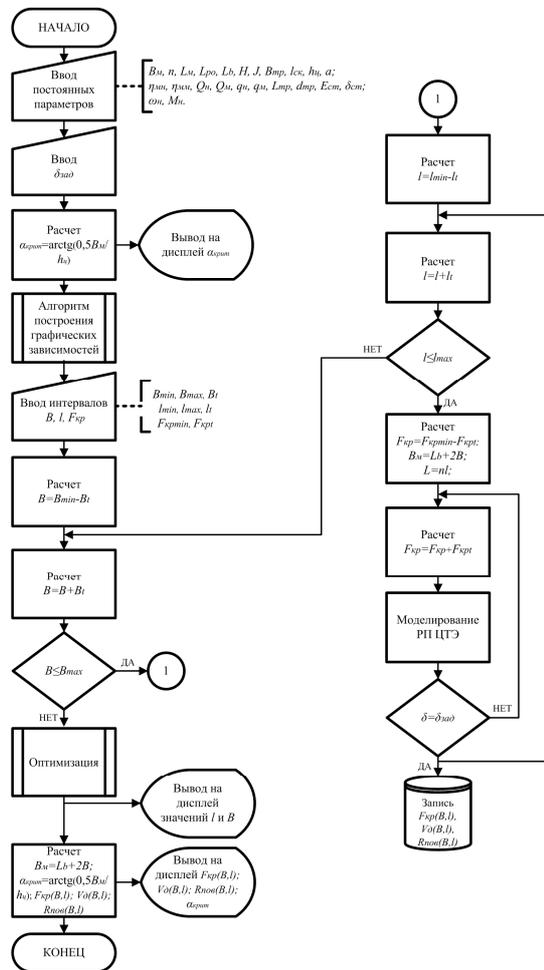


Рис. 1. Блок-схема алгоритма системы автоматизации проектирования основных конструктивных параметров гусеничной ленты цепного траншейного экскаватора

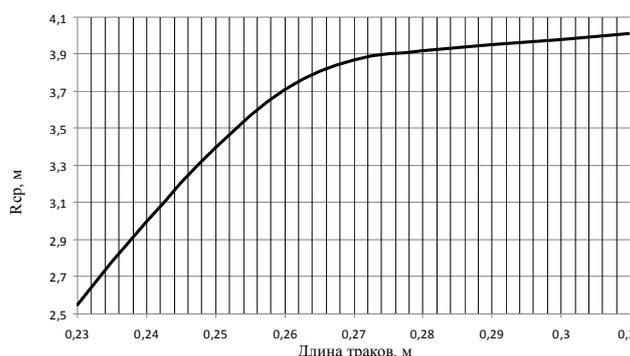


Рис. 2. Графическая зависимость радиуса поворота ЦТЭ от длины траков при ширине гусеничной ленты  $B=0,5$  м

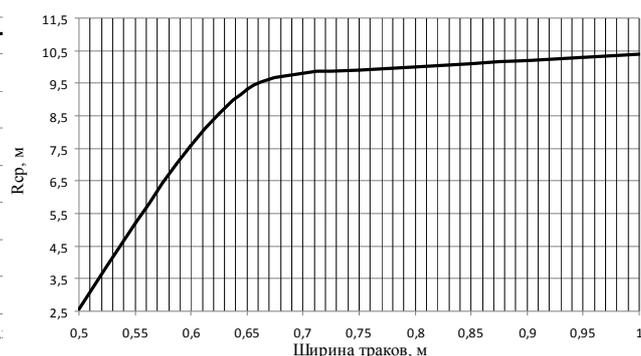


Рис. 4. Графическая зависимость радиуса поворота ЦТЭ от ширины гусеничной ленты при длине траков  $l=0,23$  м

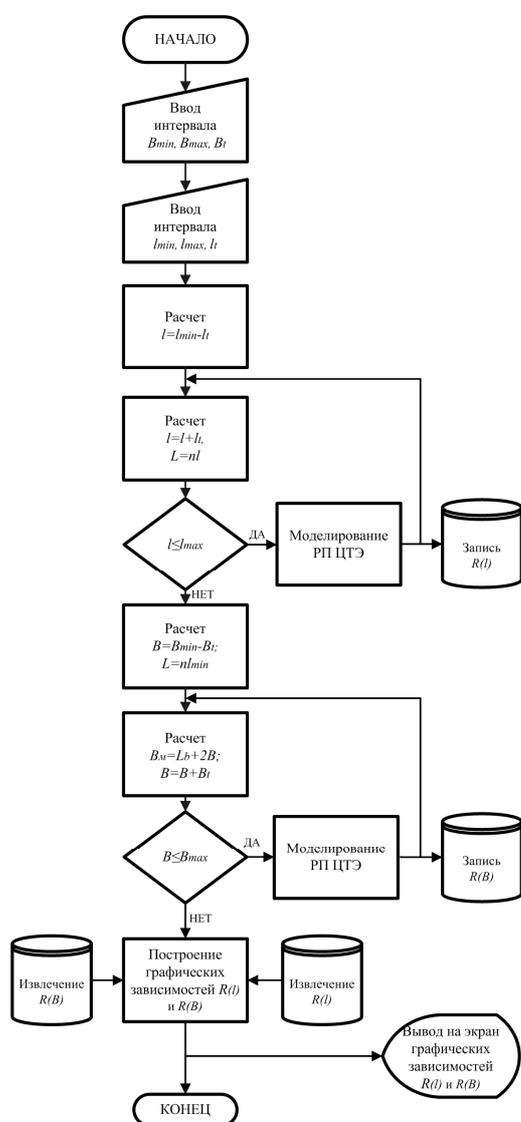


Рис. 3. Блок-схема алгоритма построения графических зависимостей радиуса поворота от длины и ширины траков

### Библиографический список

1. Забавников Н.А. Основы теории транспортных гусеничных машин [Текст] / Н.А. Забавников - М: «Машиностроение», 1975. – 448 с.
2. Игнатов С.Д. Влияние крена на курсовую устойчивость цепного траншейного экскаватора/ Теоретические знания – в практические дела [Текст]: материалы XI Всероссийской научно-инновационной конференции аспирантов, студентов и молодых ученых. – Омск: Изд-во филиал ГОУ ВПО «РосЗИТЛП» в г. Омске, 2010. – Ч.2. – С. 188-190.

### THE OPTIMIZATION ALGORITHM DESIGN PARAMETERS OF TRACK ON THE CHAIN TRENCHERS

R.Y. Suharev, S.D. Ignatov

Article is devoted to optimization design parameters of track on ground of the chain trenchers to ensure course stability machine.

*Сухарев Роман Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника СибАДИ. Основное направление научных исследований – системы управления строительных и дорожных машин, общее количество публикаций – 22.*

*Игнатов Сергей Дмитриевич – аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника СибАДИ. Область научных интересов – автоматизация проектирования гусеничных строительных и дорожных машин. Имеет 8 публикаций.*

УДК 621.87; 681.5

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА СТРЕЛОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АВТОКРАНА

В.С. Щербаков, М.С. Корытов, С.В. Котьякин,

**Аннотация.** В статье рассказывается о проведении экспериментальных исследований рабочего процесса стрелового гидравлического крана, оснащенного прибором безопасности ОНК-160С.

**Ключевые слова:** автомобильный кран, гидравлический кран, прибор безопасности, эксперимент.

### Введение

С целью определения основных технологических характеристик автомобильного гидравлического стрелового грузоподъемного крана и подтверждения адекватности разработанных математических моделей, был проведен анализ экспериментальных данных, полученных при испытаниях автокрана ИВАНОВЕЦ КС-45717К-2 грузоподъемностью 25 т на базе КАМАЗ-65115, в ООО «Кох-Сибнефтехиммонтаж» (г. Омск, 2011 г.). При участии авторов были проведены испытания автокрана в реальных производственных условиях при перемещении грузов (рисунок 1).



Рис. 1. Испытуемый автокран кс-45717К-2

Исследовались процессы поворота поворотной колонки, подъема и опускания стрелы, изменения длины телескопической стрелы, а также подъема и опускания грузовой лебедки. Испытания всех перечисленных рабочих движений проводились с грузами различной массы (от 100 кг до максимальной грузоподъемности 25000 кг), а также без груза.

### Определение регистрируемых параметров и обработка результатов

Учитывая, что положение и ориентация автокрана базового шасси в трехмерном пространстве описываются шестью обобщенными координатами с индексами с 1 до 6 ( $q_1 \dots q_6$ ), четырем управляемым координатам автокрана (углу поворота платформы  $q_7$ , углу подъема стрелы  $q_8$ , длине телескопической стрелы  $q_9$  и длине грузового каната  $q_{10}$ ) поставлены в соответствие числовые индексы 7-10 соответственно.

В ходе эксперимента определялись минимально и максимально возможные (в зависимости от положения педали подачи топлива на ДВС автокрана в кабине крановщика,  $p_m$ ) скорости изменения управляемых координат крана  $v_7$  (поворота поворотной платформы вокруг вертикальной оси),  $v_{8п}$  (поворота стрелы при подъеме),  $v_{8о}$  (поворота стрелы при опускании),  $v_{9п}$  (длины стрелы при подъеме),  $v_{9о}$  (длины стрелы при опускании),  $v_{10п}$  (длины грузового каната при подъеме груза),  $v_{10о}$  (длины грузового каната при опускании груза).

Обязательное оснащение стреловых грузоподъемных кранов системами безопасности типа ОНК-140, ОНК-160 и ОГМ240 согласно Правилам ПБ 10-382-00 [1, 3, 5, 6], позволило использовать возможности прибора безопасности ОНК-160С, установленного на испытуемом кране, в совокупности с установленными на кране датчиками измерения (рисунок 2) как регистратора параметров.

Встроенный в ОНК-160С регистратор параметров работы крана содержит энергонезависимые часы реального времени, а объем его памяти позволяет подробно зафиксировать всю оперативную информацию в течение 75 часов непрерывной работы. В комплект поставки исполнений приборов ОНК-160С для гидравлических кранов, выполняющего функции обеспечения безопасности, входят [2, 4, 5, 6, 7]: блок отображения информации со встроенным регистратором параметров (рисунок 2, е); датчик азимута (датчик угла поворота платформы крана, рисунок 2, а); датчик угла наклона стре-

лы маятниковый; датчик длины стрелы (рисунок 2, б); два датчика для измерения давления в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъема стрелы (рисунок 2, в); контроллер оголовка стрелы со встроенным модулем защиты от опасного напряжения; контроллер поворотной части со встроенным датчиком крена.



Рис. 2. Места установки используемых датчиков (а, б, в) и блока отображения индикации (г) ОНК-160С

Для определения технологических параметров автокрана, к которым относятся максимально и минимально возможные скорости изменения управляемых координат  $q_7 - q_{10}$  ( $V_{7max}, V_{7min}, V_{8n max}, V_{8n min}, V_{8o max}, V_{8o min}, V_{9n max}, V_{9n min}, V_{9o max}, V_{9o min}, V_{10 max n}, V_{10n min}, V_{10o max}, V_{10o min}$ ), из параметров, непосредственно измеряемых датчиками, и вычисляемых системой ОНК-160С, использовались значения: угла азимута ( $q_7$ ), угла наклона стрелы ( $q_8$ ), длины стрелы ( $q_9$ ), фактической массы груза  $m_{ГР}$ , и вылета  $R$ . Первые три параметра ( $q_7, q_8$  и  $q_9$ ) прямо измеряются датчиками азимута, наклона и длины соответственно. Последние два параметра оказывают влияние на величины определяемых технологических параметров автокрана и измеряются косвенно (рассчитываются). Работа ограничителя осуществляется под управлением программы, заложенной в память микроконтроллера блока отображения информации. Измеряемые при помощи датчиков величины давлений в полостях гидроцилиндра подъема стрелы зависят от фактической массы груза  $m_{ГР}$  на крюке крана, угла наклона стрелы  $q_8$  и ее длины  $q_9$ . Вылет  $R$  также зависит от непосредственно измеряемых датчиками значений  $q_8$  и  $q_9$ . Таким образом, использовались сигналы с датчиков азимута, угла наклона стрелы, длины стрелы и давлений в полостях гидроцилиндра подъема стрелы.

Места установки указанных датчиков на автокране показаны на рисунке 2. Датчик азимута располагается на оси вращения (токосъемнике) платформы (рисунок 2, а). Основным элементом датчика азимута является сдвоенный проволочный переменный резистор с большой износоустойчивостью, вал которого жестко связан с соответствующими

механизмами крана. Датчик длины стрелы (также проволочный переменный резистор с большой износоустойчивостью, вал которого через редуктор связан с пружинным барабаном) совместно с маятниковым датчиком наклона стрелы располагаются на коренной секции стрелы, на расстоянии 1-2 метров от кабины крановщика (рисунок 2, б). Цифровые датчики давления врезаются в гидравлическую схему крановой установки (поршневой – в поршневую магистраль, штоковый – в штоковую, рисунок 2, в).

Все датчики, работающие с прибором безопасности ОНК-160С, установлены на кране стационарно.

Диапазон измерения азимута (угла поворота платформы крана) составляет от 0 до 360°. Диапазон измерения угла наклона стрелы относительно горизонта: от -10 до +85°.

Погрешность измерения и вычисления параметров в статическом режиме составляет не более [3]: длины стрелы ( $q_9$ )  $\pm 0,05$  м; угла наклона стрелы ( $q_8$ )  $\pm 0,2^\circ$ ; азимута ( $q_7$ )  $\pm 0,8^\circ$ ; фактической массы поднимаемого груза ( $m_{ГР}$ )  $\pm 3\%$ ; вылета ( $R$ )  $\pm 1,5\%$ .

Для считывания информации, записанной в блок телеметрической памяти ограничителя ОНК-160С в процессе его работы в составе крана, для дальнейшей обработки на ПК, использовался считыватель телеметрической информации СТИ-3.

Специальные программы считывания и анализа информации РП ОНК-160С (рисунок 3) позволили осуществить перенос информации из СТИ-3 в ПК и последующий анализ временных зависимостей измеряемых и вычисляемых параметров средствами MS Excel (рисунок 3, г).

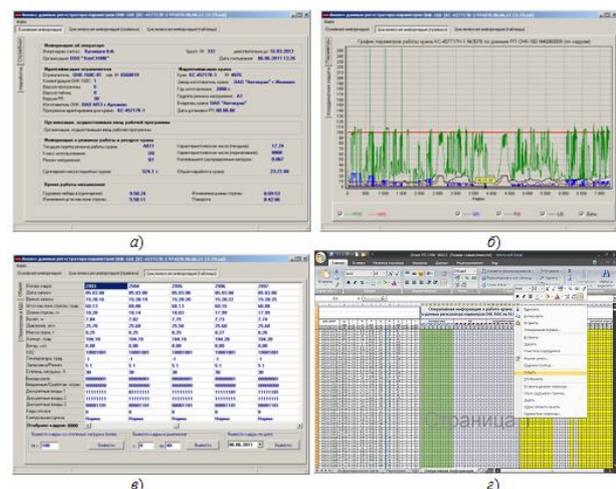


Рис. 3. Интерфейс программы считывания и анализа информации РП ОНК-160С: а) вкладка основной информации о кране; б) вкладка графической информации; в) вкладка покадровой информации; г) покадровая оперативная информация, перенесенная в MS Excel при помощи программы RPTtoExcel

Скорости изменения управляемых обобщенных координат  $q_7, q_8, q_9$ , измеряемые непосредственно при помощи датчиков, значения которых зафиксированы в таблице покадровой оперативной информации, использовались для вычисления соответ-

вующих обобщенных скоростей координат  $v_7, v_8, v_9$  вне прибора ОНК-160С (на внешнем ПК) путем численного дифференцирования:

$v_i(t_j) = (q_i(t_j) - q_i(t_{j-1})) / (t_j - t_{j-1})$ , где  $j \in [1; 7276]$  – номер кадра информации в рассматриваемом эксперименте;  $i \in [7; 9]$  – номер управляемой обобщенной координаты  $q_i$ ;  $t_j$  – значение времени для кадра  $j$ . В описываемом эксперименте анализировалось время непрерывной работы автокрана в течение 6 ч 15 мин (одна рабочая смена). Минимально возможный покадровый шаг квантования времени ( $t_j - t_{j-1}$ ), задаваемый программой работы прибора ОНК-160С, составлял 1 с.

Кроме того, на внешнем ПК по результатам покадровой информации для каждого значения времени  $t_j$  было рассчитано значение фактического грузового момента  $M_\phi$ , как произведения двух параметров, вычисляемых самим прибором по заложенной в него программе – фактической массы поднимаемого груза  $m_{ГР}$ , и вылета  $R$ :

$$M_\phi(t_j) = m_{ГР}(t_j) \cdot R(t_j).$$

По результатам анализа данных эксперимента, были получены регрессионные зависимости максимально и минимально возможных (в зависимости от положения педали подачи топлива на ДВС крана в кабине крановщика,  $\rho_m$ ) скоростей изменения управляемых координат ( $V_7 \text{ min}, V_7 \text{ max}, V_8 \text{ min}, V_8 \text{ max}, V_9 \text{ min}, V_9 \text{ max}, V_{10} \text{ min}, V_{10} \text{ max}$ ) от фактического значения массы поднимаемого груза  $m_{ГР}$  и фактического грузового момента  $M_\phi$ . Индекс min соответствует верхнему положению педали подачи топлива при отсутствии нажатия ( $\rho_m=0$ ), индекс max – нижнему предельному положению ( $\rho_m=1$ ).

Скорости подъема и опускания груза (вертикального перемещения рабочего груза при помощи грузового каната  $V_{10 \text{ min}}, V_{10 \text{ max}}$ ), которые не измерялись датчиками прибора ОНК-160С, были экспериментально определены по временным интервалам прохождения характерной точкой подвижного рабочего оборудования автокрана (грузового барабана) реперной точки привязки к неподвижной для барабана системе координат поворотной колонки при обработке и анализе результатов цифровой видеосъемки (рисунок 4). При этом также исследовались два режима: при полностью поднятой педали подачи топлива на ДВС ( $\rho_m=0$ , минимально возможная скорость) и при полностью утопленной педали подачи

топлива на ДВС ( $\rho_m=1$ , максимально возможная скорость). Для определения значения скорости подъема/опускания груза использовалась следующая зависимость:

$$v_{10} = (n_6 \pi \cdot D_6) / (k_n \cdot \Delta t),$$

где  $n_6$  – целое число оборотов барабана, определенных при совпадении точек, положение которых зафиксировано при замедленном (в 5 раз) воспроизведении видеозаписи вращения с помощью программного обеспечения для воспроизведения мультимедиа контента из файлов KMPlayer (рисунок 4);  $D_6$  – диаметр барабана с учетом уже имеющихся на нем витков каната,  $D_6=0,37 \dots 0,46$  м;  $\Delta t$  – интервал времени, в течение которого барабан повернулся на  $n_6$  витков, с (определяется по таймеру воспроизведения программы KMPlayer);  $k_n$  – кратность грузового полиспаста исследуемого автокрана,  $k_n=4$ .

Использование видеозаписи вращения барабана для определения скорости движения груза через грузовой понижающий полиспаст позволило повысить точность достоверность экспериментальных данных.

В результате обработки и анализа данных, полученных с регистратора параметров прибора ОНК-160С, и цифровой видеосъемки грузового барабана, были получены аппроксимационные регрессионные зависимости максимально и минимально возможных скоростей изменения управляемых координат ( $V_7 \text{ min}, V_7 \text{ max}, V_8 \text{ min}, V_8 \text{ max}, V_9 \text{ min}, V_9 \text{ max}, V_{10} \text{ min}, V_{10} \text{ max}$ ) от фактического значения массы поднимаемого груза  $m_{ГР}$  и фактического грузового момента  $M_\phi$ , в виде полиномов 3-й степени, и линейных уравнений (рисунок 5, таблица 1).

#### Заключение

Полученные уравнения регрессии могут быть использованы при автоматизированном планировании траектории перемещения груза автокраном по заданной траектории, и позволяют учесть как конструктивные возможности и ограничения гидроприводов и ДВС автокрана, так и ограничения по безопасной работе (например, отсутствие значительного раскачивания груза при задании максимальных скоростей), вручную интуитивно устанавливаемые человеком-оператором, т.е. использовать подходы из области оперативного программного управления.



Рис. 4. Определение скорости подъема и опускания груза по результатам цифровой видеосъемки

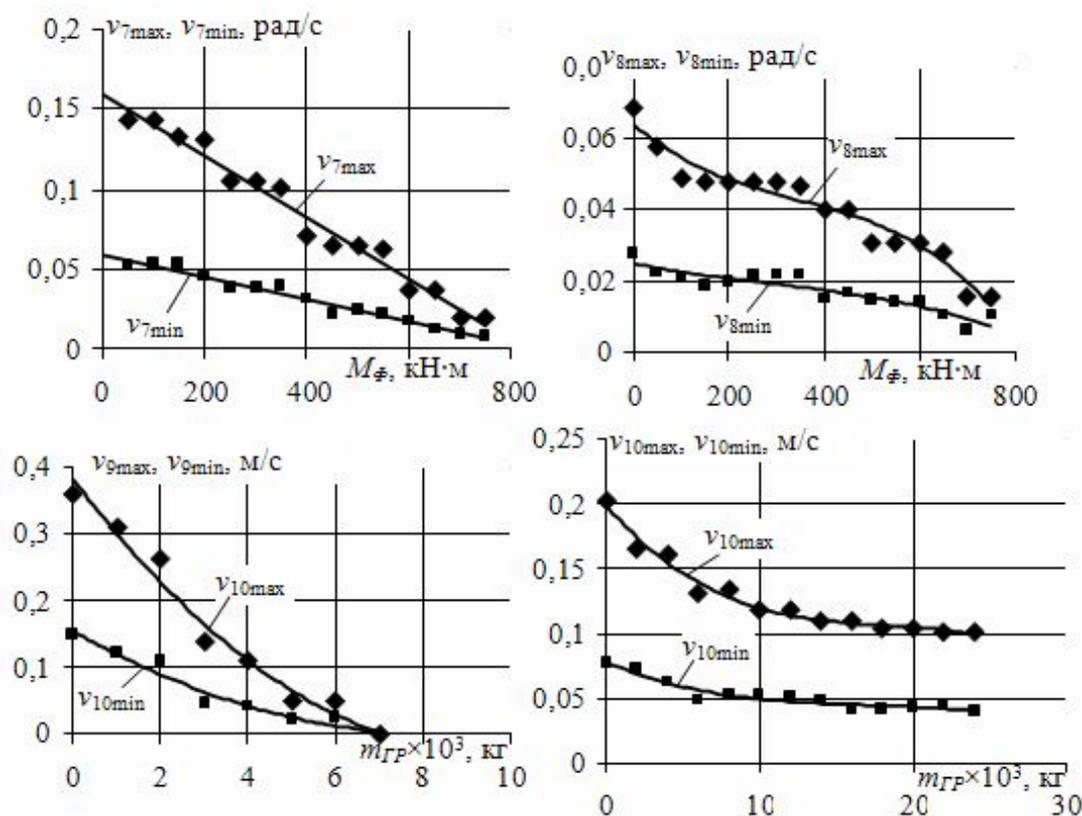


Рис. 5. Графики экспериментальных и регрессионных зависимостей максимальных и минимальных скоростей изменения управляемых координат автокрана:  $\blacklozenge$  – экспериментальные максимальные значения ( $p_m = 1$ );  $\blacksquare$  – экспериментальные минимальные значения ( $p_m = 0$ )

Таблица 1 – Уравнения регрессии скоростей и значения коэффициента детерминации

Обобщенная скорость	Уравнение регрессии	Коэффициент детерминации $R^2$
$v_{7min}$	$v_{7min} = (-7E-08) M_{\phi} + 0,059$	0,9718
$v_{7max}$	$v_{7max} = (-2E-07) M_{\phi} + 0,16$	0,9627
$v_{8min}$	$v_{8min} = (-4E-20) M_{\phi}^3 + (4E-14) M_{\phi}^2 - (3E-08) M_{\phi} + 0,0248$	0,8501
$v_{8max}$	$v_{8max} = (-2E-19) M_{\phi}^3 + (2E-13) M_{\phi}^2 - (1E-07) M_{\phi} + 0,064$	0,9402
$v_{9min}$	$v_{9min} = (-0,0001) m_{ГР}^3 + 0,0041 m_{ГР}^2 - 0,042 m_{ГР} + 0,1556$	0,9535
$v_{9max}$	$v_{9max} = -0,0003 m_{ГР}^3 + 0,0092 m_{ГР}^2 - 0,1012 m_{ГР} + 0,3868$	0,9552
$v_{10min}$	$v_{10min} = (-5E-06) m_{ГР}^3 + 0,0003 m_{ГР}^2 - 0,005 m_{ГР} + 0,0782$	0,9139
$v_{10max}$	$v_{10max} = (-1E-05) m_{ГР}^3 + 0,0007 m_{ГР}^2 - 0,0137 m_{ГР} + 0,1988$	0,9779

**Библиографический список**

1. Затравкин, М.И. Унифицированный ряд приборов безопасности для грузоподъемных машин / М.И. Затравкин, А.А. Зарецкий, Л.С. Каминский, Д.М. Маш и др. // Федеральный строительный рынок, 2006. – № 1-2. – С. 24-28.
2. Затравкин, М.И. Многофункциональный прибор безопасности ОНК-160С для стреловых кранов / М.И. Затравкин, Л.С. Каминский, И.А. Пятницкий и др. // Все краны. – 2006. – № 1. – С. 9-12.

3. ОНК-160С. Руководство по эксплуатации. ЛГФИ.408844.026-04 РЭ (Электронный ресурс) / URL: [http://www.arzkranpribor.com/docs/onc160c\\_04re\\_080403.zip](http://www.arzkranpribor.com/docs/onc160c_04re_080403.zip) (дата обращения: 21.07.2011). – 90 с.
4. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и кранов-манипуляторов: ПБ 10-382-00 и ПБ 10-257-98. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 335 с.
5. РД 10-399-01 «Требования к регистраграм параметров грузоподъемных кранов». – Сб. «Промышленная безопасность при эксплуатации стреловых кранов», Сер.10, Вып.31. – М.: НТЦ

«Промышленная безопасность», 2003. – С. 218-228.

6. РД СМА-001-03 «Рекомендации по применению РД 10-399-01. Требования к регистраторам параметров грузоподъемных кранов». – Сб. «Промышленная безопасность при эксплуатации стреловых кранов», Сер.10, Вып.31. – М.: НТЦ «Промышленная безопасность», 2003г. – С. 229-250.

7. Котельников, В.С. Комментарий к правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (ПБ 10-382-00) / В.С. Котельников, Н.А. Шишков. – М.: МЦФЭР, 2007. – 720 с.

#### EXPERIMENTAL RESEARCHES OF WORKING PROCESS OF THE HYDRAULIC TRUCK CRANE

V.S Sherbakov, M.S. Korytov, S.V. Kotkin

The article talks about experimental researches of working process of the hydraulic crane equipped with the device of safety ОНК-160С.

*Щербаков Виталий Сергеевич – доктор технических наук, профессор, декан факультета «Нефтегазовая и строительная техника» СибАДИ. Основное направление научных исследований – совершенствование систем управления строительных и дорожных машин, общее количество публикаций – более 200.*

*Корытов Михаил Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, докторант СибАДИ. Основное направление научных исследований – автоматизация рабочих процессов мобильных грузоподъемных машин, общее количество публикаций – более 90.*

*Коткин Станислав Вячеславович – аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов и электротехника» СибАДИ. Область научных интересов – автоматизация рабочих процессов мобильных грузоподъемных машин. Имеет 8 публикаций.*

УДК 621.43.068.2

### УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ДИЗЕЛЯ С ГАЗОТУРБИННЫМ НАДДУВОМ ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОМ

Е.С.Терещенко, Д. В. Шабалин

**Аннотация.** *Статья посвящена описанию устройства и принципа работы системы управления работой турбокомпрессора дизеля, способной обеспечить на режиме торможения накопление энергии в виде сжатых отработавших газов, и последующее применение этой энергии на режиме разгона, и как следствие, повышение эффективности силовых установок на транспорте.*

**Ключевые слова:** *Дизель, наддув, турбокомпрессор, эффективность, система управления.*

Рабочий процесс дизеля претерпевает изменения в зависимости от скорости вращения коленчатого вала двигателя, давления надвучного воздуха, подачи топлива, нагрузки.

Наиболее характерным переходным режимом автомобильного дизеля является разгон, который характеризуется резким возрастанием нагрузки на двигатель и соответственно увеличением подачи топлива в цилиндры двигателя.

В двигателях с газотурбинным наддувом газовая связь между турбокомпрессором и двигателем создает особые условия при работе на переходных или неуставившихся режимах. Чем выше давление наддува, тем больше разница в работе двигателя с газотурбинным наддувом и без него. При работе двигателя на режиме разгона давление наддува повышается медленнее, чем частота вращения коленчатого вала двигателя, что приводит к

уменьшению коэффициента избытка воздуха ниже допустимого значения. Способность турбокомпрессора быстро изменять давление наддува в соответствии с режимом работы двигателя зависит главным образом от момента инерции ротора.

Время разгона ротора турбокомпрессора можно определить по следующей зависимости:(1)

$$t = \frac{J_p \omega_{ном}}{M_{Тном} (K + 1)} \ln \frac{\omega_{ном} + \frac{\omega}{K}}{\omega_{ном} - \omega} \quad (1)$$

где  $J_p$  – момент инерции ротора;

$M_{Тном}$  – номинальный момент, развиваемый турбиной;

$\omega$  – угловая скорость ротора турбокомпрессора;

$\omega_{ном}$  – угловая скорость ротора при  $M_{Тном}$ .

$$K = \frac{M_{Tmax}}{M_{Тном}} \quad (2)$$

Одним из важнейших показателей, определяющих качество протекания рабочего процесса двигателя как в установившемся режиме, так и в переходном процессе является коэффициент избытка воздуха  $\alpha$ . Другие параметры, например, скорость вращения коленчатого вала и тепловое состояние двигателя также оказывают большое влияние на протекание рабочего процесса, однако в большинстве случаев на неустановившихся режимах работы они не выходят значительно за пределы, определяемые полем статических характеристик.

В отличие от них величина коэффициента избытка воздуха на неустановившихся режимах работы может далеко выходить за пределы изменений коэффициента по статическим характеристикам за счет инерции системы наддува. Чрезмерное снижение коэффициента избытка воздуха на неустановившихся режимах может привести к неполному сгоранию топлива, снижению мощности, ухудшению экономичности и повышению дымности выпуска.

Естественно предположить, что коэффициент избытка воздуха является важным показателем как критерий качества протекания рабочего процесса в неустановившемся режиме работы двигателя.

Текущее значение коэффициента избытка воздуха зависит от начального его значения перед переходным процессом и законом изменения подачи топлива и воздуха во время переходного процесса:

$$\frac{\alpha}{\alpha_o} = \frac{K_\epsilon + 1}{K_m + 1} \quad (3)$$

где  $\alpha$  и  $\alpha_o$  – текущее и начальное значения коэффициента избытка воздуха;

$K_\epsilon$  – относительное изменение подачи воздуха;

$K_m$  – относительное изменение подачи топлива;

На рисунке 1 приведена зависимость изменения коэффициента избытка воздуха дизеля по внешней характеристике без нагрузки. Как показывают исследования [4], увеличение нагрузки при разгоне уменьшает значения  $\alpha$ . Здесь  $T_t$  – постоянная времени турбокомпрессора,  $T_d$  – постоянная времени дизеля. На рисунке 2 показана зависимость минимального значения  $\alpha$  при разгоне двигателя по внешней характеристике от соотношения  $T_t/T_d$ . Здесь видно, что к снижению  $\alpha_{min}$

приводит как увеличение постоянной времени турбокомпрессора  $T_t$ , так и уменьшение постоянной времени двигателя  $T_d$ .

Следует иметь в виду, что при разгоне двигателя перемещением рычага управления, выход рейки на упор максимальной подачи топлива происходит практически мгновенно и можно считать, что параметры регулятора не сказываются на изменении коэффициента избытка воздуха. Отсюда следует вывод, что для качественного протекания рабочего процесса в переходном режиме необходимо обеспечить условие:

$$\alpha = \alpha_{min} + \Delta\alpha \quad (4)$$

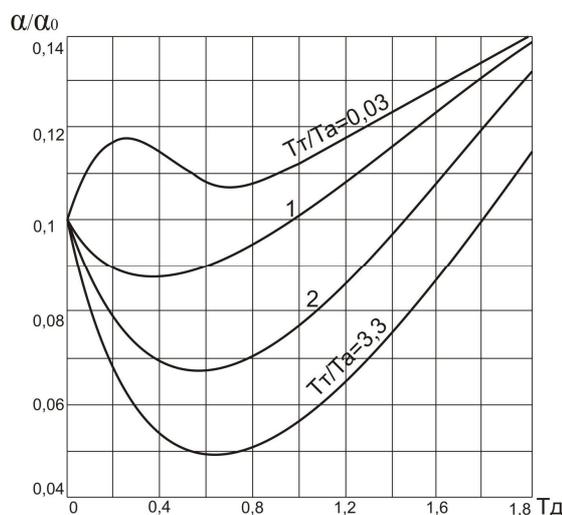


Рис. 1. Зависимость изменения коэффициента избытка воздуха при разгоне двигателя с турбонаддувом по внешней характеристике без нагрузки

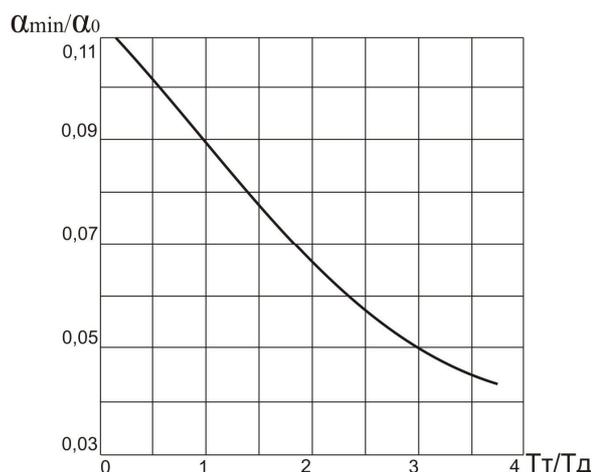


Рис. 2. Зависимость минимального значения коэффициента избытка воздуха при разгоне двигателя без нагрузки от постоянной времени турбокомпрессора ( $T_d = 3$  с)

При этом, если принять начало переходного процесса  $T = 0$  как момент выхода рейки на упор, то  $K_m = \max$ ,  $K_g = 0$ , тогда минимальное значение  $\alpha$  в начале переходного процесса можно представить как:

$$\alpha_{\min} = \alpha_o \frac{1}{K_m + 1} \quad (5)$$

Начальное значение  $\alpha_o$  определяется по известной зависимости:

$$\alpha_o = \frac{G_{go}}{L_o G_{mo}} \quad (6)$$

Изменение можно выразить через изменения расхода топлива и воздуха для данного момента времени переходного процесса:

$$\Delta\alpha = \frac{1}{L_o} \left[ \frac{G_{go} + G_g}{G_{mo} + G_m} - \frac{G_{go}}{G_{mo}} \right] \quad (7)$$

В качестве возможных воздействий на двигатель, ограничивающих снижение  $\alpha$ , могут быть использованы разные способы. Но если стоит задача сохранения мощности и динамических качеств двигателя в переходном процессе, то, как следует из формулы (7), обеспечение необходимого значения  $\Delta\alpha$  в каждый момент времени переходного процесса возможно только за счет изменения расхода воздуха при переходном процессе. Ограничение подачи топлива необходимо осуществлять при выходе за пределы таких показателей, как тепловое состояние двигателя, частоты вращения коленчатого вала некоторых других.

Использование двигателя будет эффективным в том случае, если его номинальная мощность реализуется во всем диапазоне скоростей движения транспортного средства, то есть если крутящий момент двигателя будет изменяться по гиперболической зависимости:

$$M_{\kappa} n_{\partial g} = const \quad (8)$$

Для двигателя с газотурбинным наддувом характерно резкое падение мощности турбины турбокомпрессора с уменьшением расхода газа. Это означает, что на режимах малых и средних нагрузок воздухоснабжение дизеля ухудшается.

Анализ приведенных исследований дает основание полагать, что обеспечение качественного протекания переходного процесса работы дизеля с сохранением высоких энергетических и динамических показателей возможно путем регулирования давления наддува перепуском рабочего тела. При этом целесообразно обеспечить комбинированный способ регулирования – уменьшение сечения проточной части турбины и перепуск части воздуха из области нагнетания компрессора на вход в турбину на средних нагрузках и одновременное ограничение давления наддува перепуском газа на номинальных режимах работы дизеля.

Такое регулирование способствует сокращению области ограничения давления наддува на

режимах полной мощности и позволяет уменьшить диапазон изменения сечения проточной части турбины. Это приводит к уменьшению выпускаемого количества воздуха и газа и, следовательно, снижению энергетических потерь двигателя.

Известна система управления работой турбокомпрессора транспортного дизеля. Задачей предположения системы является повышение эффективности работы турбокомпрессора на переходных режимах работы двигателя (на разгоне транспортного средства) [6].

Решение поставленной задачи достигается тем, что после цилиндров двигателя в выпускном тракте установлен ресивер отработавших газов, в котором на режимах торможения двигателем накапливаются отработавшие газы, а на режимах разгона эти газы подаются дополнительно на турбину.

На рисунке 3 представлена система управления работой турбокомпрессора с ресивером транспортного дизеля. При ускорении транспортного средства система работает следующим образом: водитель воздействует на педаль подачи топлива (увеличивает подачу топлива), от датчиков поступает сигнал на блок управления 12, который открывает перепускной клапан ресивера 9 (перепускной клапан 6 канала отработавших газов 7 закрыт). Ранее аккумулированные отработавшие газы поступают под давлением из ресивера отработавших газов 8 через перепускной клапан ресивера 9, через односторонний клапан 10 по перепускному каналу сжатых газов 11 на турбину 2. Таким образом, на турбину 2 поступает большее количество отработавших газов (отработавшие газы из цилиндров двигателя 1 и аккумулированные отработавшие газы из ресивера 8), следовательно турбина 3 раскручивается быстрее и тем самым в цилиндры поступает большее количество свежего заряда воздуха, которое необходимо для сгорания увеличенного количества топлива, подаваемого водителем при трогании и ускорении транспортного средства.

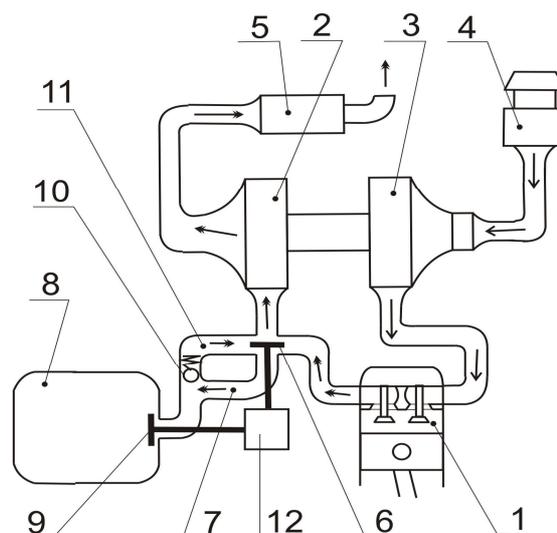


Рис. 3. Система управления работой турбокомпрессора с ресивером транспортного дизеля

Система управления работой турбокомпрессора с ресивером транспортного дизеля обеспечивает повышение эффективности работы транспортного дизеля на переходных режимах, то есть улучшает согласованность работы поршневой части двигателя и системы воздухообеспечения, улучшает приемистость двигателя (ускоряет отклик двигателя на увеличение подачи топлива), улучшает топливную экономичность, уменьшает количество выбросов токсичных компонентов с отработавшими газами (возникающих при неполном сгорании топлива).

### Библиографический список

1. Портнов, Д.А. Быстроходные турбопоршневые двигатели с воспламенением от сжатия / Д.А. Портнов. — М.: Машгиз, 1983. — 639 с.
2. Симсон, А.З. Турбонаддув высокооборотных дизелей / А.З. Симсон. — М.: Машиностроение, 1986. — 288 с.
3. Циннер, К.В. Наддув двигателей внутреннего сгорания / К.В. Цинер. — М.: Машиностроение, 1978. — 284 с.
4. Леонов И.В. Анализ изменения коэффициента избытка воздуха дизеля с турбонаддувом на неустановившихся режимах / И.В. Леонов // Двигателестроение. — 1981. — № 7. — С. 10-12.
5. Дехович Д.А. Исследование регулирования параметров наддува методом перепуска рабочего тела / Д.А. Дехович // Известия вузов. — 1988. — № 11. — С. 72-77.
6. Пат. на полезную модель № 101093 «Система управления турбокомпрессором с ресивером транспортного дизеля» / Е.С. Терещенко, В.В. Руднев, Д.Ю. Фадеев, Н.Е. Александров — Приоритет 05.04.2010, опубл. 10.01.2010. — Бюл. № 1.

### IMPROVEMENT OF QUALITY OF TRANSIENTS OF A DIESEL ENGINE WITH GAS TURBINE PRESSURIZATION BY APPLICATION OF A CONTROL SYSTEM OF A TURBO BY THE COMPRESSOR

E.S.Tereshchenko, D.V. Shabalin

Article is devoted the description of the device and a principle of work of a control system by work турбокомпрессора a diesel engine, capable to provide on a mode of braking accumulation of energy in the form of the compressed fulfilled gases, and the subsequent application of this energy on a dispersal mode, and as consequence, increase of efficiency of power-plants on transport

*Терещенко Евгений Сергеевич - аспирант кафедры Двигателей. Омский танковый инженерный институт имени Маршала Советского Союза П.К. Кошерева филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ», г. Омск. Основное направление научных исследований: автоматизация процессов и системы управления двигателями внутреннего сгорания. Общее количество опубликованных работ: 5.*

*Шабалин Денис Викторович - аспирант кафедры Двигателей. Омский танковый инженерный институт имени Маршала Советского Союза П.К. Кошерева филиал Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия ВС РФ», г. Омск. Основное направление научных исследований: тепловые машины, двигатели ВАР.. Общее количество опубликованных работ: 15.*

## РАЗДЕЛ IV

# ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 338.47

## ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМИРОВАНИЯ ОАО «РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»

С.Н. Апенько

***Аннотация.** В последние годы актуальны изменения в системе управления на предприятиях сферы железнодорожного транспорта, вызванные реформированием данной отрасли. В статье обосновывается необходимость организации управления коммуникациями как одного из условий успешности проводимых реформ. Приведены результаты коммуникационного аудита на предприятиях Новосибирского отделения Западно-Сибирской железной дороги, предложена программа мероприятий по совершенствованию системы внутренних коммуникаций.*

***Ключевые слова:** коммуникации, управление, сфера железнодорожного транспорта*

Система управления в сфере железнодорожного транспорта в последние годы претерпевает кардинальные изменения. Направленность и содержание этих изменений связаны, прежде всего, с реформированием данной отрасли и необходимостью повышения её эффективности. Успешность проводимых мероприятий в рамках реформирования зависит от многих факторов, в числе которых – упорядочивание и организация коммуникаций и информационных потоков. Вместе с тем, анализ опыта первых этапов реформирования демонстрирует наличие серьезных сдерживающих факторов и проблем, в том числе и в организации управления коммуникациями. Без выработки и внедрения обоснованной системы управления коммуникациями невозможно обеспечить информационную поддержку проводимых реформ.

На сегодняшний момент миссия ОАО «Российские железные дороги» состоит в удовлетворении рыночного спроса на перевозки, в повышении эффективности деятельности и качества услуг, в глубокой интеграции в евро-азиатскую транспортную систему. Компания реализует идеологию общей судьбы, что предопределяет сочетание интересов работников, государства и потребителей. Философия ОАО «Российские железные дороги» заключается в обеспечении соответствия собственных целей долгосрочным интересам общества.

Изменение целевых установок предприятия, формирование транспортного Холдинга ОАО «Российские железные дороги», создание дочерних и зависимых обществ, привело к коренной трансформации организационной структуры предприятия, формированию новых принципов взаимодействия между предприятиями Холдинга, что требует качественно новой системы коммуникаций внутри Компании. Также необходимо отметить, что недостаточная проработанность системы управления коммуникациями, в том числе взаимодействия с сотрудниками, является одной из наиболее значимых причин сопротивления происходящим в Холдинге изменениям. Сегодня именно проблема от-

сутствия полноценных коммуникаций рассматривается как существенное препятствие к полноценному диалогу с персоналом, затрудняющим эффективное включение работников в процессы реформирования.

Таким образом, наиболее общей предпосылкой совершенствования системы управления внутрифирменными коммуникациями на предприятиях железной дороги является возрастание требований к качеству процесса и содержания передаваемой по коммуникационным каналам информации для контроля, анализа и оптимизации действий в рамках реформирования ОАО «Российские железные дороги». Частными предпосылками выступают необходимость преодоления таких проблем, как:

- укоренившиеся за многие годы и неоптимальные на данный момент методы управления, основанные на бюрократической формализованной системе коммуникаций;

- сложности реализации принципов своевременности и полноты передачи информации из-за территориальной разобщенности предприятий сферы железнодорожного транспорта;

- сложности построения эффективных вертикальных и горизонтальных коммуникаций между большим количеством работников в связи с величиной предприятий этой сферы.

Перечисленные условия развития ОАО «Российские железные дороги» обуславливают актуальность задачи управления внутренними коммуникациями. Решению этой задачи было посвящено исследование, проведенное в Новосибирском отделении Западно-Сибирской железной дороги.

Новосибирское отделение Западно-Сибирской железной дороги играет важнейшую роль в эксплуатационной деятельности Западно-Сибирской магистрали. Эксплуатационная длина путей Новосибирского отделения составляет 989,4 км. Перевозочный процесс осуществляют 56 станций, четыре из которых – хозрасчетные, в том числе одна из крупнейших на сети – сортировочная станция Инская. Штат работников Новосибирского отделения

составляет 14,7 тысяч человек. Отделение обслуживает промышленные и сельскохозяйственные предприятия Новосибирской области и прилегающих областей, перерабатывает и пропускает грузовые вагонопотоки и пассажирские поезда, следующие по Транссибирской магистрали. Пассажирский комплекс Отделения состоит из 15 пассажирских вокзалов, в том числе крупнейший на Западно-Сибирской железной дороге - вокзал Новосибирск-Главный.

В условиях реформирования рыночных отношений, реализации реформы железнодорожного транспорта руководством Новосибирского отделения взят курс на освоение все больших объемов перевозок при одновременном сокращении эксплуатационных расходов. Целями деятельности являются обеспечение потребностей юридических и физических лиц в железнодорожных перевозках, работах и услугах, оказываемых железнодорожным транспортом, эффективное функционирование и развитие организации, а также получение прибыли. За 2010 год погружено 10,98 миллиона тонн грузов, что обеспечило выполнение плана на 101,7%. Таким образом, грузооборот к плану вырос на 0,8%. Производительность локомотива повысилась на 1,2%, вагона – на 8,9%. Участковая скорость достигла 57,7 км/ч, что на 2,9% выше уровня 2009 года. От подсобно-вспомогательной деятельности в 2010 г. получена прибыль 12,3 млн. руб., что выше уровня прошлого года на 8,8 %.

Анализ кадрового состава позволил выявить следующие показатели. В Новосибирском отделении дороги выявлен недокомплект штата на 126 человек. По сравнению с 2009 г. контингент снизился на 346 человек. В связи с недоукомплектованностью штата работников предприятия в 2010 г. наблюдается снижение производительности труда относительно уровня предыдущего года на 11,4%. В 2010 г. текучесть кадров составила 10,8%. В своем большинстве сотрудники увольняются по собственному желанию из-за недостаточного уровня материально-стимулирования при высокой интенсивности труда, особенно на рабочих специальностях.

Анализ организационной структуры Новосибирского отделения дороги показывает, что наиболее распространенным типом является линейно-функциональная структура. Этот тип организационной структуры оправдано применяется на предприятиях железной дороги, обеспечивая централизованное управление с четко отслеживаемой вертикалью власти. Штабные подразделения помогают руководителю в выполнении отдельных функций, осуществляя тактическое и стратегическое планирование деятельности в рамках своей службы.

Анализ типов коммуникационных сетей, характерных для большинства предприятий железнодорожной отрасли, показывает, что для крупных многопрофильных функциональных структур свойственны коммуникационные сети типа «тент» и его модификации. На исследуемом предприятии выявлено построение внутриорганизационных коммуникаций по типу «палатка», суть которой состоит в официальном допущении горизонтальных коммуникационных каналов между руководителями

среднего уровня, посредством которых они могут напрямую самостоятельно решать некоторые второстепенные проблемы, что позволяет высшему руководству не отвлекаться на них и сосредоточиться на главном. Горизонтальные коммуникации регламентированы только на уровне среднего менеджмента, тогда как линейные руководители и исполнители включены в открытую информационную цепь, которая характеризуется возможностью посредника остановить движение информации вверх и вниз или исказить ее.

В результате проведения процедуры коммуникационного аудита на предприятиях Западно-Сибирской железной дороги (проведен в октябре-ноябре 2010 г. по специальной методике) выявлены следующие проблемы.

Преобладают формальные письменные коммуникации. Вместе с этим, их удельный вес снижается применительно к категории руководителей. Этим может объясняться присутствие большого количества информационных разрывов при передаче информации для данной категории, что является одной из значимых причин неточного выполнения поставленных задач. С проблемами несвоевременности, неполноты и информационных потерь также сталкивается значительное количество специалистов.

Количество коммуникационных каналов снижается по мере уменьшения ранга категории персонала в организационной иерархии. Наименьшее количество каналов доступно для использования сотрудниками рабочих специальностей.

Выявлено недостаточное использование Интернет в процессе передачи информации различного типа. Вместе с тем, этот канал является относительно доступным для руководителей и специалистов предприятий. Анализ профессиональных форумов показывает высокую активность сотрудников других предприятий как пользователей этого ресурса.

Анализ внутренних СМИ показал недостаточность их использования как канала входящей и исходящей информации. Руководители не готовы транслировать стратегическую информацию через печатные органы, а сотрудники, в свою очередь, редко обращаются к СМИ как постоянному источнику новостей.

На предприятиях отсутствует организованная система обратной связи – не используются информационные доски, ящики предложений, отсутствует профессиональный форум во внутренней сети Интернет. Кроме того, выявлена низкая компетентность руководителей по организации обратной связи с работниками.

Анализ особенностей реализации письменных и устных коммуникаций показал, что более 50% руководителей используют неэффективные стили работы с документацией, подавляющее большинство не владеет навыками организации и проведения совещаний.

Информационные потребности сотрудников не в полной мере удовлетворяются с помощью формальных информационных каналов. Работники испытывают недостаток данных по итогам и перспективам

реформирования железнодорожной отрасли. Также актуальной является тематика кадровой работы и профессионально-значимой информации.

В официальных новостях преобладающие позиции отводятся тематике безопасности движения (его нарушениям), и общественной деятельности Компании. Вопросы реформирования освещаются недостаточно полно и чаще всего затрагивают проблемы отдельных предприятий, что не является актуальным для подавляющей части читателей.

Таким образом, результаты коммуникационного аудита являются основанием для разработки программы совершенствования внутриорганизационных коммуникаций, мероприятия которой могут быть направлены как на совершенствование каналов информирования, так и на повышение психологической удовлетворенности системой взаимоотношений на разных уровнях управления предприятием.

В целях организации управления внутренними коммуникациями была разработана программа. Основное предназначение данной программы – создание коммуникационной среды, позволяющей вовлекать сотрудников в достижение целей развития анализируемого предприятия. Программа основана на базовых положениях политики информационно-коммуникационного сопровождения реформы железнодорожного транспорта, разработанных Департаментом корпоративных коммуникаций ОАО «РЖД»; функциональной Стратегии развития кадрового потенциала ОАО «РЖД» до 2015 г.; результатах исследования внутренних каналов коммуникаций ОАО «РЖД», проведенного консалтинговым агентством PM & Research в 2008 г., результатах исследования системы внутренних коммуникаций на предприятиях Западно-сибирской железной дороги.

Актуальность реализации программы обусловлена необходимостью достижения следующих задач:

- внутриорганизационная коммуникация должна обеспечивать взаимосвязь между руководителями – инициаторами организационных изменений, и персоналом – исполнителями организаци-

онных изменений, что предполагает построение коммуникации по вопросам стратегического и тактического планирования развития предприятия и компании в целом;

- внутриорганизационная коммуникация должна обеспечивать персонал информацией по актуальным вопросам функционирования предприятия и действующего функционала конкретного сотрудника, что предполагает управление объемом, скоростью и точностью сообщений и не допускает «информационной перегрузки» и «информационного голода»;

- внутриорганизационная коммуникация должна обеспечивать взаимосвязь сотрудников и вовлечение их в решение общекорпоративных задач, что предполагает развитие горизонтальных форм сотрудничества между подразделениями и отдельными работниками;

- внутриорганизационная коммуникация должна функционировать на основе единых, унифицированных коммуникационных инструментов и информационных стандартов, что предполагает разработку нормативно-распорядительной документации, регламентирующей формирование и управление системой внутриорганизационных коммуникаций;

- руководители предприятия являются ключевыми фигурами в процессе формирования и развития системы внутренних коммуникаций, что предполагает целенаправленную работу по совершенствованию публичных компетенций менеджмента.

Особенностью программы является ее интегративный характер, что позволяет совершенствовать систему внутренних коммуникаций в трех базовых направлениях – технологию внутренних коммуникаций, тематику информационных сообщений, психологическую удовлетворенность персонала системой внутренних коммуникаций.

Программа включает в себя мероприятия, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Функциональный график программы

Направления совершенствования	Задачи	Мероприятия
1	2	3
1. Технологический аспект	Обеспечение взаимосвязи между руководителями и исполнителями	- отслеживание вопросов персонала и актуальных тем для обсуждения на форуме и оперативное реагирование; - инициирование тем для обсуждения на форуме; - участие сотрудников отделов в ежедневных планерках с руководителем; - открытие в Интранете специального раздела «Прямая линия» для связи с руководителями предприятия; - создание формы открытого годового отчета об эффективности работы предприятия за отчетный период (производительность труда в сравнении с предыдущим годом, затраты на персонал, динамика персонала, обучение, мотивация персонала и т.д.).
	Обеспечение взаимосвязи между сотрудниками, функ-	- Внедрение разнообразных инструментов внутренних коммуникаций (разработка информационного стенда, инициирование работы профессионального форума для обмена информацией между сотрудниками);

	циональными подразделениями	- инициирование и поощрение работы проектных групп в рамках молодежного конкурса «Новое звено».
	Обеспечение СВК стандартами внутренних коммуникаций и др. регламентирующими документами	- дополнение должностной инструкции HR-специалиста обязанностями в сфере внутренних коммуникаций; - Корпоративный стандарт коммуникации; - Положение об обеспечении информационной безопасности; - Разработка ежегодного Календаря событий; - Стратегия развития системы внутренних коммуникаций.
2. Информационный аспект	Оптимальное соотношение формальных и неформальных информационных систем	- проведение корпоративных мероприятий в едином формате для всего предприятия - внедрение в деятельность предприятия современных методов обучения на рабочем месте (мозговой штурм; тренинг «Добро пожаловать в организацию»; проектные команды).
	Четкое формулирование миссии и ценностей конкретного предприятия, их трансляция через всю систему внутренних коммуникаций.	- Проведение традиционных коллективных мероприятий, увязанных с ценностями компании. - Донесение стратегических направлений деятельности компании через выступления руководителей, их обращения к сотрудникам во внутренних СМИ. - Формирование базы корпоративных историй (story telling), позволяющих в метафорической форме информировать новых сотрудников о ценностях компании, поддерживаемых формах орг. поведения. - создание интерактивного обучающего модуля для вновь принятых сотрудников, включающую значимую для сотрудника и Компании оперативную и стратегическую информацию.
	Оптимальное удовлетворение информационных потребностей сотрудников	- Матрица внутрифирменных коммуникаций - Система сбора предложений. - «Матрица эффективного взаимодействия» между отделами и департаментами компании - создание формы открытого годового отчета об эффективности работы предприятия за отчетный период
	Управление автономными информационными потоками	- инициирование тем для обсуждения на форуме; - комментарии руководителя во внутренних СМИ как положительных, так и негативных событий в деятельности предприятия.
3. Психологический аспект	Развитие публичных компетенций менеджмента	- Коммуникативный тренинг. - Тренинг обучения конструктивной критике. - Имиджевый тренинг. - Бизнес-риторика: развитие ораторского мастерства и т.д. - Развитие навыков делегирования полномочий у руководителей.
	Развитие удовлетворенности сотрудников системой неформальных коммуникаций	- Разработка анкеты для периодического мониторинга удовлетворенности сотрудников СВК; - Плановый мониторинг удовлетворенности сотрудников СВК; - Конфликтологический тренинг. - Семинар-тренинг «Оптимизация процессов делового общения». - Тренинг взаимодействия с проблемным клиентом (в т.ч. внутренние проблемные клиенты). - Тренинг командообразования.

Важно отметить, что функциональный график программы помимо базовых мероприятий, должен включать в себя графы, содержащие информацию об ответственном лице за исполнение того или иного мероприятия, конкретные сроки исполнения и ресурсы, требующиеся предприятию для осуществления данного мероприятия.

Таким образом, решение задачи организации управления коммуникациями должно происходить в рамках общей программы реформирования сферы железнодорожного транспорта. Данное направление выступает одним из условий успешной реализации обновленной миссии, целей и задач ОАО «Российские железные дороги».

**THE ORGANIZATION OF COMMUNICATIONS MANAGEMENT IN THE CONDITIONS OF REFORMING «THE RUSSIAN RAILWAYS»**

S.N. Apenko

Last years changes in a control system at the enterprises of the railway transportation sphere, caused by reforming of the given branch are actual. In article the necessity of the communication management organization as one of success conditions of carried out reforms is proved. The results of communication audit at the enterprises of the Western-Siberian railway Novosibirsk branch are given, the program of actions for perfection of system of internal communications is offered.

*Аленько Светлана Николаевна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой «Инновационное и проектное управление», Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований: управление персоналом, управленческий консалтинг. Общее количество публикаций: 147.*

УДК 338.2 (075.8); 339.13 (075.8)

## ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ И МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. В. Бирюков

**Аннотация.** Рассмотрены концептуальные аспекты анализа производительности хозяйственных систем, показаны проблемы и направления модернизации промышленного производства.

**Ключевые слова:** производительность, хозяйственные системы, промышленное производство, модернизация.

### Введение

В настоящее время проблема производительности привлекает все большее внимание ученых-экономистов и хозяйственных практиков, поскольку повышение производительности является основным источником реального роста промышленности, решающим фактором конкурентоспособности отдельных фирм, корпораций и национальных экономик. Несмотря на наличие большого количества исследований и публикаций по проблемам производительности, усилия по созданию прочного концептуального фундамента ее изучения остаются недостаточными. В связи с этим возникают значительные трудности в теории и на практике, к числу которых относятся и отсутствие общепризнанных представлений о взаимосвязи производительности и времени, что порождает путаницу в подходе к содержанию производительности, способам ее измерения и повышения. "Количество "полуправды" о производительности просто поразительно, и порой эта риторика подавляет как изучающих вопрос, так и менеджеров, которые стремятся повысить производительность" [9, с.49].

### Теоретическое исследование

При традиционном подходе исходное определение производительности, которым пользуются современные экономисты, во многом совпадает. Д.С.Синком производительность рассматривает как "отношение количества продукции, произведенной данной системой за данный период времени, к количеству ресурсов, потребляемых для создания или производства этой продукции за тот же период" [9, с.29]. Он отмечает, что данное определение "должно иметь всеобщее универсальное применение. Понятие остается неизменным независимо от того, идет ли речь о таких системах, как индивид, рабочая группа, отделение, завод, фирма, отрасль, регион или народное хозяйство" [9, с.41-42]. В зависимости от точки зрения меняются лишь границы, размеры и тип изучаемой системы [9, с.29].

Экономисты отмечают, что частные показатели не измеряют специфический вклад труда, капитала или любого другого производственного фактора. Так, Д.Кендрик указывает, что "коэффициенты частичной производительности, несколько ошибочно названные "производительностью труда" или "производительностью капитала", не измеряют динами-

ку эффективности отдельного ресурса и эффективности производства в целом" [7, с.28]. В частных показателях производительности проявляется результат взаимодействия всей совокупности производственных факторов: уровень капиталовложений на одного работающего, применяемые технологии, качество рабочей силы и управления.

При анализе проблем производительности труда в отечественной литературе принципиальные расхождения обнаруживаются при обосновании ее связи с живым и прошлым трудом. Одни исследователи увязывают понятие производительности труда только с живым трудом, другие - с совокупным трудом, т.е. и живым, и прошлым. Однако сложившаяся интерпретация феноменов производительности "живого" и "совокупного" труда не позволяет удовлетворительно связывать общественную производительность труда с совокупными затратами на единицу продукции.

В настоящее время широкое распространение получило представление о том, что производительностью обладают все производственные факторы, в связи с этим говорят о производительности человеческого труда, капитала, материалов, энергии, информации и т.д. Для измерения производительности используют статические коэффициенты, характеризующие соотношение между выпуском продукции и затратами за некоторый период времени, и динамические индексы производительности, выражающие соотношение между статическими коэффициентами производительности в разные периоды времени. Внутри каждой из этих двух групп показателей обычно выделяют три типа измерителей производительности: частная факторная, многофакторная и совокупная факторная. Такое разграничение основано на том, что при измерении затрат учитывается один элемент, несколько элементов или все элементы.

В современных исследованиях широко применяются постулаты теории предельной производительности факторов, на основе которой создается все здание неоклассической школы производства и распределения продукта, использования ресурсов и ценообразования. Факторный подход, направляемый неоклассической парадигмой, позволяет анализировать отдачу отдельных производственных ресурсов, процесс их замещения и т.д., однако

в тени остается особая роль человека в производстве, что затрудняет познание реальных источников и механизмов экономического роста. Значительная часть исследований производительности, первоначально предпринятых для расширения и углубления неоклассической модели, обнаружила явления и взаимосвязи не интерпретируемые адекватно и даже отрицаемые этой модели. В связи с этим постулаты теории производительности факторов в настоящее время все в большей степени становятся объектами критики [1,7]. Уже с появлением теории Дж.Кейнса и М.Калецкого стало невозможным одновременно исходить из кейнсианского макроэкономического анализа и традиционной микроэкономической теории. Посткейнсианцы (Дж.Робинсон, П.Сраффа и другие) показали, что из условий предложения факторов производства на основе предельной производительности невозможно вывести образование факторных цен и распределение национального дохода. Так, например, согласно неоклассической концепции величина капитала нации определяется как капитализированный доход, на основе процентной ставки (нормы прибыли в условиях равновесия). Таким образом, для установления величины капитала нации уровень ставки процента (доход владельцев капитала) должен быть заранее известен. Вместе с тем неоклассическая теория претендует на то, что она способна объяснить образование факторных доходов, в том числе и процент.

Производительность должна рассматриваться не как простая счетная, а как концептуальная категория, раскрывающая содержание и противоречия продуктивности труда на микро- и макроуровне экономической системы. Показатели затрат совокупного времени на единицу выпуска реального продукта и обратных ему показателей производительности совокупного труда выражают сложное взаимодействие динамических сил в экономике. В рамках конкурирующих теорий не удалось разработать удовлетворительные интерпретации влияния взаимосвязей производственных факторов, живого и прошлого труда на производительность во многом из-за недостаточного внимания к феномену экономического времени, особой роли человеческого фактора в изменении производительности во времени [1,3].

Человек как субъект экономической системы и ее активный элемент многомерен и многокачествен. Способность к хозяйственному труду является исключительным качеством человека. В процессе труда люди не только изменяют внешнюю природу, приспособлявая предметы труда для удовлетворения своих потребностей, но и сами меняются, у них накапливается опыт, обогащаются знания. Человек, его целесообразная деятельность не просто один из факторов производственного процесса, а определяющий и системообразующий фактор, только он способен генерировать и реализовать хозяйственную энергию. Используемые экономическим субъектом в процессе производства силы природы, природный материал и продукты труда выступают как его производительные силы, уровнем их развития и применением определяют затра-

ты времени на изготовление и реализацию того или иного продукта.

Теорию производительности и издержек производства целесообразно радикальным образом увязать с феноменом времени. Хозяйственная деятельность людей реализуется в потоке взаимосвязей времени настоящего со временем будущего и прошлого и проявляется как процесс взаимодействия их живого труда с продуктами прошлого труда. Сложное и противоречивое взаимодействие живого и прошлого труда общества во времени так или иначе затрагивает движущие силы экономического развития и изменение воспроизводственных пропорций. Разграничение живого и прошлого труда, казалось бы, достаточно очевидно. Трудности возникают из-за того, что, во-первых, обычно взаимосвязь живого и прошлого труда рассматривается с точки зрения отдельного хозяйственного звена или процесса вне связи с разделением общественного труда и времени общества, но полученные при подобном "микроэкономическом" подходе результаты распространяются на экономику в целом; во-вторых, время живого труда представляется как однородный и неструктурированный феномен. Возникающее на этой основе вневременное и локальное восприятие экономических процессов, находящееся вне связи с национальной экономикой и переносимое на экономику в целом, порождает ошибочные представления об источниках и механизме роста национальной экономики.

Для адекватного выражения в моделях роли человеческого фактора в развитии экономики в режиме реального времени важно учитывать относительность границ живого и прошлого труда хозяйствующих субъектов. Граница между живым и прошлым их трудом весьма относительна и подвижна. Она зависит от того, в каких пространственно-временных координатах рассматривается производство. С точки зрения данного производственного процесса на отдельном предприятии труд, заключенный в предметах и средствах труда, есть труд прошлый. Если производство брать не как локальный акт, а как процесс, происходящий в масштабе всего общества и имеющий определенную длительность, то труд хозяйствующих субъектов, воплощенный в израсходованных средствах производства, предстает иначе. Различие между живым и прошлым трудом зависит от способа различения во времени хозяйственной деятельности субъектов, связанной с выпуском продукта на всех стадиях его изготовления. При расширении масштабов производственного процесса до его естественных границ все виды энергии хозяйственной деятельности выступают в форме живого труда, хотя продукты отдельных видов труда подвергаются многократной переработке, другие – разовой.

Для уяснения производительности труда как системного феномена важно учитывать, что хозяйственная деятельность людей, ее производительность и результаты характеризуются двойственностью, выражая сложную связь осуществленных затрат и произведенных потребительских качеств продукта. Еще основоположники классической теории указали на наличие двух свойств товара: быть

носителем потребительских качеств и иметь возможность обмениваться на другие товары. Причем акцент делается на том, что эти свойства «проявляются» в употреблении (первое) и в обмене (второе) благ, а не существуют как некие их внутренние свойства. При этом для классиков ценность выступает свойством не отдельных товаров, что приписывают им критики, а мира товаров в целом – структурным параметром единой системы товарного обращения. В этом и состоит ключевая идея воспроизводственного подхода к изучению товарной экономики. Его реализация подразумевает определение периода, к которому приводятся потоки товарного обращения [6].

Основываясь на положении о двух свойствах товара, К.Маркс отмечал двойную природу хозяйственной деятельности людей; он обратил внимание на то, что в рыночной экономике конкретным трудом товаропроизводителя создается потребительная стоимость товара, а абстрактным – его стоимость [8]. Двойственный характер труда находит свое соответствующее проявление в его производительности как фундаментальном экономическом феномене. Данное обстоятельство является весьма важным и нуждается в осмыслении. В связи с этим сомнительным является утверждение критиков К.Маркса о том, что в последнее время стало столь очевидной бесплодность его идеи об абстрактном труде, как внутреннем содержании ценности.

Производительность труда целесообразно рассматривать как интегральный, системообразующий параметр, который характеризует процесс взаимодействия конкретного и абстрактного труда, произведенное за единицу времени количество и качество продукции и ее рыночную ценность [3]. В рыночной экономике возникает сложная связь между производительностью труда, складывающейся в рамках национального хозяйства и различными формами ее проявления на уровне отдельных предприятий, отраслей, секторов и сегментов экономики, при этом важным становится выявление механизма регулирования данной связи. В масштабе национальной экономики производительность труда, соответственно, характеризует, во-первых, качественно-количественный состав произведенного валового национального продукта (ВВП) на одного работающего за единицу времени, во-вторых, выработку ВВП ( $A$ ) в ценностном выражении, т.е.  $A=Y/T$ , где  $Y$  - величина ВВП,  $T$  – общее количество затрат времени занятых в экономике.

В производительности труда проявляется противоречивая связь конкретного и абстрактного труда, которые являются противоположностями и находятся не рядом друг с другом, а взаимодополняют друг друга. Каждая единица времени совокупного труда содержит в себе не только весь спектр частных характеристик конкретных форм реализации его производительности, но и соответствующую характеристику измерения производительности – величину выпуска ВВП в расчете на единицу времени. В рыночной экономике жизнеспособными являются хозяйственные структуры и национальные хозяйства, в которых достигается и поддержи-

вается уровень производительности, позволяющей выпускать конкурентоспособную продукцию. С повышением производительности труда хозяйствующих субъектов, соответственно, увеличивается выработка ВВП в ценностном выражении и сокращается затраты их времени на выпуск единицы реального ВВП. Это достигается благодаря тому, что, в конечном счете, хозяйствующими субъектами при росте их производительности труда за единицу времени создается продукция с большей рыночной ценностью и сокращаются затраты совокупного времени на выпуск единицы продукции.

В рыночных условиях общий уровень производительности труда  $A=Y/T$  и обратный показатель – реальные издержки производства  $t=T/Y$  – складываются в ходе конкурентной борьбы хозяйственных структур. При этом на основе взаимодействия спроса и предложения на рынке формируется некоторый диапазон связанных между собой изменений потребительских и ценностных характеристик реализуемых товаров. Возникающая в данных условиях в результате конкуренции рыночная ценность товара характеризует соответствующий уровень производительности труда, который обеспечивает выпуск конкурентоспособной продукции и вокруг которого формируются показатели производительности отдельных хозяйственных структур. В условиях развивающегося разделения труда между различными отраслями национальной экономики складываются разнообразные взаимодействия, исходя из этого между параметрами производительности труда  $A_j$ , позволяющими выпускать конкурентоспособную продукцию данного вида, и уровнем средней производительности труда. А в рыночной экономике формируется сложная взаимосвязь, проявляющаяся в механизме рыночного ценообразования [1,3].

Производительность является ключевым фактором конкурентоспособности предприятия. Формирование показателей производительности в современных условиях происходит при росте конкуренции и усилении влияния потребителя, ориентация на нужды которого становится основополагающей концепцией организации работы предприятий. При этом повышение конкурентоспособности предприятия происходит на основе увеличения его производительности по следующим направлениям. Во-первых, за счет сокращения затрат ресурсов на выпуск продукции. Во-вторых, потребителя интересует не только цена, но и качество продукции, конкуренция сегодня в значительной степени происходит не на основе снижения издержек производства, а за счет улучшения качества продукции, выпуска нового и уникального продукта. В настоящее время для повышения конкурентоспособности требуется не столько умение производить большее количество уже освоенных видов продукции, а способность быстрее конкурентов выходить на рынок с принципиально новой продукцией, отвечающей меняющемуся спросу покупателей. В связи с этим важнейшими показателями производительности становятся такие, как количество новой продукции, ее доля в общем объеме продукции и т.п. Производительность труда отдельного работника как состав-

ная часть производительности совокупного труда экономических субъектов в рамках данного периода характеризует эффективность процесса взаимодействия работника со средствами производства, уровень использования личного и вещественного факторов с точки зрения общества в целом и в этом плане выступает как совокупная факторная производительность.

В условиях восстановительного этапа 1998-2008 гг., пришедшего на смену этапа трансформационного спада, за счет использования возможностей загрузки незадействованных ранее мощностей и восстановительных ресурсов были достигнуты высокие темпы экономического роста на основе повышения производительности труда в среднем на 5% в год. При этом был реализован эффект, обусловленный резким падением производительности труда в 1990-е годы. Следует принимать во внимание наличие общей закономерности: темпы роста производительности труда обычно тем выше, чем ниже исходные предпосылки экономического роста. Это во многом связано с тем, что применение хозяйственных новаций, новой техники и технологии, формирование более передового технико-экономического уклада, уже утвердившего в развитых странах, позволяет обеспечивать значительное повышение производительности труда, но с исчерпанием потенциала данного уклада будет происходить затухание темпов ее роста [2]. В предстоящем десятилетии сокращение численности работников ежегодно составит примерно 1%. Поддержание прежних темпов роста производительности труда позволит обеспечивать темпы роста ВВП лишь примерно 4-4,1%, для достижения сложившихся темпов роста экономики необходим рост производительности труда более 6% в год.

Прямое сопоставление уровня производительности труда в России свидетельствует об ее отставании в настоящее время от развитых стран в 3 раза и более (если использовать оценку паритета покупательской способности, выполненную ОЭСР в 2-3 раза). При этом, как правило, экспорт-ориентированные отрасли, обладающие большими возможностями для модернизации производства, имеют меньший разрыв в производительности труда, например, в металлургии он составляет 1,5 раза. В наиболее сложном состоянии находится отечественное машиностроение, прямой разрыв в уровне производительности труда здесь в отдельных видах производства составляет 5-10 раз.

В настоящее время отечественное машиностроение не обеспечивает должным образом воспроизводство активной части основных фондов страны. Так, за счет собственного производства машиностроительной продукции удовлетворяется 55-60 % от общего потребления. При этом крупнейшие отечественные игроки на рынке покупателей машинно-технической продукции закупают оборудование для целей развития своего бизнеса преимущественно по импорту. Данная ситуация имеет место при наличии до сих пор мощной базы отечественных НИОКР и достаточно большого количества свободных производственных мощностей [4]. С одной стороны, в последние годы в России

ежегодно создается около 300 технологий машиностроения. Из числа созданных за последнее пятилетие технологий машиностроения около 12 % не имеет аналогов в мире и столько же соответствует лучшим зарубежным образцам. Остальная часть вновь созданных технологий относится к категории «новые в стране». С другой стороны, полностью загружены производственные мощности лишь по производству кондиционеров, использование остальных редко превышает 50-60-процентный уровень. Здесь нельзя не отметить невысокий уровень спроса на новые технологии со стороны отечественной промышленности. В настоящее время лишь 16-17 % технологий в машиностроении можно отнести к прогрессивным, менее половины – к базовым, т. е. способным создавать конкурентоспособную технику для внутреннего по преимуществу рынка в течение не более пяти лет, 35-40% составляют устаревшие технологии, их доля в двое больше по сравнению с передовыми. Такая структура используемых технологий обуславливает потребность импорта оборудования на основе иностранных технологий в среднесрочной перспективе в значительных объемах.

Вместе с тем сейчас, когда траектория развития промышленного производства еще не сформировалась и идет конкуренция альтернативных технологий, есть шанс захватить лидерство на перспективных направлениях становления нового технологического уклада и тем самым попасть в восходящий поток новой длинной волны экономического роста [5]. Исходя из общих закономерностей долгосрочного экономического роста, оптимальная стратегия развития и распространения нового технологического уклада в российской экономике должна основываться на сочетании: лидерства в тех направлениях, где российский научно-промышленный комплекс имеет технологическое превосходство; догоняющего развития в направлениях где наблюдается значительное отставание; опережающей коммерциализации в остальных направлениях. В этих целях необходимо решить проблему нехватки «длинных» финансовых инструментов для модернизации промышленности, используя институты и механизмы кредитования промышленных предприятий. Важным фактором ускоренного распространения нового технологического уклада должен стать механизм предоставления целевых кредитов, выделяемых государством для поддержки долгосрочных инвестиций. Меры по преодолению финансового кризиса надо увязать с формированием национальной кредитно-инвестиционной системы и стратегическими целями долгосрочного социально-экономического развития страны. Расходы на НИОКР должны быть доведены в ближайшие два года до 3% ВВП, необходимо выйти на запланированный на 2020 г. норму накопления 35% ВВП; изменить структуру капиталовложений за счет опережающего наращивания инвестиций в машиностроение, долю которых следует увеличить не менее чем вдвое (с 2,5 до 5%), темпы роста инвестиций в основной капитал инновационного сектора должны быть также удвоены — до 25% в год.

### Заключение

Для выработки подхода, более удовлетворительно интерпретирующего современные процессы формирования уровня и динамики производительности хозяйственной деятельности людей, важно вернуться к фундаментальным положениям классической теории, согласно которой создаваемые экономические блага производятся трудом при помощи хозяйственных ресурсов на основе выполнения человеком экономической работы. Необходимо ее концептуальное переосмысление на основе отказа от ошибочных и односторонних представлений, упрощенно описывающих взаимодействие затрат и результатов хозяйственной деятельности людей, производственных и институциональных факторов.

Реконструкция институционально-технической системы российской промышленности должна проводиться исходя из ее влияния на производительность хозяйственной деятельности с учетом меняющейся роли малых, средних и крупных предпринимательских структур, необходимости широкого распространения разнообразных предпринимательских систем и кластеров, повышающих чувствительность экономики к инновациям, созданию и применению новых знаний.

### Библиографический список

1. Бирюков В. В. Время как фактор развития экономики в рыночных условиях. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2000.
2. Бирюков В. В. Особенности предпринимательской деятельности в инновационной экономике // Вестник СибАДИ. 2010. - №4 (18)
3. Бирюков В. В., Бирюкова В.В Развитие

предпринимательства и хозяйственные изменения в российской промышленности. – Омск; СибАДИ, 2010.

4. Борисов В. Н., Почукаев О. В. Модернизация обрабатывающей промышленности РФ на основе устойчивого развития отечественного машиностроения // Проблемы прогнозирования. – 2010. - №4.
5. Глазьев С. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов // Вопросы экономики. – 2010. - №1.
6. Кендрик Д. Совокупный капитал США и его формирование. – М.: Прогресс, 1976.
7. Левина И. Проблема трансформации: сравнительно-исторический анализ подходов и решений (классические версии) // Вопросы экономики. – 2008. - №9
8. Маркс К. Капитал // Маркс К., Энгельс Ф., Соч. Т.23-25.
9. Синк Д. С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение. – М.: Прогресс, 1989.

### PRODUCTIVITY OF ECONOMIC SYSTEMS AND MODERNIZATION OF INDUSTRIAL PRODUCTION

V.V. Birykov

The conceptual aspects of analysis of the productivity of the economic systems are considered, problems and directions of modernisation of industrial production are shown.

УДК 338.512

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Г.Ю. Боярко, В.А. Яцко

**Аннотация.** Практика управленческого учета показывает, что величина себестоимости и, соответственно, рентабельности отдельных видов продукции во многом зависят от выбранного метода распределения накладных расходов. Предлагается ввести в рассмотрение множество нечетких переменных, позволяющих дать интегрированное представление обо всех возможных значениях себестоимости продукции. Исследование полученных моделей нечетких переменных позволяет провести анализ производственной программы предприятия с целью ее оптимизации.

**Ключевые слова:** производственная программа, себестоимость продукции, распределение накладных расходов, нечеткие модели.

### Введение

Оптимизация производственной программы предприятия является необходимым элементом повышения эффективности управления любого предприятия. Очевидно, что в качестве критерия оптимизации наиболее часто используется прибыль,

значение которой надо максимизировать. Таким образом, процедура оптимизации производственной программы предполагает необходимость калькулирования себестоимости отдельных видов продукции и расчет соответствующих показателей рентабельности. На основе полученных показателей прини-

маются решения либо о прекращении производства убыточных изделий, либо о реализации дополнительных мер по снижению себестоимости убыточных изделий и обеспечению их прибыльности. Для тех элементов производственной программы, которые являются рентабельными, необходимо предусмотреть меры по расширению объемов производства и реализации.

К сожалению, процедура калькулирования себестоимости продукции, являющаяся ключевым элементом оптимизации производственной программы предприятия, зачастую не имеет однозначного решения, особенно в условиях многономенклатурного производства. К настоящему времени разработано достаточно много методов калькулирования себестоимости продукции, что еще раз подчеркивает существование проблемы нахождения единственной «правильной» оценки себестоимости продукции. Величины себестоимости, рассчитанные с использованием различных методов калькулирования, весьма значительно отличаются друг от друга. Вследствие неудачного выбора метода калькулирования во некоторых случаях в результате реализации процедуры оптимизации производственной программы общая рентабельность предприятия не увеличивается, а падает.

В работе [1] на ряде примеров показано, что в зависимости от выбора того или иного метода калькулирования может кардинальным образом представление о рентабельности отдельных видов продукции – наиболее прибыльные изделия оказываются наиболее убыточными и наоборот. Таким образом, выбор того или иного метода калькулирования во многом может повлиять на принятие ошибочных или эффективных решений, касающихся управления производственной программой предприятия. В частности, в [1] рассматривается пример дочерней компании корпорации Siemens, когда увеличение производства «более прибыльных» изделий и сокращение производства «менее прибыльных» привело к ухудшению финансовых показателей предприятия.

Основной проблемой, связанной с неоднозначным калькулированием себестоимости продукции, является возможность использования различных методов разнесения накладных расходов на каждую единицу продукции.

#### Основная часть

Для включения накладных расходов в состав себестоимости изделий обычно применяют различные методы пропорционального распределения накладных расходов. В нашей стране традиционно наиболее часто используется метод разнесения по единой ставке, когда для разнесения накладных расходов выбирается какая-то единая для всего предприятия величина. Наиболее часто в качестве базы распределения используют заработная плата производственных рабочих, значительно реже – машиночасы, стоимость основных производственных материалов, прямые затраты (заработная плата производственных рабочих + стоимость основных материалов), объем произведенной продукции, оптовая цена продукции и т.п. К достоинствам данного метода распределения накладных расходов отно-

сится простота учета, что обуславливает ее популярность. Однако, себестоимость продукции, рассчитанная с использованием данного подхода, весьма значительно зависит от выбора базы распределения. Как отмечает Вахрушина М.А., зачастую при выборе базы распределения накладных расходов приходится руководствоваться в основном «...экономическим смыслом и особенностями производственной и коммерческой деятельности» [2].

Одной из попыток решения указанной проблемы является ABC-метод калькулирования (Activity-Based Costing) [3], когда вместо единой базы распределения накладных расходов вводится несколько «носителей затрат» (cost driver). При этом учет накладных расходов ведется в соответствии с выделенными на предприятии основными видами деятельности, а для каждого основного вида деятельности можно указать свой носитель затрат. В результате при надлежащей реализации ABC-метода повышается «точность» калькулирования себестоимости, а следовательно, принятие решений об оптимизации производственной программы становится более обоснованным.

Однако и при использовании ABC-метода остается проблема выбора наиболее подходящих баз распределения накладных расходов. Неудачный выбор «носителя затрат» может существенно повлиять на значение себестоимости продукции.

Так как в общем случае решить проблему выбора адекватной базы распределения накладных расходов не представляется возможным, в данной работе предлагается исследовать как влияет выбор «носителя затрат» на величину себестоимости продукции.

Введем следующие обозначения:  $n$  – число различных видов продукции;  $S_i$  – полная себестоимость единицы продукции  $i$ -го вида;  $V_i$  – прямые затраты, приходящиеся на единицу продукции  $i$ -го вида;  $m$  – число различных видов накладных затрат;  $C_j$  – общая величина  $j$ -го вида накладных затрат;  $K_j$  – число возможных носителей затрат для  $j$ -го вида накладных затрат;  $B_{ijk}$  – величина  $k$ -й базы распределения  $j$ -го вида накладных затрат для  $i$ -го вида продукции;  $D_{ijk}$  – величина накладных затрат  $j$ -го вида, приходящихся на единицу продукции  $i$ -го вида при использовании  $k$ -го носителя затрат.

С учетом введенных обозначений формула для расчета величины  $D_{ijk}$  будет иметь следующий вид

$$D_{ijk} = \left( \frac{C_j}{N_i} \right) \left( \frac{B_{ijk} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n B_{ijk} \cdot N_i} \right) = \frac{B_{ijk} \cdot C_j}{\sum_{i=1}^n B_{ijk} \cdot N_i}, \quad (1)$$

где  $\frac{B_{ijk} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n B_{ijk} \cdot N_i}$  – доля накладных затрат  $j$ -го вида, приходящаяся на весь объем продукции  $i$ -го вида согласно  $k$ -й базе распределения.

Введем в рассмотрение обобщенную себестоимость продукции  $S_i$  следующего вида

$$S_i = V_i + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} \cdot D_{ijk}, \quad (2)$$

где  $\alpha_{jk}$  – весовой коэффициент для  $k$ -й базы рас-

пределения,  $\alpha_{jk} \geq 0, \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} = 1$ .

Себестоимость продукции вида (2) представляет собой средневзвешенную величину всех возможных себестоимостей продукции  $i$ -го вида, которые могли бы быть рассчитаны при использовании различных баз распределения накладных расходов. Очевидно, что даже в случае если бы для каждого вида накладных расходов использовалась бы только одна «своя» база распределения, то число возможных себестоимостей продукции  $i$ -го вида было бы равно

$$K^* = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_m = \prod_{j=1}^m K_j. \quad (3)$$

Если бы значения весовых коэффициентов  $\alpha_{jk}$  были бы получены в результате опроса экспертов либо другим путем, то формулу (2) можно было бы использовать для калькулирования себестоимости продукции. На первый взгляд, такой подход мало пригоден для практического использования вследствие того, что количество требуемых весовых коэффициентов  $\alpha_{jk}$  может оказаться чрезмерно велико (общее число весовых коэффициентов равно  $\sum_{j=1}^m K_j$ ). Однако, применение данного подхода позволяет проанализировать некоторые аспекты формирования себестоимости продукции. Рассмотрим более подробно данный подход применительно к калькулированию себестоимости одного вида продукции, поэтому в дальнейших выкладках будем упускать индекс  $i$ .

Без потери общности будем полагать, что  $D_{j1} \leq D_{j2} \leq \dots \leq D_{jK_j}$  для  $j=1, \dots, m$ . Очевидно, что  $S \in \left[ V + \sum_{j=1}^m D_{j1}, V + \sum_{j=1}^m D_{jK_j} \right]$ . Тогда система ограничений

$$\begin{cases} S = V + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} \cdot D_{jk}, \\ \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} = 1, \\ \alpha_{jk} \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

определяет симплекс (выпуклый многогранник) в пространстве размерностью  $\sum_{j=1}^m K_j$ , где в качестве

переменных выступают весовые коэффициенты  $\alpha_{jk}$ , а себестоимость  $S$  выступает в качестве параметра. Объем симплекса является функцией от величины параметра  $S$ . Было получено аналитическое выражения функции для вычисления объема симплекса. Предлагается описать множество возможных значений себестоимости  $S$  с помощью неотрицательной нечеткой величины  $x$  с областью определения на

интервале  $\left[ V + \sum_{j=1}^m D_{j1}, V + \sum_{j=1}^m D_{jK_j} \right]$ . В качестве

функции принадлежности  $\mu(x)$  будем использовать нормализованную функцию для вычисления объема симплекса. Представление себестоимости в виде нечеткой величины позволяет повысить информативность анализа себестоимости продукции за счет интеграции в данном представлении множества возможных оценок себестоимости.

Необходимо отметить, что в последние годы возрос интерес к использованию аппарата нечетких множеств и нечеткой логики в экономике [4]. Это обусловлено тем, что решению экономических задач свойственна некоторая неопределенность (неопределенность прогнозов затрат, сбыта и, соответственно, прибыли; неопределенность при калькулировании «истинной» себестоимости продукции и т.д.). Использование инструментов нечеткого анализа позволяет каким-либо образом «измерить» неопределенность экономического явления, а следовательно, обеспечить принятие более сбалансированных решений с учетом этой неопределенности. К сожалению, «измерение» неопределенности экономических явлений практически всегда сводится к получению некоторой экспертной оценки области определения и функции принадлежности нечеткой переменной, что заведомо субъективно. В отличие от применявшихся ранее подходов [4-7], в данной работе область определения и функция принадлежности формируются аналитически на основе данных бухгалтерского управленческого учета, что обеспечивает большую степень объективности.

Было получено следующее аналитическое выражение для функции принадлежности  $\mu(x)$

$$\mu(x) = \frac{1}{G} \sum_{j_1=1}^{K_1} \sum_{j_2=1}^{K_2} \dots \sum_{j_m=1}^{K_m} \frac{1 \left( x - V - \sum_{l=1}^m D_{lj} \right) \cdot \left( x - V - \sum_{l=1}^m D_{lj} \right)^p}{\prod_{l=1}^m q_{lj}} \quad (5)$$

где  $G$  – коэффициент, обеспечивающий условие нормализации функции принадлежности  $\max_x \mu(x) = 1$ ;  $1(x)$  – единичная функция Хевисайда,

$$I(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0; \end{cases} \quad q_{lj} = \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{K_j} (D_{li} - D_{lj});$$

$$p = \sum_{j=1}^m (K_j - 1) - 1 = \sum_{j=1}^m K_j - m - 1.$$

Построив подобным образом нечеткую переменную, интегративно представляющую информацию о различных вариантах распределения накладных расходов, и исследовав ее, можно более обоснованно и объективно судить о прибыльности или убыточности отдельных позиций производственной программы.

Для анализа нечеткой переменной можно использовать процедуру дефuzziфикации нечеткой переменной в единственное точное значение. Наиболее часто для дефuzziфикации используют метод центра тяжести (Centre of Gravity, COG) [8].

Рассмотрим применение данного подхода для оптимизации производственной программы ЗАО «Инструмент-А» (г. Новосибирск).

*Пример.* Предприятие ЗАО «Инструмент-А» занимается тремя видами деятельности:

1. Производство инструментов для металлорежущего оборудования.
2. Ремонт инструментов для металлорежущего оборудования.
3. Производство спецоснастки и специнструментов под заказ.

Целью нашей работы было выявить прибыльность как отдельных видов выпускаемой продукции и оказываемых услуг, так и прибыльность отдельных видов деятельности. На основе полученных данных предполагалась провести оптимизацию производственной программы с целью повышения прибыльности предприятия.

Исследовалось поведение себестоимости при четырех различных базах распределения:

1. зарплата производственных рабочих;
2. сырье и материалы;
3. зарплата производственных рабочих + сырье и материалы;
4. оптовые цены.

Накладные расходы за год составили 3 002 195 руб.

В таблице 1 приведены результаты укрупненно-го распределения затрат по видам деятельности.

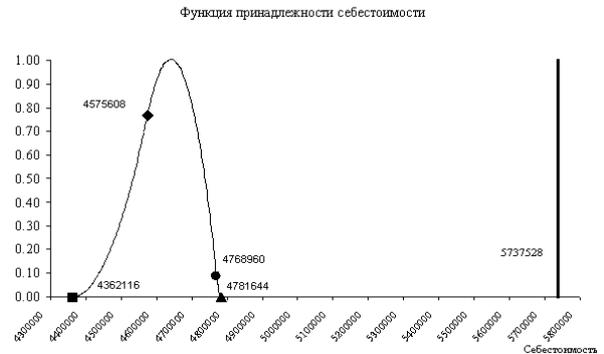
На рисунке 1 приведены полученные графики функций принадлежности. Также на графиках приведено значение товарной продукции в оптовых ценах и значения себестоимостей, рассчитанные с использованием различных баз распределения.

Анализ рисунка 1, а) тривиален – данный вид деятельности прибыльный при всех рассмотренных вариантах распределения накладных расходов. Для случая ремонта инструментов здесь не так все очевидно. Для более детального анализа данной нечеткой переменной введем в рассмотрение еще несколько характеристик.

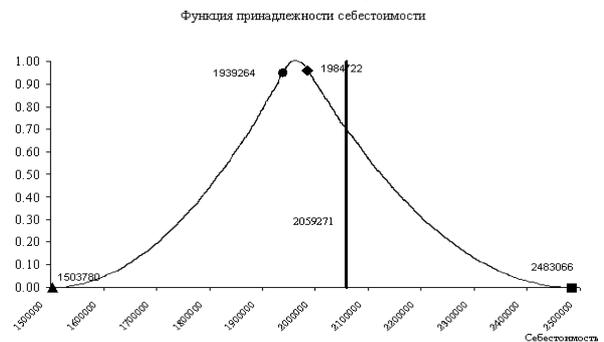
Для характеристики «надежности» безубыточности введем показатель «коэффициент надежности безубыточности изделия»

$$k_{\text{оы}} = \frac{S^+ - S^-}{S^+ + S^-}, \quad (6)$$

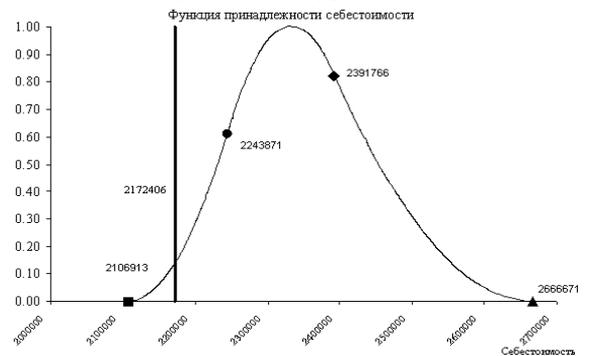
где  $S^+$ ,  $S^-$  – площади фигур под функцией принадлежности для значений себестоимости, не превышающих и превышающих цену соответственно.



а) производство инструментов;



б) ремонт инструментов;



в) производство спецоснастки и специнструментов под заказ

Рис. 1. Графики функций принадлежности для различных видов деятельности

Условные обозначения себестоимости для различных баз распределения:

- ▲ – по зарплате производственных рабочих;
- – по сырью и материалам;
- ◆ – по зарплате производственных рабочих + сырье и материалы;
- – по оптовым ценам.
- – Товарная продукция в оптовых ценах.

Данный коэффициент может изменяться в диапазоне от  $-1$  до  $+1$ . Для случая а) (производство инструментов)  $k_{б\gamma}=1$ . Для случая б)  $k_{б\gamma}=0.44$ , что свидетельствует о том, что данный вид деятельности скорее всего прибыльный. Для случая в)  $k_{б\gamma}=0.97$ , что подтверждает довольно очевидный вывод об убыточности производства спецоснастки и специнструментов (кстати, предприятие вскоре отказалось от данного вида деятельности).

Кроме того, при анализе нечетких переменных использовалась дефuzziфикация нечетких переменных в единственное точное значение с использованием метода центра тяжести (COG). Для случая а)  $u_{COG}=4622017.47$  руб.; для случая б)  $u_{COG}=1977884.11$  руб. для случая в)  $u_{COG}=2352284.85$  руб. Если рассматривать центры тяжести введенных нами нечетких переменных в качестве некоторых новых оценок себестоимости, то сравнение таких оценок себестоимости с ценой позволяет однозначно (на рассмотренных в примере трех случаях) указать на прибыльность производства и ремонта инструментов, а также на убыточность производства спецоснастки и специнструментов.

Подобным же образом было проведено исследование себестоимости для отдельных разновидностей выпускаемой продукции (в частности, при производстве отдельных видов инструментов). Был выявлен ряд изделий, для которых  $k_{до} < 0$ , а центр тяжести  $u_{COG}$  соответствующей нечеткой переменной превышал оптовую цену. Такие изделия, согласно предлагаемому нами подходу должны быть признаны убыточными. Можно отметить, что практически для всех изделий, признанных нами убыточными, нижняя граница соответствующей нечеткой переменной не превышала оптовую цену и, следовательно, такое изделие могло быть признано прибыльным, если бы использовалась «неудачная» база распределения накладных расходов.

Руководители предприятия согласились с выводами исследования об убыточности производства спецоснастки и специнструментов, а также об убыточности производства некоторых инструментов. Однако, в связи с тем, что инструменты зачастую заказываются большими комплектами, для привлечения и удержания потребителей приходится наряду с прибыльными инструментами производить убыточные изделия. Повышение цен на убыточные изделия оказалось невозможно из-за острой конкуренции на данном рынке. В итоге руководство предприятия только отказалось от убыточного вида деятельности, а также, по возможности, ограничило выпуск убыточных инструментов, предлагая их только в составе больших комплектов.

Заканчивая обсуждение примера, хотелось бы отметить два момента.

Во-первых, можно показать, что при использовании центра тяжести нечеткой переменной в качестве оценки себестоимости, не нарушается баланс – сумма себестоимостей всех изделий равна сум-

марным затратам предприятия. На практике при использовании других методов дефuzziфикации (метода центра площади, метода среднего максимума и т.п. [8]) это балансовое соотношение в общем случае не выполняется. Таким образом, при использовании центра тяжести нечеткой переменной в качестве оценки себестоимости не возникает принципиальных препятствий для использования данного подхода для калькулирования себестоимости.

Во-вторых, практика применения этого подхода показывает, что при увеличении числа видов накладных расходов и числа возможных баз распределения накладных расходов повышается устойчивость (робастность) оценок себестоимости, полученных в результате дефuzziфикации нечеткой переменной, к влиянию «неудачных» баз распределения, дающих очень завышенные или очень заниженные значения себестоимости.

#### Заключение

Рассмотренный в данной работе подход к калькулированию и анализу себестоимости продукции на основе представления себестоимости в виде нечеткой переменной позволяет повысить информативность анализа за счет интеграции в данном представлении множества возможных оценок себестоимости. Использование формализованных процедур теории нечетких множеств повышает обоснованность принимаемых решений об оптимизации производственной программы предприятия.

#### Библиографический список

1. Шанк, Дж.К. Стратегическое управление затратами / Дж.К. Шанк, В. Говиндараджан. – СПб.: ЗАО «Бизнес Микро», 1999. – 288 с.
2. Вахрушина, М.А. Бухгалтерский управленческий учет / М.А. Вахрушина. – М.: Омега-Л, 2010. – 572 с.
3. Аткинсон, Э.А. Управленческий учет / Э.А. Аткинсон, Р.Д. Банкер, Р.С. Каплан, М.С. Янг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 880 с.
4. Кофман, А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Х. Хил Алуха. – Минск: Вышэйшая школа, 1992. – 223 с.
5. Хил Лафуенте, А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности / А.М. Хил Лафуенте. – Минск: Тэхналогія, 1998. – 150 с.
6. Fuzzy Activity Based Costing: A Methodology for Handling Uncertainty in Activity Based Costing Systems / H. Nachtmann, K.L. Needy //The Engineering Economist, 2001.–V. 46.– № 4. – pp. 245-273.
7. Methods for Handling Uncertainty in Activity Based Costing Systems / H. Nachtmann, K.L. Needy //The Engineering Economist, 2003.–V. 48.– № 3. – pp. 259-282.
8. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798с.

Таблица 1 – Расчет себестоимости по видам деятельности

Показатели	Виды деятельности			Итого
	Производство инструментов	Ремонт инструментов	Производство спецодежды	
Зарплата производственных рабочих, руб.	1 755 378	186 235	1 086 206	3 027 819
Затраты на сырье и материалы, руб.	1 285 744	1 132 886	503 452	2 922 082
Товарная продукция в оптовых ценах, руб.	5 737 528	2 059 271	2 172 406	9 969 205
Распределение накладных расходов, руб.				
1. по зарплате производственных рабочих	1 740 522	184 659	1 077 013	3 002 195
2. по сырью и материалам	1 320 994	1 163 946	517 255	3 002 195
3. по зарплате производственных рабочих + сырье и материалы;	1 534 486	665 601	802 108	3 002 195
4. по оптовым ценам.	1 727 838	620 143	654 213	3 002 195
Себестоимость продукции по видам деятельности, руб.				
1. по зарплате производственных рабочих	4 781 644	1 503 780	2 666 671	8 952 095
2. по сырью и материалам	4 362 116	2 483 066	2 106 913	8 952 095
3. по зарплате производственных рабочих + сырье и материалы	4 575 608	1 984 722	2 391 766	8 952 095
4. по оптовым ценам	4 768 960	1 939 264	2 243 871	8 952 095

**MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE  
PRODUCTION PROGRAM USING  
FUZZY MODELS**

G.Y. Boyarko, V.A. Yatsko

The practice of cost accounting shows that the cost of production and, accordingly, profitability of separate kinds of production in many respects depend on the method of allocation of overhead costs. It is proposed to enter into a consideration of the number of fuzzy variables, to provide an integrated view of all of the possible values of the cost of production. The study of the produced models of fuzzy variables allows analysis of production program of the enterprise with the purpose of its optimization.

*Боярко Григорий Юрьевич - доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, Институт природных ресурсов. Основное направление научных исследований – экономика минерального сырья (финансирование геологоразведочных работ, налоги, динамика цен). Общее количество публикаций – 219.*

*Яцко Владимир Александрович - кандидат технических наук, доцент кафедры экономики предприятий Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – нечеткие модели экономического анализа. Общее количество публикаций – 68.*

УДК 65.012.123

## УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Джурабаев К.Т., Вакорин М.П., Барышева Г.А.

**Аннотация.** В статье дана характеристика проблемного поля, формирующегося в процессе развития современных промышленных предприятий. Также определены перспективные направления изучения инновационных процессов.

**Ключевые слова:** управление, инновации, классификация инноваций, структура жизненного цикла инноваций.

Вопросы эффективного управления предприятием все так же, как и в прошлые десятилетия, остаются актуальными и открытыми. Большое количество научных публикаций - тому подтверждение. Теоретические исследования и обобщенный практический опыт зарубежных стран по вопросам управления явились основой знаний, которые сегодня оказались наиболее востребованы в нашей стране.

Вопрос о том, что же позволяет одним предприятиям успешно развиваться и получать прибыль, а другим постепенно или резко опускаться вниз по шкале платежеспособности и прибыльности, часто является предметом дискуссий в экономической литературе. Как правило, это касается западной науки. В отечественных трудах зачастую используются основные положения, разработанные зарубежными экономистами. Это и понятно, теория управления в США, Европе и Японии имеет более богатый опыт. Великая депрессия, энергетический кризис, «японское чудо» и прочие изменения внешней среды функционирования предприятий заставляли менеджеров искать пути улучшения положения предприятий на рынке по сравнению с конкурентами.

Необходимость постоянного реформирования систем и методов управления в условиях непредсказуемой и постоянно меняющейся внешней среды, когда оптимальное сочетание внутренних ресурсов и внешних возможностей давало предприятиям потенциальные конкурентные преимущества, вызвало рождение новых теоретических и прикладных направлений в сфере экономики. Наличие стратегического управления превращало эти конкурентные преимущества в реальные факторы успеха предприятий и позволяло достичь желаемого уровня конкурентоспособности. Только разработка и применение осмысленных, сбалансированных методов и приемов в области стратегического управления позволит предприятиям вести успешную хозяйственную деятельность в условиях рыночной экономики. В свою очередь способность предприятий к конкуренции и адаптации к новым условиям входит в сферу государственных интересов, так как является основой социальной и экономической стабильности страны.

Широкая популярность и эффективность стратегического управления на западных предприятиях свидетельствует о важности применения стратеги-

ческих подходов в управлении отечественными предприятиями. Однако неадаптированные к российским условиям методы стратегического управления вряд ли принесут пользу. Именно поэтому в условиях перехода к рынку возникла задача формирования организационно-экономического механизма хозяйственных комплексов, что повлекло за собой реструктуризацию предприятий.

Переход к рынку выдвинул задачу коренной трансформации крупных предприятий с учетом новых экономических условий и требований промышленной политики государства. Традиционная для командной централизованной экономики организационно-экономическая структура производства в современный период времени вступает в противоречие с условиями, определяемыми рыночными отношениями. В командной централизованной экономике организация и управление производством развивались в рамках жесткой системы, основными элементами которой являлись: государственная собственность на средства производства, вертикальное построение производственных структур с жестким регламентированием состава объединений и предприятий, система управления производством на принципах единоначалия, плановое распределение ресурсов, отсутствие условий для создания надлежащей трудовой мотивации труда. Все принципиальные положения этой системы были закреплены в законодательном порядке, что позволяло увязывать в единый комплекс все её элементы как на макро-, так и на микроуровнях.

Переход к рынку, необходимость формирования в экономике развитой конкурентной среды потребовали существенных изменений в организации и управлении производством. Возникла необходимость значительного повышения экономической самостоятельности предприятий, переориентации производства на требования потребителя, придания производственным структурам высокой степени гибкости и адаптивности, осуществление права коллектива и отдельных работников на владение собственностью.

Реализовать эти требования стало возможным на путях преобразования существующих крупных предприятий и объединений в производственно хозяйственные комплексы нового типа. Действующее законодательство позволяет расчленить эти комплексы, допускает выход предприятий и других под-

разделений из состава объединений. Процесс дезинтеграции может оказать негативное воздействие на эффективность производства вследствие разрыва установившихся технологических и научных связей. Возникает объективная потребность в создании новых организационных форм, реализация которых позволила бы на новой основе интегрировать предприятия, входившие и не входившие ранее в объединения, с тем, чтобы сохранить сложившиеся связи и обеспечить эффективное производство.

В промышленности России пока не отработаны и теоретически не осмыслены организационные и экономические вопросы создания и функционирования производственных комплексов, формируемых для работы в новых рыночных условиях. В связи с этим весьма актуальной проблемой является разработка концептуальных основ становления современного организационно-экономического механизма крупных производственно-хозяйственных комплексов.

Эта работа должна предусматривать:

- определение целей организации и управления производством в объединениях нового типа;
- обоснование рациональных принципов становления новых производственно-хозяйственных комплексов;
- формирование оптимального организационно-экономического механизма функционирования крупных производственно-хозяйственных комплексов в условиях рынка.

Что касается целей организации и управления производством в объединениях нового типа, то эти цели определяются условиями переходного периода и предполагают:

- приостановление кризисных явлений в производстве; создание предпосылок для подъема производства;
- сохранение технологических цепочек и научных связей;
- повышение степени адаптации предприятий к меняющимся требованиям внешней среды;
- для конверсионных предприятий - эффективный переход на выпуск гражданской продукции, пользующейся спросом на рынке.

В отечественной экономической науке в последние годы проводятся исследования по ключевым направлениям перехода к рыночным отношениям, однако, эти исследования ограничиваются макроэкономическим подходом или посвящены анализу тенденций, принципов организации предприятий нового типа. Недостаточно проводится работ, посвященных проблемам организации и управления подобными предприятиями, а также управления производством, в том числе и управления ассортиментом продукции и распределением ресурсов. Возросшая роль инновационного развития в современной научно-технической, структурной и инвестиционной политике, качественном обновлении производства и повышения его социально-экономических показателей предъявляет новые требования к научному обоснованию теоретико-методологических и

прикладных аспектов этого сложного и еще мало изученного процесса.

В настоящее время Россия в силу экономического кризиса в условиях переходного периода к рынку в отдельных областях значительно отстала от мирового уровня инновационного развития производства. В связи с этим нуждаются в переосмыслении отдельные устоявшиеся категории и термины, применяемые для характеристики инновационного развития производства, а так же методология анализа эффективности инновационного развития производства. Кроме того, переход к экономическим методам воздействия на эффективность хозяйствования обуславливает необходимость формирования нового механизма управления производством в целом и инновационным развитием, в частности. Дальнейших исследований также требуют проблемы оценки инноваций, их воздействия на конечные социально-экономические результаты производства, которые по мере ускорения научно-технического прогресса и усиления рыночной ориентации российской экономики становятся доминирующим источником ресурсного обеспечения технологического перевооружения промышленных предприятий.

Классификация инноваций означает «распределение инноваций на конкретные группы по определенным признакам для достижения поставленной цели» [1, с. 17].

По мнению Балабанова И. Т. [1, с.20] научно-обоснованная классификация инноваций должна раскрывать три основных момента:

- цель инновации;
- форма реализации инновации;
- сфера (место) применения инновации.

Все инновации можно классифицировать по таким признакам (табл.1).

Классификация инноваций позволяет определить место и отличительные признаки каждого нововведения в общей совокупности потенциальных или происходящих изменений, обозначить стратегические возможности каждого типа инноваций, оценить ресурсы для их создания.

Структура жизненного цикла инновации состоит из пяти укрупненных стадий [2, с.29-31]:

- 1) исследовательская - создание идей (открытий, изобретений, патентов, предложений), их аккумуляция, конкурсный отбор и формирование предложений для коммерческого использования и продвижения
- 2) техническая - фильтрация предлагаемых идей, превращение идей в действующие прототипы и добавление к прототипам технологии производства, предложение новых проектов предпринимателям;
- 3) производственная - отбор инновационных проектов, выпуск новой наукоемкой продукции в мелкосерийном и массовом стандартном производстве;
- 4) диффузия инноваций в инновационной сфере потребителей (государственной, внутрикорпоративное, рыночное распространение нововведений);
- 5) рутинизация (утрата новизны) нововведения.

Таблица 1 - Классификации инноваций

Признак классификации	Виды инноваций
1. Форма инновации	1.1 изменения в продукте 1.2 изменения в процессе
2. Степень новизны (характер изменений)	2.1 базисные (радикальные изменения) 2.2 улучшающие (комбинированные изменения) 2.3 псевдоинновации (незначительное изменение)
3. Масштаб новизны	1 инновации в мировом масштабе 2 инновации в масштабе страны 3 инновации в масштабе отрасли 4 инновации для предприятия
4. Масштаб применения	4.1 локальные (инновации, используемые только в рамках отдельного предприятия) 4.2 региональные (инновации, используемые в масштабах одного региона, субъекта федерации) 4.3 отраслевые (сфера применения таких инноваций ограничивается одной отраслью) 4.4 межотраслевые (инновации, используемые в масштабах межотраслевого народнохозяйственного комплекса страны) 4.5 национальные (инновации, применяемые в ряде регионов страны и отраслей промышленности) 4.6 международные (инновации, применяемые во всем мире или в ряде стран)

Двойственная роль инноваций, как средства удовлетворения возвышающихся общественных потребностей и движущей силы технического развития, делает их ядром научно-технического прогресса [3, с. 11].

Реализация сущности инноваций в условиях реальной экономической среды происходит через те или иные функциональные формы. Функциональные свойства инноваций формируются и проявляются на практике в зависимости от существа инновационных отношений в его широком толковании и от способов его предметной формализации на практике. Выделяют несколько функций инноваций в общественном развитии [3, с. 5].

Во-первых, они являются каналом воплощения в жизнь научнотехнических результатов, способствуя интеллектуализации трудовой деятельности, повышению ее наукоемкости (закономерность растущей интеллектуализации общества по мере его движения от ступени к ступени).

Во-вторых, с помощью инноваций расширяется круг производимых товаров и услуг, улучшается их качество, что способствует росту потребностей каждого человека и общества в целом и удовлетворению этих потребностей (закон возвышения и дифференциации потребностей).

В-третьих, инновации дают возможность вовлечь в производство новые производительные силы, производить товары и услуги с меньшими затратами труда, материалов, энергии (закон экономии труда).

В-четвертых, концентрация инноваций в этой или иной сфере помогает привести в соответствие структуру воспроизводства со структурой изменившихся потребностей и структурой внешней среды (закон пропорциональности развития).

Отличительными чертами отношения российских предпринимателей к проблемам управления инновационными процессами в бизнесе, которые отмечаются многими исследователями являются:

1) Ответственность перед обществом в решении важных социальных задач признается в уставных документах большинства компаний, хотя стандарты по способу фиксации социальных целей в списке общих целей, для достижения которых компании создаются, еще не сложилось.

2) Происходит постепенная переориентация от традиционных (обусловленных опытом советского периода) моделей построения социальной политики предприятия к современным способам ее реализации. В отдельных областях более быстро, в других - медленнее, но процесс повышения эффективности социальных программ начался.

3) Компании все меньше воспринимают социальные расходы как «одностороннюю» благотворительность и все больше - как взаимовыгодное партнерство со своими работниками. Быстрее всего этот процесс протекает там, где интересы бизнеса и сотрудников компаний гармонизированы (или хотя бы не вступают в сильное противоречие). На сегодняшний день руководители предпочитают финансиро-

вать такие программы, которые приводят к конкретным производственным эффектам. Так, развитие персонала всегда является приоритетом в социальных программах.

4) Изменения в подходе к социальной политике и социальной ответственности еще пока осуществляются в рамках «старых» организационных структур - кадровые службы продолжают доминировать в выполнении соответствующих функций. При этом роль профсоюзов в решении социальных проблем очень невелика.

5) Усложнение задач по решению социальных вопросов происходит довольно быстро, и многие компании уже начинают осознавать потребность в создании специальных структур для проведения социальной политики. В то же время на рынке ощущается недостаток специалистов в данной области.

6) К областям, в которых компании пока еще недостаточно осознали выгоды от более полного финансирования социальных расходов, относятся природоохранная деятельность, забота о здоровье сотрудников в широком смысле (т.е. не ограничивающаяся соблюдением требований техники безопасности на производстве). В некоторых случаях это отражает недостаточные стимулы к соответствующей деятельности, создаваемые государством, в некоторых - сигнализирует о том, что многие руководители по-прежнему считают, что рабочую силу проще «заменить», чем «поддерживать в хорошей форме».

7) Компании вынуждены финансировать те направления социальной политики, в которых государственные вложения не являются адекватными (поддержка малоимущих), или которые обусловлены влиянием советского наследия (ЖКХ).

8) В оценке эффективности социальных программ часто сохраняется двойственность: многие руководители по-прежнему оценивают результативность расходов по объемам финансирования, а не по достигнутому эффекту.

Согласно исследованиям Ассоциации менеджеров, 90% генеральных директоров ведущих российских предприятий убеждены, что участие в развитии общества это выгодное вложение средств, которое окупится в долгосрочном периоде через повышение доверия к компании со стороны сотрудников, партнеров, общественных групп. При этом российская действительность остро ставит проблемы, которые заключаются в недостаточно эффективном управлении социальной ответственностью бизнеса как направлением деятельности, создающим его конкурентные преимущества.

Ключевая роль и участие бизнеса в решении задач социально-экономического развития создает стабильность и устойчивость в обществе, по данным ряда исследователей для российских компаний, стремящихся стать корпорациями мирового класса, использование подобного инструмента для улучшения своего имиджа на международной арене становится осознанной необходимостью, так как социальная ответственность бизнеса рассматривается мировым экономическим сообществом как один из основных элементов политики Reputation Assets, кото-

рому отводится достаточно весомая роль. Сегодня общемировые тенденции делают необходимым комплексный подход к развитию социальной среды, в которой существует бизнес.

Разработка теоретических основ управления инновационными процессами в бизнесе, которые проводятся российскими исследователями ориентирована на повышение рыночной привлекательности бизнес-структур, что непосредственно отражается на эффективности функционирования экономики России в рыночных условиях.

### Библиографический список

1. Балабанов И. Т. Инновационный менеджмент. - СПб: Издательство «Питер», 2001. - 207 с.
2. Бестужев-Лада И. В. Прогнозное обоснование социальных нововведений. - М.: Наука, 1993. - С. 207.
3. Шайбакова Л. Ф. Регулирование инновационных процессов в регионе. Автореф. дис. д-ра экон. наук. - СПб., 1996. - 36 с.
4. Якимец В. Н. Социально-ответственный бизнес в России и за рубежом. Доклад на региональной конференции «Развитие местного сообщества», Великий Новгород, 23-24 октября 2000 года.
5. Социальная стратегия российского бизнеса: условия успеха. Материалы конференции, М.: Ассоциация менеджеров России, март 2003.
6. Коновалова Л.Н, Корсаков М.И; Якимец В.Н. Управление социальными программами компании./ Под ред. Литовченко С.Е. - М.: Ассоциация менеджеров, 2003. - 152 с.
7. Корпоративная социальная ответственность: общественные ожидания. Потребители, менеджеры, лидеры общественного мнения и эксперты оценивают социальную роль бизнеса в России./ Под ред. С.Е. Литовченко, М.И. Корсакова - М.: Ассоциация менеджеров, 2003 - 100 с.
8. Социальная ответственность бизнеса: актуальная повестка/ Под ред. С.Е. Литовченко, М.И. Корсакова - М.: Ассоциация менеджеров, 2003 - 208 с.

### THE INNOVATION PROCESS MANAGEMENT

Djurabaev K.T, Vakorin M.P., Barisheva G.A.

The article is devoted to the problem field description forming at the modern enterprise development process. There are detected long-term areas of the innovation process analysis.

*Джурабаев Кахраман Турсунович - доктор экономических наук, профессор, директор Научно-образовательного центра экономики и инновационного менеджмента ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Основное направление научных исследований – развитие методов организации производства и управления современными предприятиями. Опубликовано более 250 научных работ*

*Вакорин Михаил Павлович - кандидат экономических наук, доцент кафедры Менеджмент ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск. Основное направление научных исследований – развитие методов организации производства и управления современными предприятиями. Опубликовано 14 научных работ.*

*Барышева Галина Анзельмовна - доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой Экономики ФГБОУ ВПО Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск. Основное направление научных исследований – интеллектуальная собственность и инновационный рынок; инновационная инфраструктура. Опубликовано более 100 научных работ.*

УДК 338

### ВОЗДЕЙСТВИЕ ВАЛЮТНОГО РИСКА В ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

О.С. Елкина

**Аннотация.** В статье поднимется вопрос о необходимости учета влияния валютного риска при анализе эффективности предпринимательской деятельности. Рассматриваются проблемы оценки инвестиций, эффективности финансовых инструментов, коммерческой деятельности в условиях международной деятельности, и делается вывод о необходимости включения в оценку эффективности коммерческих сделок дополнительного фактора, связанного с учетом воздействия валютного риска.

**Ключевые слова:** валютный риск, оценка коммерческой деятельности, оценка инвестиционного риска, оценка финансовых инструментов

#### Введение

Нейтрализация воздействия валютных рисков на коммерческие операции – это стандартная проблема, возникающая при управлении внешнеэкономической деятельностью. Валютный рынок является синтезом всех аспектов мировой экономики, соединенной в единую глобальную систему, что определяет сложность и многочисленные проблемы этого рынка. Значимость валютных отношений определяется их влиянием на мировые рынки, интеракциями с международной торговлей, инвестициями и денежно-кредитными отношениями.

Обменный курс существенно влияет на коммерческие отношения, поскольку является механизмом оценки, затрагивающим каждую международную сделку. Воздействия колебаний валютного курса могут сказаться на результатах экономической деятельности, что в условиях нестабильности рыночной среды может привести к катастрофическим последствиям для хозяйствующего субъекта.

Пока валютный рынок остается средой обмена для коммерческих сделок, колебания этого рынка относительно валютной ценности и оценка эффективности деятельности под влиянием валютного риска, будет привлекать внимание экспортеров и импортеров, банков, игроков валютной биржи и т.д.

#### Актуализация проблем

Валюта находится под воздействием колебаний обменного курса в той степени, в которой это необходимо для реализации сделки на внешних рынках. Чем большие объемы иностранной валюты обмени-

ваются для сделок на данном рынке, тем большее воздействие оказывается на обменные курсы.

Коммерческие операции, проводимые международной торговлей подвержены воздействию колебаниям валютного обмена пропорционально их общему объему в сделке. Чем больше амплитуда межвалютных обменов относительно совокупности сделок, тем больше бизнес подвергается воздействию колебаниям валютного курса.

Данный подход к оценке коммерческих операций получил распространение лишь в последнее время. Типичным поведением менеджера при осуществлении внешнеэкономической деятельности, связанной с валютными расчетами является выбор наиболее эффективного метода хеджирования (страхования валютных сделок от валютных рисков), что привело к тенденциям отвлечения внимания от оценки коммерческой деятельности и оценки влияния на эффективность выпуска единицы продукции с учетом влияния валютного воздействия.

Если вспомнить о том, что валютные угрозы растут пропорционально совокупности сделок, то наибольшее внимание управления должно быть нацелено на продукты находящиеся под воздействием риска изменения обменного курса.

#### Проблемы оценки коммерческой деятельности

Оценка коммерческой деятельности в условиях глобальной экономики требует изменения исследовательских подходов и перехода к методам, базирующимся на многостороннем анализе сделок. Предприятие, работающие на одном рынке с одной

валютой сделки может быть оценено в операционной валюте (той, в которой осуществляется сделка, валюта контракта), в то время как то предприятие, которое участвует на многих международных рынках с привлечением нескольких валют, требует более сложного анализа.

Положения традиционного бухгалтерского учета требуют, чтобы финансовые активы, выраженные в иностранной валюте были переведены по установленному обменному курсу, действовавшему на определенную дату, из операционной валюты (той, в которой осуществлялась сделка) в национальную (базовую) валюту. Несмотря на потребность объединять (консолидировать) финансовые результаты в национальной валюте, прямой перевод активов по текущему обменному курсу продолжает скрывать операционные результаты, поскольку стоимость валюты, а следовательно и активов колеблется от периода к периоду. В результате этих колебаний валютного курса и его непостоянности, сравнение активов за несколько отчетных периодов становится невозможным в результате привязки финансовых результатов к базовой валюте.

Противоречие между правилами бухгалтерского учета отражающего мультивалютные операции по курсу, действовавшему в прошлом, и потребностью коммерческой организации в экономической оценке операции, когда она должна быть определена в операционной валюте является фундаментальным аргументом для изменения исторически сложившихся методов оценки валютных операций. Решение этой проблемы в условиях глобализации экономики, является весьма актуальным, поскольку существует необходимость перевода операционных результатов от сделок, совершенных в нескольких валютах, в целях консолидации в единую базовую (национальную) валюту.

Задача оценки работы при использовании многих валют выходит сегодня за рамки только финансовой бухгалтерской практики. Один из подходов заключается в том, чтобы отделить оценку операционных результатов от их консолидации (объединения). Процесс оценки работы предприятия при мультивалютных операциях развивается, поскольку операции на внешнем рынке проходят через процесс от инвестиций капитала до коммерческого операционного цикла. Продолжающиеся бизнес операции оцениваются в операционной валюте, консолидированные результаты – в базовой валюте, в то время как возврат капитальных инвестиций – в инвестиционной валюте. Все эти оценки не в состоянии учесть фактическое воздействие колебаний валютного курса на деловую активность проявляющуюся между рынками, использующими различные валюты.

Когда предприятие импортирует сырье и комплектующие с внешних рынков, эти процессы подвергаются валютным переценкам между периодом времени, когда товары заказываются и когда происходит оплата. Экспорт на третьи рынки находится под влиянием сделок, в результате которых цены предприятия определяются в третьих валютах; даже если продукт оценен в операционной валюте (валюте контракта), требования экспорта приводят к необ-

ходимости оценки товара в валюте экспортера. Таким образом, сделки подвергаются валютному риску и при импорте, и при экспорте, что напрямую сказывается на уровне деловой активности через величину объемов продаж, доходов, издержек производства. И тогда практическим вопросом становится нахождение соответствующих средств и методов, которые позволили бы адекватно интерпретировать перевод стоимости бизнес продукта и его доходности, при реализации или приобретении на внешнем рынке, на котором осуществляется торговля.

В глобальной экономике, когда предприятие осуществляет многократные международные операции на различных рынках, валютное воздействие на сделки по одним операциям может существенно отличаться от валютного воздействия на операции по другим сделкам в рамках одного и того же предприятия. При этом, все сделки осуществленные на международном рынке и подверженные валютному воздействию, подвержены консолидации на основе национальной валюты самого предприятия. Консолидация осуществляется на основе курса национальной валюты, действовавшего на момент совершения операции, что наглядно иллюстрирует проблемы правильной оценки общего валютного воздействия.

### **Проблемы оценки инвестиционного риска**

Капиталовложения на внешнем рынке зависят в значительной степени от ожидаемого уровня возврата инвестиций измеренных относительно инвестиционной валюты. Средний ожидаемый уровень возврата инвестиций складывается почти полностью из объема инвестиционного проекта, четко оцененных расходов и результирующего денежного потока в операционной валюте. Эти инвестиционные проекты затем переводятся в инвестиционную валюту для сравнения возможностей капиталовложений на эквивалентном, сопоставимом основании. В результате инвестиционные решения почти всегда полностью подвергаются воздействию валютного риска.

Подверженность сделок валютному риску дает совершенно различную эффективность инвестиций. В дополнение к обычным экономическим рискам, которые присутствуют в пределах определенного внешнего рынка, появляется транзакционный риск (риске реальных потерь или упущенной выгоды из-за изменения валютного курса между датами заключения сделки и проведения расчетов по ней) сделок между рынками, который влияет на инвестиционные решения.

Подверженность сделок по инвестициям капитала валютному риску связана с действием двух основных факторов:

- изменением курса обмена валюты между временем, когда принимается инвестиционное решение и временем, когда инвестиционная валюта конвертирована в операционную валюту;
- изменением курса обмена валюты при переводе дивидендов, которые конвертируются из операционной валюты в базовую инвестиционную валюту, охватывающим неопределенный период времени.

Когда принято решение по долгосрочному присутствию на рынке, управление обменными рисками

должно фокусироваться на валютном трансляционном риске (риске потерь при пересчете статей баланса выраженных в иностранной валюте в национальную валюту), основанном на транзакционном риске (риске реальных потерь или упущенной выгоды из-за изменения валютного курса между датами заключения сделки и проведения расчетов по ней).

Оценивая инвестиционный риск, необходимо учитывать неотъемлемые экономические факторы (уровень роста рынка, ценовые тенденции, технологическое развитие, продуктовая конкуренция) характеризующие местный рынок, а также риск связанный с колебаниями обменного курса в течении периода от времени принятия решения об ассигновании до дисконтированного дивидендного потока.

**Проблемы оценки финансовых инструментов.** Движение капитала между мировыми финансовыми рынками – объект тех же валютных транзакционных рисков, как и коммерческие операции.

Доход, полученный от инвестиционных инструментов, проданных на внешнем финансовом рынке измеряется с позиций базовой (национальной) валюты платежа, в которой работают индивидуальные инвесторы. Расхождения в оценке портфеля происходит когда обменный курс между рыночной валютой (валюта продажи ценной бумаги) и базовой валютой перемещается в другом направлении, чем цены на ценные бумаги национального финансового рынка ценных бумаг.

Инвесторы измеряющие доход в базовой валюте отличной от рыночной валюты сталкиваются с двумя проблемами, касающихся их инвестиционных позиций:

- конверсия цены на финансовый инструмент с рыночной валюты на базовую валюту;
- дивиденды и процентный доход конвертируемый с рыночной валюты на базовую валюту.

В некоторых случаях, однако, валютный транзакционный риск характеризуется другими особенностями. Это касается обыкновенных акций, проданных на финансовом рынке номинированных в рыночной валюте отличной от базовой (национальной) валюты, для формирования основных активов.

Большое количество публично проданных обыкновенных акций проходят процедуры листинга на финансовых рынках всего земного шара, где они были проданы каждый раз в соответствующей рыночной валюте. Финансовый рынок с огромными торговыми оборотами по обычным акциям в общем определяет базовую продажную стоимость выпущенных ценных бумаг; торговля ценными бумагами в этом случае осуществляется на основе прямой конверсии по преобладающему обменному курсу других рынков. В таких случаях, индивидуальные инвесторы подвергаются транзакционным рискам без включения во межвалютные сделки.

Организации, выпускающие ценные бумаги на внешний финансовый рынок в рыночной валюте отличной от базовой валюты выпуска, могут быть обеспечены или не обеспечены активами, расположенными на внешних рынках и имеющими ту же оценку, что и выпущенные обыкновенные акции. Разницы между рынком капитализации и базисной

оценкой обыкновенных акций возникают того, года международные активы, имеющие отношение к акции увеличивают свою оценку или обесцениваются.

Базовая оценка обыкновенных акций таким образом, подчинена воздействию внутри валютным транзакционным рискам, касающимся:

- чувствительности к обменному риску в отношении внутреннего денежного потока эмитирующей организации;

- корреляцией спроса на продукцию эмитирующей организации от сделок на мировом рынке.

Поскольку валютный риск увеличивается, риск изменения цен так же увеличивается. Невозможно идентифицировать цену безопасной сделки в качестве корзины фундаментальной стоимости акции. (Кто торговал бы по курсу ценных бумаг: 15 долларов + 1000 иен +5 фунтов стерлингов)? Какая коммерческая организация перевела бы дивиденды в подобных пропорциях?). Очевидно, что инвестор принимает на себя риск валютного воздействия.

**Заключение.** Экономические факторы риска являются специфичными для индивидуальных рынков, валютный же риск проявляется при обменах, осуществляемыми между рынками. Объем и величина межвалютных сделок делают эту проблему актуальной на мировом рынке. Таким образом, мы понимаем, что кроме традиционных экономических переменных в оценку эффективности коммерческих сделок необходимо подключается дополнительный фактор, связанный с воздействием валютного риска.

### INFLUENCE OF THE CURRENCY RISK IN BUSINESS ACTIVITY

O.S. Elkina

In clause the question on necessity of the account of influence of currency risk will rise at the analysis of efficiency of enterprise activity. Problems of an estimation of investments, efficiency of financial tools, commercial activity in conditions of the international activity are considered, and the conclusion about necessity of inclusion for an estimation of efficiency of commercial transactions of the additional factor connected in view of influence of currency risk is done.

*Елкина Ольга Сергеевна - доктор экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учет и аудит» Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского. Общее количество опубликованных работ: 87*

УДК 656.07

## ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

И. В. Катунина

**Аннотация.** В статье проводится анализ текущего состояния и перспектив инновационного развития предприятий железнодорожного транспорта, представлен синергетический механизм развития инновационно-инвестиционной деятельности в условиях стратегических изменений в транспортной системе.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, инновационно-инвестиционная деятельность, железнодорожный транспорт, инновации.

Переход на инновационный путь развития национальной экономики требует качественного изменения в подходе к методологии и практике управления развитием, актуализируя потребности в инновационном типе развития отечественных предприятий, предполагающем динамизм и структурные преобразования на уровне отраслей, регионов, территориально-производственных комплексов, а также соответствующие изменения в системе измерения и регулирования инновационной активности хозяйствующих субъектов. В национальной транспортной системе ключевая роль принадлежит железнодорожному транспорту, обеспечивающему более 40% грузооборота и свыше 35% пассажирооборота в транспортной системе страны (85% грузооборота без учета трубопроводов). Это предопределяет особую актуальность исследования проблем и перспектив инновационного развития предприятий железнодорожного транспорта в условиях трансформации российской экономики в инновационную.

В последние годы вопросы инновационного развития предприятий железнодорожного транспорта, институционального и инвестиционного обеспечения развития формируют круг интересов значительного числа исследователей. Продолжающиеся процессы корпоративной трансформации на железнодорожном транспорте ставят перед транспортными компаниями задачи гибкого реагирования на изменения рыночной среды, возрастающие требования потребителей к качеству предоставляемых услуг в условиях комплексного освоения инноваций. Проблемы развития отрасли нашли свое отражение в трудах ученых, занимающихся фундаментальными вопросами экономики железнодорожного транспорта – А. П. Абрамова, В. Г. Галабурды, Н. Н. Громова, Б. М. Лапидуса, В. Н. Лившица, Д. А. Мачерета, Н. П. Терешинной, А. М. Шульги и других. Междисциплинарность данного направления вызвала интерес не только экономистов и управленцев, занимающихся проблемами развития транспортных комплексов и их инвестиционного обеспечения, но и ученых и практиков других

областей. Несмотря на наличие значительного числа методологических подходов, школ и концепций стратегического управления на транспорте, а также активного освоения руководителями ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») технологий инновационного, информационного и проектного менеджмента, менеджмента качества, активизацию исследований в области управления знаниями и попытки создания обучающейся организации (Корпоративный университет), топ-менеджмент сталкивается со значительными трудностями при реализации задач стратегических изменений в отрасли.

Отмеченные обстоятельства обусловили актуальность исследования и проектирования инновационного развития предприятий железнодорожного транспорта, формирования и развития особой среды, способствующей инновационной активности и формированию инновационного потенциала железнодорожного транспорта, адекватных современным вызовам инновационной экономики.

Ориентация национальной экономики на инновационный тип развития потребовали уточнения приоритетов и выработки стратегии развития всей экономической инфраструктуры, в том числе транспортной системы страны. В силу того, что в современных условиях экономической глобализации роль транспорта в системе мировой и национальной экономик значительно возрастает, что выражается в увеличении степени взаимовлияния развития транспорта и макроэкономического развития, развития других отраслей, транспорт должен развиваться с опережением тех отраслей, которые он обслуживает. Курс на опережающее развитие означает не просто наращивание пропускных и провозных возможностей отдельных видов транспорта, но применение принципов интеграции транспортных и производственных технологий, использование современных инновационных управленческих систем и методологий.

Рассмотрим состав и структуру предприятий железнодорожного транспорта в целях оценки текущего состояния и перспектив их инновационного

развития. В настоящее время можно выделить три группы компаний:

1) компании холдинга ОАО «РЖД», в числе которых более 130 дочерних и зависимых обществ, осуществляющих свою деятельность в различных секторах экономики. При этом степень влияния обществ, входящих в холдинг, на общий уровень инновационного развития холдинга различна;

2) независимые или условно независимые от ОАО «РЖД» операторы, владеющие как собственной инфраструктурой (железнодорожные пути, сигнальная аппаратура и т. д.), так и парком вагонов. В числе крупнейших компаний - ОАО «АК» «Железные дороги Якутии», ОАО «Ямальская железнодорожная компания», ОАО «Норильская горная компания», ОАО «Золотое звено», ООО «Газпромтранс»;

3) частные (независимые) операторы, владеющие собственным подвижным составом, при этом используя инфраструктуру и услуги локомотивной тяги ОАО «РЖД» (ряд компаний владеют собственными локомотивами): «Независимая транспортная компания», «Дальневосточная транспортная группа» (ДВТГ), группа Globaltrans (в состав которой входят «Новая перевозочная компания» и «БалтТрансСервис»).

Целевые ориентиры и формы инновационного развития указанных компаний определяются Транспортной стратегией Российской Федерации, Стратегией развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года, а также Долгосрочной программой развития железнодорожного транспорта, направленной на реализацию Стратегии. В числе основных направлений Долгосрочной программы развития отмечены следующие [4, 5]:

– дальнейшее структурное реформирование железнодорожного транспорта с целью формирования эффективной системы экономических отношений между участниками рынка железнодорожных транспортных услуг;

– обеспечение безопасности на объектах железнодорожного транспорта;

– совершенствование системы государственного регулирования тарифов на железнодорожном транспорте;

– развитие научных исследований в области железнодорожного транспорта, в том числе финансируемых за счет средств ОАО «РЖД»;

– модернизация и развитие инфраструктуры для ликвидации ограничений и «узких мест» в пропускной способности сети железных дорог, расширение сети железных дорог, реконструкция и строительство новых искусственных сооружений (тоннелей и мостов);

– развитие скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения, а также тяжеловесного движения;

– обновление железнодорожного подвижного состава, развитие промышленного комплекса, поставляющего продукцию для железнодорожного транспорта, создание высокотехнологичных и наукоемких образцов железнодорожной техники;

– формирование рынка логистических услуг на основе создания сбалансированной терминально-складской сети, внедрения современных логистических технологий управления перевозочным процессом, повышение качества транспортно-логистических услуг, развитие таможенно-брокерской деятельности;

– развитие международной деятельности, в том числе развитие международных транспортных коридоров, углубление сотрудничества с крупнейшими международными транспортными компаниями, участие в международных организациях и в инфраструктурных проектах зарубежных стран, повышение эффективности функционирования железнодорожных пограничных переходов;

– развитие человеческих ресурсов в сфере железнодорожного транспорта.

В основе отмеченных направлений лежит инновационная направленность стратегии и тактики развития железнодорожного транспорта в рамках смешанного естественно-монопольного, рыночного и переходного механизма. Реализация таких широкомасштабных задач требует решения ряда крупных научно-технических проблем, обеспечивающих технологический фундамент отрасли, соответственно вопросы инновационного развития железнодорожного транспорта актуализированы на всех уровнях государственно-частного партнерства на транспорте.

Несмотря на продолжающиеся структурные преобразования развитый конкурентный рынок железнодорожных перевозок, создание которого рассматривалось в качестве результата второго этапа структурной реформы железнодорожного транспорта (2006-10 гг.), в настоящее время отсутствует. Конкуренция в грузовых перевозках затронула только услуги по предоставлению вагонов операторскими компаниями, перевозчик же остался один – ОАО «РЖД». Кроме того, дочерние операторы контролируют около половины рынка. Так, в настоящее время на рынке грузовых железнодорожных перевозок работает более 1850 компаний, из которых только 17 собственников имеют более 5 тысяч вагонов [2].

Таким образом, в сложившейся ситуации отмеченные выше направления инновационного развития реализуются главным образом в рамках холдинга ОАО «РЖД». И определенные результаты достигнуты. В частности, Стратегии инновационного развития ОАО «РЖД» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД») отмечается, что в компании сформирована система инновационного менеджмента, обеспечивающего полный цикл внедрения инновационных проектов – от определения стратегических направлений и целевых параметров развития до получения новых продуктов и оценки их результативности, а также внедрена корпоративная система управления инновационной деятельностью, осуществляется единая техническая политика, определены показатели инновационного развития, которые используются в качестве ключевых показателей

эффективности для менеджеров различного уровня [6].

Вместе с тем, отметим факторы, сдерживающие инновационное развитие ОАО «РЖД».

Во-первых, высокий износ основных фондов компании и значительное количество устаревшего оборудования обуславливают отставание в техническом развитии по сравнению с железными дорогами США и ряда стран Европы. В соответствии со Стратегией развития железнодорожного транспорта до 2030 года на период 2008-2015 годов объем необходимых инвестиций на модернизацию и развитие железнодорожного транспорта общего пользования составляет 4165 млрд. рублей (по обим вариантам развития). Фактический объем, направляемый на собственные проекты ОАО «РЖД», не превышал за период 2008-2010 годов 50% от указанных объемов. Усугубляет ситуацию недостаточный уровень рентабельности деятельности компании, вызванный необходимостью выполнения условий «публичности» железнодорожных перевозок, социальных, оборонных и иных требований, жестким тарифным регулированием, низкой диверсификацией бизнеса (высокой зависимостью от грузовых перевозок).

Во-вторых, территориальные диспропорции в развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта, транспортной обеспеченности регионов и развития пропускных способностей железнодорожных линий, неразвитость системы предоставления востребованных дополнительных услуг по многим видам бизнеса негативно влияют на поддержание и увеличение доли транспортного рынка как на национальной рынке, так в развитии и расширении своего присутствия за рубежом. В этой связи, отмечаемые отечественными исследователями такие явления как несоответствие структуры вагонного парка изменениям структуры грузопотока в условиях роста доли высокотехнологичных грузов и контейнерных перевозок при одновременном снижении доли перевозок необработанного сырья, а также несоответствие уровня развития железнодорожной инфраструктуры, международных транспортных коридоров изменениям направлений и интенсивности грузопотоков значительно обостряют риск снижения конкурентоспособности железнодорожного транспорта вследствие технического и технологического отставания от других видов транспорта и от мирового уровня развития транспортных систем.

В-третьих, система управления инновационной деятельностью железнодорожного транспорта в условиях интегрированной компании с единым юридическим лицом потребовала разработки механизма, обеспечивающего сочетание вертикально-интегрированного бюджетирования издержек железных дорог и мотивированной системы управления инновационным развитием предприятий с учетом региональных особенностей филиалов - структурных подразделений ОАО «РЖД». В результате система управления

инновационной деятельностью железнодорожного транспорта стала избыточно сложной и дорогостоящей, с дублированием функций на всех уровнях. Попытка территориального закрепления «зон ответственности» в области управления инновационной деятельностью за провинциальными отраслевыми вузами и филиалами – структурными подразделениями ОАО «РЖД», с одной стороны, частично решает проблему дублирования, но с другой стороны, приводит к усилению конкуренции и внутреннему «каннибализму» инновационных проектов, предлагаемых отраслевыми вузами и научно-исследовательскими центрами. Данные обстоятельства способствуют увеличению угрозы срыва реализации отдельных наиболее сложных железнодорожных проектов вследствие недостатка инновационных разработок и «прорывных» научно-технических решений.

Вместе с тем инновационная активность отрасли обеспечивается не только и не столько наукой, сколько состоянием ее инженерной системы, которая осуществляет разработку инноваций, обеспечивает быстрое обновление и качественное совершенствование материально-технической базы, повышение ее научного и технического потенциала. Важной проблемой, требующей своего актуального решения, является создание институциональных условий для развития инновационной деятельности компаний, формирование культуры инновационного мышления и компетенций специалистов, способных обеспечить динамичный рост и инновационное развитие предприятий отрасли.

Отмеченные обстоятельства обуславливают поиск таких механизмов и структур, которые, с одной стороны, способствовали бы повышению инвестиционной привлекательности железнодорожного транспорта, а с другой стороны, создавали условия для непрерывного генерирования и диффузии инноваций в отрасли, вовлекая в процессы инновационного развития значительное число участников. Учитывая стратегический характер развития железнодорожного транспорта для национальной экономики, обороноспособности и безопасности страны, такой механизм должен быть реализован в системе государственно-частного партнерства в сфере инновационного развития железнодорожного транспорта.

Таким образом, по мнению автора, важной предпосылкой инновационного развития выступает формирование системы инновационно-инвестиционной деятельности, в рамках которой на принципах самоорганизации обеспечивается интеграция инновационной сферы с инфраструктурой железнодорожного транспорта. Такая внутрисистемная интеграция опирается на инновационно-инвестиционную, горизонтально-вертикальную, сетевую инфраструктурную интеграцию, сетевую электронную интеграцию, интеграцию различных сфер и видов деятельности предприятий железнодорожного транспорта.

Предлагаемая автором форма реализации системы инновационно-инвестиционной деятельности

опирается на развиваемую автором системно-синергетическую концепцию организационного развития [1], раскрывающую содержание и механизм развития открытых самоорганизующихся социально-экономических систем, к числу которой можно отнести и представленную в настоящей статье систему инновационно-инвестиционной деятельности предприятий железнодорожного транспорта.

Рассмотрим синергетический механизм развития инновационно-инвестиционной деятельности. Рост платежеспособного спроса на инновации в сфере железнодорожного транспорта вызывает рост инвестиционной активности как предприятий железнодорожного транспорта, так и предприятий инновационной сферы, что выражается в приросте инвестиций в инновации и интеллектуальный капитал. В свою очередь, отмеченные процессы вызывают расширение производства инноваций, усиливают процессы диффузии инноваций, что в ходе удовлетворения спроса на инновации приводит к увеличению рентабельности, инвестиционной привлекательности, удовлетворенности потребителей, и, как результат, к росту объема совокупного дохода страны. Повышение доходов стимулирует ученых, изобретателей и других специалистов, занятых в инновационной сфере к накоплению собственного интеллектуального капитала. Рост накоплений интеллектуального капитала стимулирует спрос на инновации как инструмент для ускоренного и более качественного накопления интеллектуального капитала. При этом возрастающая конкуренция инноваций активизирует инновационно-инвестиционный процесс, непрерывно генерирующий инновации. Инвестиции в интеллектуальный капитал обеспечивают существенно большую долю в общем росте экономических выгод всех участников инновационно-инвестиционной деятельности, что, в свою очередь, сопровождается ростом накоплений интеллектуального капитала во всех формах, более интенсивным формированием инвестиционного спроса на инновации под воздействием фактора интеллектуального капитала и существенно большими дополнительными возможностями для инвестирования в инновационное развитие железнодорожного транспорта. Замкнутость представленного цикла обеспечивает отсутствие равновесия в системе управления инновационно-инвестиционной деятельностью предприятий железнодорожного транспорта, что приводит к переходу на количественно и качественно более высокий уровень инновационного развития всей системы.

Представленные рассуждения можно выразить в виде следующей модели.

В процессе развития система инновационно-инвестиционной деятельности проходит  $N$  фазовых переходов первого рода, в рамках каждого из которых осуществляется серия фазовых переходов второго рода. В фазовом переходе первого рода происходит скачкообразное изменение экстенсивных (аддитивных) переменных системы:

полнота реализуемых функций, расходы на осуществление инновационно-инвестиционной деятельности и др. При этом под скачкообразным изменением имеется в виду не временной скачок, а скачкообразное изменение экстенсивных переменных системы инновационно-инвестиционной деятельности при изменении внешних факторов (например, институционального давления). Эти изменения связаны с качественными структурными переходами, которые вызваны стремлением упорядочить и стабилизировать систему, уменьшить разрывы между ее элементами. Суть подобных изменений состоит в необходимости обеспечения синергетического эффекта взаимосвязи элементов инновационно-инвестиционной деятельности, их внутренней непротиворечивости и упорядоченности, а также соответствия целям и потребностям ориентированного на инновационное развитие предприятия. Изменение, вызванное необходимостью решения проблемы разрыва первого рода, всегда происходит с определенной скоростью, а значит, что для того, чтобы «покрыть» весь разрыв требуется некоторое время. В течение этого времени фазовый переход происходит не сразу во всей системе, а постепенно. Фазовые переходы второго рода, происходящие с изменением симметрии системы и параметров порядка, связаны с потенциалом системы инновационно-инвестиционной деятельности. Разрыв, возникающий между существующим потенциалом системы, ее ориентированностью на развитие и уровнем неопределенности внешней среды, является движущей силой построения системы инновационно-инвестиционной деятельности как ключевой компетенции предприятия. Изменения второго типа связаны с появлением новой функции в системе и приводят к количественному росту функций в системе. Например, разработка и внедрение новых форм инновационной активности. Изменения второго типа resultируются в образовании новых или реформировании существующих социальных структур. Таким образом, изменения первого и второго типов являются «строительными блоками» системы инновационно-инвестиционной деятельности, совместно обеспечивающими количественный и структурный рост системы. Фазовый переход первого рода «отвечает» за выращивание новых структур, обеспечивающих выполнение новых функций, к образованию которых приводит фазовый переход второго рода.

Тогда процесс инновационно-инвестиционной деятельности может быть представлен в виде следующей системы уравнений (1), учитывающей наложение изменений обоих типов, а также зависимость изменений от принятой в организации стратегии развития и уровня динамики внешней и внутриорганизационной среды:

$$\begin{aligned} &\Phi_1 \rightarrow \Phi_2 \rightarrow \dots \rightarrow \Phi_N, \\ &\Delta(\Phi_{i+1} - \Phi_i) \rightarrow 0, \\ &\Phi_i \rightarrow \Phi_{i+1} = \{\Phi_{i1} \rightarrow \Phi_{i2} \rightarrow \dots \rightarrow \Phi_{im}\}, \quad (1) \\ &\Phi_{ij} = f(\eta_j; S; C), \\ &\eta_j = f(\Phi_{ij-1}; S; C). \end{aligned}$$

где  $\Phi_i$ ,  $\Phi_{ij}$  – фазовые переходы, соответственно, первого и второго рода;  $\eta_j$  – величина разрыва второго рода;  $S$  – стратегия развития организации;  $C$  – уровень динамики внешней и внутриорганизационной среды.

Таким образом, инновационный процесс носит рекурсивный циклический характер, производит и воспроизводит себя в продолжающейся совместной деятельности всех заинтересованных сторон. Управление инновационным развитием основывается на соединении вмешательства субъекта управления с сущностью внутренних тенденций развивающейся системы, обеспечивая создания среды, «запускающей» самоорганизацию в системе. По мнению автора, для реализации предложенной модели необходимы следующие условия:

– наличие развитой методологии управления инновационным развитием, в том числе должны быть четко сформулированы общие и частные методологические принципы управления инновационно-инвестиционной деятельностью, учитывающие интересы всех заинтересованных сторон (государства, ОАО «РЖД» и других предприятий железнодорожного транспорта, потребителей), а также разработан и актуализирован методический инструментарий управления инвестициями и инновациями на железнодорожном транспорте, учитывающий приоритетные направления инновационного развития экономики страны и национальной транспортной системы;

– формирование механизма взаимосвязи и взаимодействия системы управления предприятиями железнодорожного транспорта с рынком инноваций, инвестиционным и финансовым рынками, рынком транспортных услуг;

– формирование системы управления инновационно-инвестиционной деятельностью для комплексного развития и реализации инновационно-инвестиционного потенциала. Такая система управления должна включать в себя совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих входящих подсистем: инновационную систему; систему формирования инвестиционной привлекательности объектов инновационного инвестирования; систему управления портфелем инновационных проектов и программ; сетевую инфраструктуру инновационно-инвестиционной деятельности; систему государственно-частного партнерства в сфере регулирования инновационно-инвестиционной деятельности. Взаимодействие отмеченных подсистем выступает основой организационно-институционального механизма активизации и

развития инновационно-инвестиционного потенциала, инновационно-инвестиционной и рыночной инфраструктуры, рыночных инструментов, обеспечивающих возможность коммерциализации инноваций. Формирование такой системы призвано обеспечить создание условий для непрерывного генерирования и диффузии инноваций, формирования синергетического механизма мультипликативного процесса развития инноваций. Подведем итоги. Переход национальной экономики на инновационный путь развития, продолжающиеся процессы корпоративной трансформации на железнодорожном транспорте актуализируют проблему инновационного развития. Важнейшей предпосылкой инновационного развития предприятий железнодорожного транспорта выступает формирование системы инновационно-инвестиционной деятельности, в рамках которой возможна реализация синергетического механизма развития в логике «спрос на инновации – инвестиции в интеллектуальный капитал – увеличение рентабельности транспорта вследствие применения инновационных технологий – накопление интеллектуального капитала – развитие конкуренции на рынке инноваций вследствие дополнительного спроса на инновации». В качестве необходимых условий для реализации такого механизма выступают наличие развитой методологии управления инновационным развитием, формирование механизма взаимосвязи и взаимодействия системы управления предприятиями железнодорожного транспорта с рынком инноваций, инвестиционным и финансовым рынками, рынком транспортных услуг, а также собственно формирование системы управления инновационно-инвестиционной деятельностью предприятий железнодорожного транспорта.

#### Библиографический список

1. Катунина И. В. Система управления человеческими ресурсами в организации, ориентированной на развитие. – М.: Информ-Знание, 2010.
2. Панченко А. Модель встанет на рельсы // Коммерсантъ-Online, 14.01.2011. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://kommersant.ru/doc/1568447>
3. Программа инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года. Электронный ресурс. Режим доступа: [http://doc.rzd.ru/ispv/public/doc?STRUCTURE\\_ID=704&layer\\_id=5104&refererLayerId=5103&id=5815](http://doc.rzd.ru/ispv/public/doc?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&refererLayerId=5103&id=5815)
4. Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 N 877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (вместе с «Планом мероприятий по реализации в 2008 - 2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года») Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 N 877-р «О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» (вместе с

«Планом мероприятий по реализации в 2008 - 2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года»).

5. Распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 N 1734-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации».

6. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД»). Электронный ресурс. Режим доступа: [http://doc.rzd.ru/isvp/public/doc?STRUCTURE\\_ID=704&layer\\_id=5104&refererLayerId=5103&id=4038](http://doc.rzd.ru/isvp/public/doc?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&refererLayerId=5103&id=4038)

### INNOVATION DEVELOPMENT OF RAILWAY COMPANIES IN STRATEGIC CHANGES CONTEXT

I.V. Katunina

In article present state and perspectives of innovation development of railway companies are analyzed, the synergy mechanism of innovation-investment activity in the context of strategic changes in transport system is given.

*Катунина Ирина Владимировна, доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры инновационного и проектного управления, Омского государственного университета им. Ф. М. Достоевского. Основное направление научных исследований: управление проектами и программами развития, методология управленческой деятельности. Общее количество публикаций: 74.*

УДК 338.47

## ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЗАКАЗА В СФЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

Е.Б. Лерман

**Аннотация.** Предложен новый подход при формировании и распределении муниципального заказа на городские пассажирские перевозки. Представлена авторская трактовка понятия сложности муниципального заказа. Определены факторы, влияющие на сложность и качество выполнения транспортного обслуживания населения города.

**Ключевые слова:** муниципальный заказ на городские транспортные услуги, конкурентная среда рынка пассажирских перевозок, участники транспортного процесса, маршрутная сложность, факторы оценки сложности.

### Введение

На современном этапе развития хозяйственного комплекса региона система городского пассажирского транспорта играет важную роль, являясь значимой социально-экономической сферой деятельности в выполнении всех видов передвижений населения в городе. Для реализации цели, стоящей перед системой городского пассажирского транспорта – полного, своевременного и качественного транспортного обслуживания пассажиров, необходимо в настоящее время последовательное решение целого комплекса задач, которые возникают под влиянием продолжающихся рыночных реформ в сфере городского пассажирского транспорта [1].

Особенности развития рынка услуг городского пассажирского транспорта в регионе во многом объясняются присутствием на рынке предприятий, различных форм собственности, с различными механизмами хозяйствования. С одной стороны, это обстоятельство обусловило возникновение рыночных отношений и конкуренции среди участников выпол-

нения транспортного процесса в объеме муниципального заказа города. С другой стороны, обострились проблемы организации и безопасности перевозок пассажиров, что отразилось на уровне качества транспортного обслуживания населения [2].

### Основная часть

В системе городских пассажирских перевозок появилась структура с новыми функциями организации, управления и регулирования транспортным процессом на федеральном и местном уровнях власти. Взаимодействие операторов рынка городских автобусных перевозок с обслуживающей инфраструктурой транспортного процесса позволяет определить особенность взаимоотношений между заказчиком и производителями транспортных услуг (рис. 1). Наличие конкуренции между муниципальными пассажирскими предприятиями и частными перевозчиками отражается на экономических показателях деятельности муниципальных предприятий. Изменение состава и структуры по видам перевозчиков на рынке городских транспортных услуг должно на-

ходить свое отражение при формировании муниципального заказа города с целью полного удовлетворения транспортных потребностей населения в перевозках.

Вместе с тем, продолжающееся развитие хозяйственных отношений в системе городского пассажирского транспорта дополнительно к ранее разработанным теоретическим и практическим рекомендациям требует создания, уточнения и внедрения новых решений в области формирования и распределения муниципального заказа с учетом сложности его выполнения.

Понятие «муниципальный заказ на городском пассажирском транспорте» можно рассматривать как заказ органов местного самоуправления на оказание транспортных услуг для удовлетворения потребностей населения с использованием бюджетных средств. Органы местного самоуправления организуют транспортное обслуживание населения на маршрутной сети города, выступают в качестве заказчика услуг по перевозке пассажиров муниципальными предприятиями, и предприятиями других форм собственности, а также осуществляют финансовую поддержку в работе на городских маршрутах. Муниципальный заказ распространяется на единую маршрутную сеть города, с распределением объема работ по перевозке пассажиров между участниками выполнения муниципального заказа с установлением уровня технико-эксплуатационных показателей работы подвижного состава.

Проведенные исследования маршрутной схемы города показали, что городские автобусные маршруты отличаются между собой по сложности условий работы подвижного состава. Полученные результаты сложности городских автобусных маршрутов должны найти свое отражение при формировании и распределении муниципального заказа на городские автобусные перевозки. Под сложностью выполнения муниципального заказа пассажирскими муниципальными предприятиями будем понимать обобщенную оценку сложности выполнения перевозочного процесса на маршрутах, закрепленных за предприятиями, которые работают в различных по составу ситуациях, формирующих особые условия выполнения объема муниципального заказа.

Важным условием исследования факторов, формирующих сложность выполнения муниципального заказа предприятиями на городских автобусных маршрутах, является системный подход к разработке и комплексному изучению групп факторов, определяющих особенность их взаимодействия и влияния на показатели выполнения муниципального заказа.

При изучении оценки сложности выполнения муниципального заказа пассажирскими автобусными предприятиями исследовались группы факторов, систематизированные по результатам проведенного экспертного опроса. В разработанные группы включены факторы уточняющие сложность и особенность выполнения показателей на маршрутах, закрепленных за предприятиями.

Сгруппированные факторы сложности муниципального заказа изучались на двух уровнях. Первый

уровень предполагает исследование основных причин, осложняющих выполнение плановых показателей муниципального заказа города. К первому уровню были отнесены следующие группы.

1. Присутствие на рынке транспортных услуг перевозчиков разных форм собственности. Эта группа формирует конкурентную среду рынка, дает возможность определить объем услуг по видам перевозчиков и позволяет сформировать доходную часть предприятий.

2. Организация транспортного процесса перевозок пассажиров в городе, предусматривает построение схемы движения городского транспорта на основе сформировавшегося пассажиропотока и пассажирооборота с необходимостью дифференциации всех городских автобусных маршрутов по группам сложности.

3. Производственные возможности предприятий рассматриваются в первую очередь с позиции технического состояния подвижного состава и производственно-технической базы предприятия.

4. Кадровый потенциал предприятия характеризуется показателями профессиональной пригодности, укомплектованности и текучести персонала.

Сформированный первый уровень показателей позволил определить направления дальнейшего изучения факторов, определяющих сложность выполнения муниципального заказа по перевозке пассажиров в городе.

На втором уровне исследования причин сложности выполнения муниципального заказа, была разработана полная классификация факторов уточняющих его выполнение в условиях интенсивного городского движения с учетом характерных особенностей технического состояния подвижного состава и уровня эксплуатационных показателей работы на городских маршрутах. Это позволило получить обобщенную оценку сложности выполняемого транспортного процесса в рамках муниципального заказа.

При анализе сложности выполнения муниципального заказа, с позиции выявления характерных особенностей выполнения перевозочного процесса, используется метод формализованного описания оценки сложности городских автобусных маршрутов. Предварительно изученные и систематизированные факторы, оказывающие влияние на оценку сложности плановых заданий по выполнению муниципального заказа, являлись исходными данными для дальнейших аналитических исследований.

Оценка сложности выполнения муниципального заказа носит комплексный характер изучения транспортного процесса. С одной стороны, необходимо оценить объем реально выполненной транспортной работы по перевозке пассажиров, а с другой стороны, необходимо учитывать оценку разной сложности условий работы подвижного состава на маршрутах, закрепленных за предприятием в объеме муниципального заказа. Расчет сложности городских автобусных маршрутов проводился в соответствии с алгоритмом (рис.2)

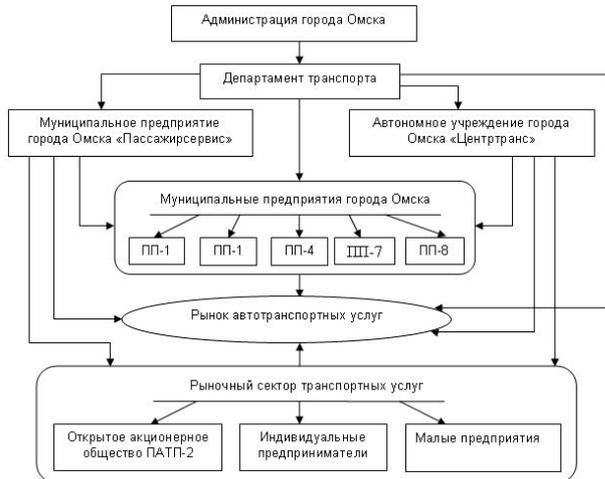


Рис. 1. Взаимодействие операторов рынка городских автобусных перевозок

Проведенные расчеты сложности городских автобусных маршрутов показали существенные отличия в условиях работы подвижного состава. В связи этим возникла необходимость дифференциации городских автобусных маршрутов по группам сложности (табл.1).

**Заключение**

Полученные результаты исследований рекомендуется использовать в практической деятельности при закреплении маршрутов за пассажирскими

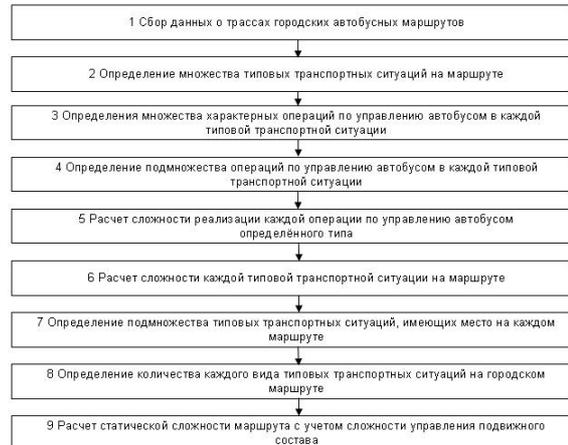


Рис. 2. Алгоритм расчета сложности городских автобусных маршрутов

скими предприятиями в рамках исполнения муниципального заказа. Применение данных исследования позволит оптимизировать распределение маршрутов между муниципальными пассажирскими предприятиями с учетом их общей маршрутной сложности и реально выполненных объемов транспортной работы. Реализация предлагаемого механизма формирования и распределения муниципального заказа отразится на экономических интересах хозяйствующих субъектов рынка городских пассажирских транспортных услуг.

Таблица 1 - Распределение автобусных маршрутов г. Омска по группам сложности

Группа сложности	1	2	3	4	5	6	7
Номер маршрута	30	66	74	65	72	18	64

**Библиографический список**

1. Улицкая, Н.М. Методические основы выбора механизмов хозяйственного использования объектов имущественного комплекса маршрутов городского общественного транспорта. [Текст] / Н.М. Улицкая // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). - 2009. - № 3. - С. 71-79.  
 2. Архипова, В.П. Предпосылки для маркетингового анализа при выборе технологии автоматизированных систем контроля проезда (АСКП) для развития городского пассажирского транспорта. [Текст] / В.П. Архипова // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). - 2007. - № 2. - С. 51-54.

**ESTIMATION OF COMPLEXITY OF PERFORMANCE OF THE MUNICIPAL ORDER IN SPHERE OF CITY PASSENGER TRANSPORT**

E.B. Lerman

The new approach is offered at formation and distribution of the municipal order to city passenger transportations. The author's interpretation of concept of complexity of the municipal order is presented. The factors influencing complexity and quality of performance of transport service of the population of a city are defined.

*Лерман Евгения Борисовна – аспирантка СиБАДИ. Основное направление научных исследований – изучение и пути решения основных проблем функционирования системы муниципальных пассажирских предприятий в регионе. Общее количество публикаций – 6*

## АКТУАЛЬНЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ: БАЗОВЫЕ АСПЕКТЫ И ОСОБЕННОСТИ

О.Л. Лямзин, И.Е. Никулина, Е.Е. Досуужева

**Аннотация.** В данной работе представлен краткий анализ некоторых национальных инновационных моделей, их оснований и особенностей. Проанализирована инновационная политика России. Предложены методы, основанные на зарубежных моделях ведения инновационной политики, ориентированные на совершенствование инновационной деятельности в России.

**Ключевые слова:** инновации, инновационные модели, инновационная активность, инновационная деятельность, перспективы развития инновационной экономики.

Национальные инновационные модели, являясь собой характерные для определенных стран, способны превращения идей в новые ценности, в значительной мере определяют и эффективность их экономик. В 2009 г. Дж. П. Эндрю, Э.С. Дэрорко и Э. Тэйлор составили рейтинг инновационных стран с учетом процента расходов на инновации от ВВП и численности населения страны [1]. По данным их исследования наиболее инновационными из крупных — по объему ВВП — стран являются Южная Корея, США, Япония, Швеция, Нидерланды, Канада, Великобритания, Германия, Франция и Австралия. Рассмотрим их экономические приоритеты и направления развития с точки зрения работы с инновациями.

В странах Скандинавии, таких как Норвегия и Финляндия, основными направлениями инновационной политики являются устойчивое повышение качества высшего и послевузовского образования, поддержка высокого уровня социальной значимости науки, а также активное инвестирование в развитие науки со стороны государства и частного сектора экономики [2].

Инновационная политика вышеназванных североамериканских и европейских стран фокусируется на финансировании научных исследований, заказанных государством и крупными промышленными предприятиями развития прикладной науки, системном подходе к инновациям, финансовом стимулировании малого бизнеса, работающего в инновационной сфере, а также привлечении иностранных абитуриентов, молодых специалистов и признанных ученых для работы в научной сфере. Соединенные Штаты Америки имеют высокую заинтересованность в развитии венчурного бизнеса, что отражается на их инновационной политике. Инновационная политика США, базирующаяся на «экономике знаний» имеет три основных направления [3]:

1. легализация различных видов инновационной деятельности;
2. регулирование патентного и авторского прав на открытия и изобретения;

3. формирование государственного фонда для финансовой поддержки новых инновационных компаний.

Одной из основных целей привлечения университетов к инновационной деятельности для США является претворение в жизнь и вывод на рынок теоретических разработок, осуществляемых научно-исследовательскими организациями. Зачастую малые инновационные предприятия, сотрудничающие с университетами, спонсируются фондом государственного рискованного капитала. В обмен на это государство ожидает, в долгосрочной перспективе, рост количества рабочих мест и финансовое возмещение затрат в виде налоговых отчислений. В настоящее время среди форм научно-производственной интеграции в США наибольшую популярность имеет так называемая модель «тройной спирали» [4, 5], в которой ведущую роль в триаде «наука-власть-бизнес» играют университеты, разрабатывающие новые идеи и государство всеми силами стимулирует инновационную деятельность в них.

Обратимся к инновационной политике Германии, как к одной из стран-членов Евросоюза. Основными ее направлениями являются [6] структуризация системы научно-исследовательской работы, создание законодательных и финансовых ориентиров для бизнеса в инновационной сфере и систематизация организаций, занимающихся инновационной деятельностью. При всем этом в Германии отсутствует четкая координация научно-производственной интеграции, государство лишь направляет в нужное русло научно-исследовательскую деятельность. Промышленные предприятия самостоятельно выбирают партнеров для решения крупных научно-производственных задач и основным мотивом для них при определении направления развития является конкуренция на международном рынке. На региональном уровне инновационная политика Германии реализуется посредством поддержки развивающихся инновационных предприятий, создания технопарков и разработки новых видов финансирования и типов кооперации организаций. Также в локальной инновационной политике страны большую роль играют

объединение предприятий и научно-исследовательских организаций с городскими органами власти, что позволяет научно-производственным структурам эффективнее решать процедурные вопросы и преодолевать бюрократические барьеры на местном уровне [7].

Среди азиатских стран вызывают интерес инновационные политики Китая, Южной Кореи и Японии. КНР — одна из немногих стран, которой удается удерживать высокие темпы роста ВВП, благодаря своим экономической и инновационной политикам [8]. Основой экономической политики Китая является долгосрочное планирование развития государства, обозначение конкретных целей и стабильное движение по пути к их осуществлению. Инновационная политика КНР заключается в ориентации на создание собственных инновационных решений, низкая стоимость инноваций за счет использования импортных технологий, целевое финансирование наиболее приоритетных научных областей, формирование инновационных сетей и высокотехнологичных зон, включающих в себя малые инновационные предприятия и институты, а также стимулирование возвращения китайских ученых, получивших образование за рубежом. Японская инновационная система характеризуется устойчивыми связями между производителями и их клиентами, высоким уровнем научно-производственной интеграции, большим количеством финансово самообеспечиваемых инновационных компаний и большим опытом конкуренции на глобальном рынке. Государственная инновационная политика ориентирована на поддержку малых инновационных предприятий, поскольку именно они способны развитию крупных промышленных предприятий Японии [9, 10]. Законодательная система Японии также содействует малым и средним инновационным предприятиям в плане законодательного регулирования их совместной работы, кредитования и легализации новых видов деятельности [11]. Кредитование организаций занимающихся инновационной деятельностью осуществляется как коммерческими банками, так и государством, однако, если величина обычной процентной ставки по кредиту обычно находится в районе 4-8%, то для малых инновационных предприятий она будет в два раза меньше в силу инновационной политики страны [7]. Также в Японии широко развита иерархическая система ведения бизнеса, когда часть работ крупного предприятия отдается средним, а те в свою очередь осуществляют сотрудничество с малыми инновационными предприятиями, в связи с чем, для защиты корпорации от банкротства, создаются страховые фонды, финансируемые организациями, состоящими в иерархической структуре.

Инновации способствуют не только долгосрочному росту экономики, они также оказывают значительное влияние на занятость населения путем формирования новых организаций, а с ними и дополнительных рабочих мест, развитие конкурентных преимуществ продукции, увеличение прибыли от ее реализации, а также позволяют эффективно применять новые материалы и технологии в производстве.

Россия в наши дни, к сожалению, не входит в число стран-лидеров в инновационной сфере и находится в начале своего инновационного пути. В 2010 году Минэкономразвития РФ был разработан проект «Инновационная Россия — 2020» [12]. Предполагается, что именно по этому сценарию будет проходить дальнейшее инновационное развитие страны. Модель национальной инновационной системы, предложенная в этом проекте, заключается в себе организацию и управление взаимодействием между научно-образовательным сектором, малым бизнесом и монопольными структурами, и по сути является укрупненным видом многоотраслевых интегрированных инновационных структур, которые, как один из типов научно-производственной интеграции организаций, призваны обеспечивать полную реализацию всех этапов инновационного процесса. Также при реализации проекта планируется разработка механизма технологических платформ для формирования единых ориентиров науки, бизнеса и государства, развитие инновационных кластеров и реформирование образовательной системы в целях развития компетенций инновационного общества необходимых для работы в условиях новой экономики.

Теоретически Россия может стать ведущей страной во многих наукоемких областях, таких как нанотехнологии, атомная энергетика, геномная инженерия, производство аэрокосмической техники, однако это потребует огромных затрат, на что на данный момент недостаточно бюджетных средств. Также в настоящее время зачастую происходит заимствование мировых технологий и для того, чтобы достичь передового уровня собственными усилиями понадобится мощная исследовательская база, решение проблемы «утечки мозгов» и активное стимулирование возвращения ученых на родину. Инновационному развитию государства во многом могут помочь зарубежные модели ведения инновационной политики. Необходимо повысить значимость образования и научной деятельности, увеличить уровень патриотизма в стране, разработать программу трудоустройства молодых специалистов, снизить уровень преступности и коррупции в государстве, стабилизировать межэтнические отношения, развить собственное промышленное производство продукции, уменьшить налоговую нагрузку для малого бизнеса, обеспечить население качественным бесплатным образованием и здравоохранением, способствовать улучшению экологической ситуации. Также для выполнения инновационной стратегии развития России требуется возродить элементы плановой экономики, с учетом современных традиций рынка, которая способствует поэтапному достижению намеченных целей. В целом реализация модели формирования национальной инновационной системы с учетом зарубежного опыта безусловно обеспечит прогрессивный рост глобальной конкурентоспособности путем перехода на новую инновационную базу, повышения благосостояния общества и социального уровня жизни и модернизацию экономики страны.

### Библиографический список

1. Andrew J.P., DeRocco E.S., Taylor A. The Innovation Imperative in Manufacturing: How the United States Can Restore Its Edge. National Association of Manufacturers. March 2009. URL: [www.bcg.com/documents/file15445.pdf](http://www.bcg.com/documents/file15445.pdf). (дата обращения: 11.03.2011).
2. Бурнаева Е. Финляндия: тенденции зарубежного инвестирования. *Мировая экономика и международные отношения*, № 7, Июль 2007, С. 30-39
3. Biegelbauer, P., Borrás, S. Innovation policies in Europe and the US: The new agenda, Burlington, VT, Ashgate Publ. Co., 325 pp.
4. Etzkowitz, H., Leydesdorf, L. The dynamics of innovation: from National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29, 2000, 109-123 pp.
5. Universities in the Global Knowledge Economy: A Triple Helix of University-Industry-Government Relations / ed. by Etzkowitz, H., and Leydesdorff L., — London: Cassell Academic, 1997.
6. Орлов Б.Е. Германия на пороге XXI века / Б.Е. Орлов // *Россия и современный мир*, 2000. — 1. — С. 64-77.
7. Об инновационной деятельности в различных странах // Аналитический вестник Федерального собрания - Парламент Российской Федерации. Государственная дума. Аналитическое управление // Серия: законодательное обеспечение, развития науки, образования, здравоохранения, культуры. Москва 2002. С. 24
8. Pao-Long Chang and Hsin-Yu Shih «The innovation systems of Taiwan and China: a comparative analysis». *Technovation*, Volume 24, Issue 7, July 2004, Pages 529-539.
9. Денисов Ю.Д. Япония фокусирует процесс информатизации / Ю.Д. Денисов // Японский опыт для российских реформ. - М., 2000. - Вып. 1. - С. 28-36.
10. Одегов Ю.Г., Маусов Н.К. Стратегия развития организации и управления персоналом / Ю.Г. Одегов, Н.К. Маусов // *Экономика России: теория и практика возрождения*: Межвуз. сб. науч. тр. — М., 2000. — Вып. 4. — С. 100-120.

11. Мураками М. Японская система управления наукой и техникой / М. Мураками // *Законодательство в научно-технической сфере в Российской Федерации и в странах Организации экономического содействия и развития (ОЭСР)*: [Материалы семинара, Москва, окт. 1995 г.]. — Париж, 1996. — С. 115-119.

12. *Инновационная Россия – 2020. (Стратегия инновационного развития Российской Федерации. на период до 2020 года)* Минэкономразвития России. Москва, 2010.

### CURRENT MODELS OF INNOVATION: BASIC ASPECTS AND FEATURES

O.L. Ljamzin, I.E. Nikulina, E.E. Dosugeva

This article is devoted to analysis of some national innovation systems, their fundamental aspects and features. Innovational policy of Russia is also analyzed. There were proposed the methods, oriented on innovation activity development.

*Лямзин Олег Леонидович - кандидат экономических наук, доцент, доцент каф. Теории рынка Новосибирского Государственного Технического Университета. Основное направление научных исследований – проблемы Стратегического менеджмента, Инновационных процессов, Инновационных интегрированных структур. Общее количество научных публикаций – 102.*

*Никулина Ирина Евгеньевна - доктор, проф. каф. Менеджмента Томского Политехнического Университета. Основное направление научных исследований – управление развитием региона; управление инновациями; управление финансами, управление вузом. Общее количество научных публикаций – более 120.*

*Досуужева Елена Евгеньевна - аспирант каф. Теории рынка НГТУ Новосибирского Государственного Технического Университета. Основное направление научных исследований – проблемы эффективности включения организаций в многоотраслевые интегрированные структуры. Общее количество научных публикаций – 7.*

УДК 658.075

## ПРОБЛЕМЫ СТАНОВЛЕНИЯ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО ИНТРАПРЕНЕРСТВА

А.Е. Миллер, В.Н. Крючков

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы становления и развития институционального интрапренерства. Предложена институциональная теория организации предприятий интрапренерского типа.

**Ключевые слова:** институциональное интрапренерство, институциональная теория, транзакционная концепция.

Институциональные изменения в экономике России высветили основные процессы становления предпринимательства и интрапренерства, развитие которых переросло в одну из острых проблем общественного развития. Назрела необходимость создания научно обоснованной концепции институционального интрапренерства и российского предпринимательства в современной рыночной среде, а также определения адекватных наборов управляющих и управляемых параметров, регулирующих экономическое поведение предпринимательских субъектов, выступающих в качестве объекта интрапренерского управления.

Тем самым, вопросы определения организационных размеров предприятия (фирмы), корпоративной структуры, стратегии и организационной культуры занимает в настоящее время центральную позицию в концепциях развития интрапренерства.

Это происходит, главным образом, не столько вследствие социальных преобразований, которые достаточно часто являлись некоей доминантой эффективного организационного развития, сколько обуславливается такими экономическими критериями, как эффективность, гибкость, рациональность, продуктивность. Для стратегически мыслящих российских предпринимателей стало важным понимание самой природы предприятия как экономической организации, а также обусловленности появления новых форм ведения деловых операций в результате изменений в технологических основах производства.

Говоря об «интрапренерстве», следует исходить из рассмотрения проблемы определения организационных границ или размеров предприятия, поскольку по самому определению внутреннее предпринимательство на то и «внутреннее», что оно как-то и чем-то ограничено. А это, в свою очередь, неизбежно толкает на определение границ предприятия и принятия решений о соответствующих допущениях при его анализе, то есть основ, на которых должна строиться теория. Поскольку в экономической теории имеет место очевидное стремление начинать анализ с отдельного предприятия, то есть необходимо не только формулирование четкого определения термина «предприятие», но и выяснение различий между этим термином и реальным предприятием.

В настоящее время всемирно признана эффективность методологии Р. Коуза: его транзакционная концепция оценивается как наиболее перспективная для развития общей теории фирмы. Эта методология может помочь в удовлетворении потребности в новых подходах к решению центральных проблем российских хозяйственных реформ – решения вопросов создания институтов рыночной экономики и соответствующих им механизмов внутрифирменных и рыночных контрактных отношений.

Как доказал Р. Коуз в своей классической статье «Природа фирмы», может быть найдено такое определение фирмы, которое не только является реалистичным в том смысле, что оно соответствует

«существующему в реальном мире пониманию фирмы», но и «поддается научной трактовке с помощью двух наиболее мощных инструментов экономического анализа, разработанных Маршаллом: идеи предельной доходности и замещения. в совокупности приводящих к идее замещения при предельной доходности» [2, с. 30].

В то же время Коуз, пытаясь понять механизм возникновения фирмы как таковой, которая ранее рассматривалась как нечто данное, сделал нестандартное для традиционной экономической теории предпочтение в пользу фактора издержек трансакций, т. е. контрактов или сделок, обычно принимавшихся равными нулю. Исходя из этого, он предложил трактовать фирму не как конгломерат людей и машин, а как совокупность взаимовыгодных контрактов. По его мнению, это и позволяло попытаться решить задачу относительно границ фирмы. Он также, обращая внимание тот факт, что хотя экономисты рассматривают механизм цен как инструмент координации, они допускают сохранение координирующей функции и за предпринимателем. Поэтому он считает «исключительно важным выяснить, почему в одном случае координация является задачей механизма цен, а в другом – предпринимателя», а также определяет цель своей работы «в наведении моста через обозначившуюся в экономической теории пропасть между допущением (сделанным для достижения определенных целей) о том, что ресурсы распределяются с помощью механизма цен, и допущением (сделанным в других целях) о том, что это распределение зависит от предпринимателя-координатора», что должно дать объяснение той основы, «на которой практически осуществляется этот выбор между альтернативными вариантами» [2, с. 32-33]. Решение всех этих вопросов позволило бы не только помочь найти принципы определения «организационных границ» (размеров) фирмы, но и выяснить даже то, почему фирма вообще появляется в рыночной экономике с развитой специализацией, и каковы ее причины существования.

Р. Коуз предлагает свой «институционально-классический» ответ в том, что «фирма становится крупнее по мере того, как предприниматель организует дополнительные трансакции (которые могут быть трансакциями обмена, координируемыми посредством механизма цен), и становится меньше, когда он прекращает заниматься организацией подобных трансакций». Тогда возникают другие вопросы: возможно ли изучение тех факторов, которые определяют размер фирмы? Почему предприниматель не организует одной трансакцией меньше или одной больше? [2, с. 37].

Согласно Р. Коузу, укрупнение, уменьшение, как и само появление фирмы обусловлено наличием «издержек рыночного механизма». Но тогда уместно задать и такие вопросы: если посредством организации некто может устранить определенные издержки и фактически сократить издержки производства, то почему вообще сохраняются рыночные трансакции? Почему все производство не осуществляется одной большой фирмой (предприятием)?

Во-первых, по мере того как предприятие становится крупнее, доходы от предпринимательской деятельности могут снижаться, то есть трансакционные издержки внутри предприятия могут возрастать. Должна быть достигнута некая точка, в которой издержки организации дополнительных трансакций внутри предприятия равняются издержкам, связанным с осуществлением трансакций на открытом рынке, или издержкам организации их другим предпринимателем. Во-вторых, может случиться так, что в результате роста числа организуемых трансакций предпринимателю не удастся разместить факторы производства так, чтобы они создавали наибольшую стоимость, иначе говоря, ему не удастся извлечь максимальную пользу из факторов производства. То есть должна быть достигнута такая точка, в которой потери от неэффективного использования ресурсов равняются издержкам трансакций обмена на открытом рынке или потерям, имеющим место в случае организации этой трансакции другим предпринимателем. Первые две приведенные причины наиболее соответствуют сформулированному экономистами положению о «снижающихся доходах от деятельности менеджмента». Наконец, цена поставки одного или более факторов производства может расти, так как «другие преимущества» мелкого предприятия выше, чем преимущества крупного предприятия.

В своем предельном значении организационные издержки внутри предприятия будут равны или аналогичны издержкам другого предприятия либо издержкам, связанным с «организацией» трансакции посредством механизма цен. Предприниматель будет постоянно экспериментировать, расширяя или сужая сферу своего контроля и таким способом поддерживая равновесие. Когда исследуется проблема относительных размеров предприятия, принципы маржинализма работают хорошо. Но ясно, что динамические факторы также имеют заметное значение, и поэтому исследование того эффекта, который оказывают изменения в условиях деятельности предприятия на ее внутренние организационные издержки и на издержки сбыта, будет в целом подталкивать к поиску объяснения того, почему предприятия становятся крупнее или меньше.

Одна из ключевых идей данной работы связана с тем, что концепция интрапренерства, понимаемая как развитие предпринимательства в структурных подразделениях предприятия, должна обеспечить ее успех на рынке. Данная концепция включает следующий обязательный набор базовых системообразующих характеристик предприятия любого размера: его культуру, стратегию, структуру, организацию (в смысле использования механизмов децентрализации или (и) централизации предприятия), ключевые возможности («ключевые факторы успеха») предприятия, организационный климат (уровень морально-психологической сплоченности членов коллектива).

При этом важно отметить, что многие крупнейшие корпорации сегодня постоянно сталкиваются с проблемами, представленными выше набором ба-

зовых системообразующих характеристик предприятия, например дилеммой: централизация или децентрализация, акцент на внутреннем или внешнем предпринимательстве и т.п.

Сегодня экономическая реальность такова, что даже западные фирмы-производители и их отдельные структурные подразделения хотя и обладают достаточно большой степенью самостоятельности, но в то же время действуют в рамках общих предпринимательских принципов, в соответствии с общей миссией, идеологией, стратегией и культурой головного предприятия. Большинство западных фирм - среднего размера, поэтому философия интрапренерства позволяет им достаточно оперативно реагировать на возрастающую сложность, динамичное развитие экономических и социальных условий, и, что особенно важно, на изменения запросов потребителей.

Известно, что крупные предприятия-производители, которые часто охватывают многочисленные формы деятельности и различные виды производств, традиционно организованы функционально. Но эти предприятия часто испытывают затруднения, когда нужно вовремя отреагировать на изменения, происходящие на рынках, или оптимизировать противоречащие друг другу функциональные потребности. Поэтому в последние годы появилась постоянно нарастающая тенденция дальнейшей децентрализации управления предприятиями. Это связано со значительно меньшей иерархичностью и большей самостоятельностью производственных структур, с различными формами многофункциональных хозяйственных подразделений, а также с новыми изменениями корпоративной структуры, стратегии и культуры предприятия практически любого организационного размера.

Предлагаемая гипотеза заключается в том, что для совершенствования особой организационной формы управления необходимо произвести изменения в корпоративной структуре, стратегии и культуре предприятия, причем не может быть единственного «рецепта» управления подразделениями предприятия – как внедрения той или иной конкретной формы интрапренерства. Опыт внедрения этой идеи и разных институциональных форм интрапренерства выявил ту важную закономерность, что еще одной наиболее важной чертой внутрифирменного предпринимательства является высокий уровень сплоченности коллектива предприятия.

Если предприятие функционирует на принципах интрапренерства, имеет децентрализованную структуру, обладает собственной культурой, является многофункциональным, то карьера многих специалистов, менеджеров и «внутрифирменных предпринимателей» связана с назначениями в разные предпринимательские сектора предприятия и другие сферы деятельности. Особенно эти признаки характерны для промышленных предприятий России, потому что они позволяют всему персоналу любого такого предприятия интрапренерского типа обогащать свой личный опыт и повышать квалификацию в процессе достижения различных перспективных задач и целей. Все это способствует процессу «са-

моизучения» персонала предприятия и укреплению его сплоченности.

Исключительно важными элементами сплоченности персонала предприятия являются ее общие принципы работы и идеологические нормы, образцы культуры, так же как и единая для всех стратегия. Управление подразделениями предприятия, скорее всего, не будет иметь успеха, если будет мало уделяться внимания единству и сплоченности персонала предприятия, которые нельзя создать за один день.

Известно, что высшему менеджменту даже при интрапренерской децентрализованной организации трудно устоять перед вмешательством во все дела. Для этого необходимо строго ограничить деятельность «центра» теми задачами, которые могут быть выполнены только централизованно, и таким образом сохранить «центр» компактным и «легко управляющим». Поэтому главным принципом для высшего руководства как при внедрении, так и осуществлении принципов внутреннего предпринимательства должно быть «правило» - «не брать на себя слишком много» с тем, чтобы достичь более крупного успеха при работе предприятия в условиях современной рыночной среды.

Как указывается в западной научной литературе, существуют предварительные условия, необходимые для внедрения параметров интрапренерства, или, в терминах Х. Виссема, для «эффективного управления подразделениями». Они, в общем случае, следующие: (1) как предприятие в целом, так и каждое его подразделение в отдельности должны иметь свою собственную стратегическую цель, которая может отражаться в стремлении к повышению конкурентоспособности и прибыльности; (2) поскольку высший менеджмент действительно стремится «эмансипировать» подразделения, и это требует сильного, а не слабого высшего руководства, то необходимы всесторонне одаренные менеджеры среднего уровня - внутренние предприниматели или интрапренеры, для того, чтобы адекватно противостоять высшему управлению и эффективно управлять своими прибыльными подразделениями - «независимыми хозяйственными единицами», «прибыльными центрами» или «предпринимательскими подразделениями»; нельзя достичь синергии на предприятии, передав центральному аппарату все контролирующие полномочия. Это предполагает четкое выраженное понимание, зафиксированное в контрактах интрапренеров и менеджеров, того, какая работа осуществляется централизованно, а какая выполняется децентрализованно; (3) обязательно нужна развитая корпоративная культура и практически абсолютная преданность предприятию со стороны всего ее персонала; что дает соответствующие эффекты синергии; (4) интрапренерство, или управление предпринимательскими подразделениями, может процветать только в сильной неформальной организации, когда есть адекватное понимание всех проблем между руководителями и подчиненными.

Наилучший практический подход состоит в том, чтобы создать культуру «самоизучения» на предприятии, предполагающую, что каждый процесс или

проект становится объектом изучения работников, несущих за него ответственность. Кроме того, у руководства должна быть информационная система управления для того, чтобы можно было следить за работой подразделений и их результатами, но не для того чтобы вмешиваться в их работу. К тому же, должны быть пересмотрены схемы стратегического управления с тем, чтобы учесть взгляды предпринимателей и их представления о будущем предприятия.

Преимущества успешного управления подразделениями особенно проявляются в усилении заинтересованности в прибыли, большей рыночной ориентации, ускорении процесса принятия решений, повышении мобильности и усилении мотивации. Однако и есть «сопутствующие недостатки», которые проявляются в том, что эффективность может временно снизиться за счет частичного изменения функциональной специализации. Синергия, которая существовала между подразделениями, может быстро исчезнуть, а оценка предприятия со стороны внешней среды может измениться.

Тем не менее, известная успешная практика интрапренерства показывает, что введение управления независимыми прибыльными хозяйственными единицами действительно ведет к экономическому росту, часто к существенному снижению издержек (например, если появляется возможность во время реорганизации освободиться от определенного вида задач и избыточного числа работников).

Но никакие, из перечисленных преимуществ или недостатков, не являются решающими. Выбор «за» или «против» управления интрапренерством как прибыльными подразделениями предприятия, в конечном счете, зависит от значения, которое предприятие придает концентрации на целевых сегментах или целевых группах потребителей, функциональной эффективности и синергии. Важно отметить те способы, с помощью которых синергия может быть реализована в организационной децентрализованной структуре предприятия. Это всегда осуществляется через стратегическое предпринимательство, создание соответствующей структуры, через корпоративную культуру, стремление к идеалу «самоизучающей» организации, а также путем осторожного и адекватного введения управления прибыльностью подразделений.

Необходимые условия для успешного применения управления подразделениями, как показал Х. Виссема, следующие: Во-первых, предпринимательские подразделения должны иметь ясную, точную цель. Это позволит им сконцентрировать внимание на заранее определенных рыночных сегментах и предотвратить конкуренцию друг с другом, в то же время ни в коей степени не препятствует активной конкурентной борьбе с предприятиями-конкурентами. Кроме того, подразделение будет представлять собой «цельную команду» тогда, когда у него будет конкурентный, убедительный и конкретный стратегический план. Во-вторых, не должно быть промежуточных уровней между подразделениями и высшим руководством. Система управления подразделениями построена на контрактных отно-

шениях между хозяйственными единицами и руководством, просто «распадается» при прекращении контрактных отношений. Прямые же контакты способствуют образованию коротких линий внутрифирменной коммуникации, дают возможность высшему руководству устанавливать связь с подразделениями непосредственно, что способствует быстрому принятию решений. В-третьих, продуктивным подразделениям следует иметь необходимую контрактную свободу. Основные условия и положения контрактов, заключаемых с потребителями (которые обслуживаются несколькими подразделениями), будут составляться самими хозяйственными единицами. Контрактная свобода применяется в первую очередь для осуществления закупок и продаж товаров, т. е. она необходима для внешних контрактов. Во вторую очередь контрактная свобода нужна для установления отношений со службами обеспечения самого предприятия. В-четвертых, такие важные функции, как маркетинг, сбыт, производство товаров и их разработка должны выполняться подразделениями до тех пор, пока это физически возможно или пока не появятся существенные потери в синергии. В-пятых, то же самое относится и к функциям обеспечения, связанным с логистикой и контролем качества, и к административным функциям управления (финансовое управление, управление персоналом и организационной структурой компании, управление хозяйственными делами). Так, система управления и система вознаграждения всегда будут нуждаться в предписаниях, исходящих из центра, но выполнять их следует децентрализованно. В-шестых, подразделения должны обладать реальным правом голоса при назначении менеджеров и осуществлять полный контроль над теми, кто занимает другие должности в подразделении. В-седьмых, предприятие должно иметь реальную стратегическую систему управления, то есть оно должно применять не только методы оперативного планирования, но и придерживаться твердой стратегической линии в управлении. В-восьмых, на предприятии должна быть хорошо разработана информационная система управления, предполагающая ведение счетов прибылей и убытков в каждом подразделении и штат бухгалтеров в подразделениях, способных интерпретировать эти цифры. Такая информационная система управления должна также создавать условия для осуществления контроля со стороны высшего руководства. В-девятых, эффект синергии достигается с помощью стимулирования, «всеохватывающего» стиля управления, который должен быть характерен для высшего руководства, а также создания предпринимательского духа в подразделениях. Основной акцент в контактах между руководством и подразделениями должен делаться на стратегических вопросах, и все это требует достаточно развитой корпоративной культуры. В-десятых, должна быть создана система управления, которая продолжает функционировать, даже когда возникают конфликты между подразделениями, а также между подразделениями и центральным аппаратом предприятия (1, с.29-30).

Все эти правила осуществления интрапренерства говорят о том, что управление подразделениями должно быть радикальным процессом: никаких половинчатых решений, нужна смелая передача полномочий, несмотря на попытки делать все централизованно. Не должно быть никаких отклонений в этом деле. Руководство же должно занять определенную позицию по отношению к независимым подразделениям. Для достижения параметров необходимой структурной синергии предприятия его стратегическое управление, соответствующая корпоративная культура и развитие принципов «самоизучающей» организации должны заменить «старое регулирование» и детальный контроль.

Предприятие может быть разделено на хозяйственные единицы (подразделения) различными путями. Выбор критерия, на котором строится вся система управления, всегда определяется желанием приблизить подразделения к потребителям.

Часто результат проявляется в создании организационной структуры, отражающей движение продукта: каждый продукт разрабатывается, производится и продается подразделением. Но иногда создаются подразделения, рассчитанные на особые группы покупателей, например на потребителей конкретных профессий. В других случаях более подходящими оказываются региональные подразделения. Крупное предприятие, осуществляющее операции на международных рынках, обычно выбирает такие хозяйственные единицы (подразделения), которые несут ответственность за уровень прибыли от операций на этих территориальных рынках.

Если менеджер по отношению к предприятию занимает внешней положение, то место предпринимателя — внутри нее. Однако менеджерам нет необходимости уходить из крупного предприятия, чтобы стать предпринимателями. Более того, именно крупные, ранее преуспевающие предприятия сейчас сталкиваются с ошеломляющим технологическим динамизмом, информационной автоматизацией, непредсказуемым развитием рынка, глобализацией спроса и предложения и ожесточенной конкурентной борьбой. Эти предприятия могут сохранить свои позиции в том случае, если они будут проявлять гибкость, стремиться не только к увеличению производительности, но и к повышению эффективности производства. Настоящее исследование показывает, что такие требования очень трудно найти в широкомасштабных, организованных по функциональному признаку, управляемых из центра предприятиях. Все новые и новые факты говорят о том, что работа будет более успешной, если ее доверяют предпринимательским субподразделениям. Такие подразделения имеют непосредственные отношения с группами потребителей. Они остаются частью целого организма предприятия, являясь значительно меньшими по размеру, но функционально более «полными», более независимыми в разработке стратегии и гибкими, а, следовательно, более преуспевающими.

Таким образом, управлением подразделениями предприятия — это стиль управления и организаци-

онная форма, предполагающая децентрализацию предпринимательства на предприятиях. Такое управление крайне необходимо, когда оперативность выступает важнейшей предпосылкой выживания предприятия.

Если управление независимыми хозяйственными единицами применяется в широком масштабе, то оно увеличивает эффективность предприятия, усиливая, таким образом, его конкурентоспособность. В данной связи необходимо тщательно анализировать, правильно ли то, что централизованные организационные структуры заменяются другой формой, предполагающей введение управления подразделениями. После периода стратегической переориентации опять пришло время вкладывать средства в развитие организационных структур и стимулирование работников.

Хозяйственные единицы (подразделения) определяют свою стратегию (в рамках согласованных условий) и осуществляют ее независимо. Они несут ответственность за прибыльность или результаты своей деятельности. Контракты регулируют отношения между подразделениями и высшим руководством, между самими подразделениями, между подразделениями и службами обеспечения, не допуская образования каких-либо промежуточных ступеней между подразделениями и высшим руководством. Управление подразделениями характеризуется открытыми деловыми отношениями, как внутренними, так и внешними.

Предложенная институциональная теория организации предприятий интрапренерского типа интегрирует концепции экономической стратегии развития организации с преобладающими вопросами социальной структуры, организационного климата, информационной системы и фактором межличностных отношений. Концепция сетевых организаций интрапренерского типа позволяет рассматривать организацию как сеть организационных единиц со сбалансированными автономией и взаимозависимостью, направленными на поддержание прибыльно-

сти каждой такой единицы на основе развития собственных бюджетов.

### Библиографический список

1. Виссема Х. Менеджмент в подразделениях фирмы (предпринимательство и координация в децентрализованной компании): Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 1996.

2. Уроки организации бизнеса /Сост. А. Демин, В. Катькало. – СПб.: Лениздат, 2008.

### PROBLEMS OF INSTITUTIONAL INTRAPRENEURSHIP ESTABLISHMENT

A.E. Miller, V.N. Kriuchkov

The article describes problem aspects of institutional intrapreneurship establishment. Institutional theory of intrapreneuring enterprises organization is proposed. The article elicits conditions that are needed for introduction intrapreneuring parameters and successful intrapreneuring structures functioning.

*Миллер Александр Емельянович - Доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, налоги и налогообложение» Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований – организационно-управленческие формы предпринимательства и интрапренерства. Общее количество публикаций – 204.*

*Крючков Владимир Николаевич - Доктор экономических наук, профессор кафедры «Менеджмент» Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского. Основное направление научных исследований – организационно-управленческие формы предпринимательства и интрапренерства. Общее количество публикаций – 158.*

УДК 334.012.32

## ДЕЛОВАЯ СРЕДА РАЗВИТИЯ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ФОРМИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ РЕНТЫ

В.П. Плосконосова, Е.В. Романенко

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы формирования деловой среды развития малого предпринимательства. Исследованы особенности образования источников предпринимательской ренты в условиях постиндустриальной экономики. Сделаны выводы о необходимости ускоренного развития наиболее перспективных направлений предпринимательской деятельности, содействия адаптации субъектов малого предпринимательства к меняющимся условиям деловой среды.

**Ключевые слова:** малое предпринимательство, деловая среда, предпринимательская рента.

### Введение

Для перехода малого предпринимательства на траекторию, адекватную потребностям формирования инновационного типа российской экономики и повышения ее конкурентоспособности, важно принимать во внимание, что изменение динамических и структурных параметров его развития происходит под значительным влиянием противоречивого взаимодействия разнообразных и многочисленных факторов деловой среды. Сложность и многогранность процессов институциональных преобразований в нашей стране обуславливают настоятельную необходимость решения вопросов, связанных с повышением эффективности предпринимательской деятельности. Весьма важное значение при этом имеют структурные изменения системы малого предпринимательства, исследование принципиальных зависимостей между отдельными элементами этой системы и институциональными факторами, имеющими разнообразные формы проявления в воспроизводственном процессе, что имеет особую значимость при формировании источников предпринимательской ренты.

### Теоретические исследования

В широком смысле слова деловая среда малого предпринимательства представляет собой совокупность элементов внешней и внутренней среды. В узком смысле слова деловая среда может быть отождествлена с внешней средой. Внешняя среда малого предпринимательства охватывает весьма широкий круг переменных, так или иначе воздействующих либо на все субъекты предпринимательства, либо преимущественно на отдельные предприятия.

Корректное описание деловой среды должно принимать во внимание взаимную детерминацию каждого ее структурного образования, их взаимная связанность не является жесткой, в реальной жизни могут возникнуть разные типы противоречий, деформаций и асимметрий. Вместе с тем, из-за многомерности деловой среды обнаруживается внутренняя противоречивость занимаемых предпринимателями позиций, что может становиться причиной проблем и конфликтов. Кроме того, использование разных измерений позволяет учитывать своеобразие взаимодействия структурных детерминант в рамках данного исторического периода, принимая во внимание особенности внутренних и внешних угроз и вызовов времени. Современный мир продемонстрировал огромные расхождения в социально-экономической динамике различных стран, что во многом обусловлено резким возрастанием роли малого бизнеса в развитии национальных хозяйств и существенно повышает значимость своевременной разработки системы мер, более адекватной меняющимся условиям.

Деловая среда малого предпринимательства представляет собой сложную многомерную полифункциональную систему, выступающую в виде структурно-пространственного окружения. Субъекты предпринимательства представляют собой открытую систему, внутренняя среда которой может видоизменяться под воздействием институцио-

нальной среды, представляющую собой совокупность факторов прямого и косвенного воздействия.

Факторы прямого воздействия непосредственно влияют на предпринимательскую деятельность, к этой группе факторов относятся: изменение законодательства, регулирующего предпринимательскую деятельность, конкуренция предпринимателей, взаимоотношения с хозяйствующими партнерами, налоговая система, коррупция, рэкет. Факторы косвенного воздействия могут не оказывать прямого немедленного воздействия на предпринимательскую деятельность, но способствуют ее изменению: политическая обстановка, международные события, изменение мировой конъюнктуры, экономическая нестабильность в стране, психологические восприятие действительности, социокультурные факторы, научно-технические достижения, экономическое положение отрасли деятельности, стихийные бедствия. Современное развитие национального хозяйства, взаимозависимость и взаимообусловленность его структурных составляющих придают институциональной среде многомерный характер, элементы которой оказывают, нередко, разнонаправленное воздействие на хозяйствующие субъекты [1, с. 91-93].

Для эффективного взаимодействия с деловой средой предпринимателю необходимо постоянно анализировать динамику ее развития, однако такой анализ усложняется рядом обстоятельств, которые предъявляют особые требования к профессиональному уровню предпринимательской деятельности. Во-первых, структура факторов довольно сложна и многообразна; во-вторых, степень воздействия каждого из факторов на предпринимательскую систему неравнозначна; в-третьих, воздействие одних факторов носит постоянный характер, в то время как других – эпизодический; в-четвертых, изменения в деловой среде являются подвижными и хаотичными, что затрудняет их исследования.

Противоречивое состояние деловой среды и разные поведенческие стратегии предпринимательских структур способствует появлению различных источников формирования прибыли. В связи с этим можно выделить два типа возникающей экономической ренты – псевдопредпринимательская и предпринимательская. Сложившаяся в современной России деформированная деловая среда способствует широкому распространению бизнес-процессов, ориентированных на получение псевдопредпринимательской ренты, последняя выступает следствием перераспределения произведенной стоимости и образуется в следующих формах: природная (ресурсная) рента; монополярная рента; дискриминационная рента, например, результат использования дискриминационных трудовых отношений; рента от недоинвестирования физического капитала («проедание») воспроизводственного фонда физического капитала); фальсификационная рента – результат представления неадекватной информации потребителям о качестве товаров (работ и услуг), реализация низкого и неудовлетворительного качества продукции, в т.ч. вредных и опасных в потреблении; рента от

нарушения экологических требований и негативно-го воздействия на состояние окружающей среды и человека; финансово-спекулятивная рента, обусловленная осуществлением сугубо спекулятивных сделок на рынках ценных бумаг; перераспределительная рента, связанная с наличием неравных отношений между субъектами; «теневая» или нелегальная рента.

Модернизация российской экономики предполагает формирование деловой среды, которая ориентирует предпринимателей на получение инновационной ренты, обусловленной ростом производительности фирм и добавленной стоимости [2]. При этом ускоренное развитие высокотехнологичных производств по сравнению с традиционными отраслями экономики будет стимулироваться получением инновационной ренты I для фирм, включенных в цепочку создания добавленной стоимости и обеспечивающих организацию производств для рынков высоких технологий, а технологические лидеры цепочки создания добавленной стоимости будут присваивать инновационную ренту II. Источники инновационной ренты – различны, в связи с этим появляются технологическая, интеллектуальная, управленческая, отношенческая и другие виды ренты.

В инновационной экономике особую значимость приобретает экономическая прибыль в виде предпринимательской ренты, которая представляет собой разнообразные формы произведенной предпринимателем на реактивной или проактивной основе добавленной стоимости. Важнейшими из них являются следующие.

1. Рикардианская (квази) рента возникает у субъекта малого предпринимательства, который обладает ресурсами и компетенциями, но не имеет динамических способностей [3]. Он может случайно добиться значительной прибыли на непродолжительное время; но он не может устойчиво получать прибыль большую, чем конкурентная в длительном периоде. Такая квази рента возникает, когда увеличивается спрос на ее продукцию, но она будет устраняться конкуренцией.

2. Портерианская рента связана с созданием рыночных позиций, ограничивающих влияние конкурентных сил. Получение данной ренты основано на использовании концепции М. Портера, которая предполагает «отраслевой» анализ измерения пяти сил: роли потенциальных конкурентов, поставщиков, покупателей, субститутов и соперничества среди конкурентов [3]. При этом малое предприятие может добиться краткосрочного успеха, так как разные версии данной концепции имеют статическую природу и недооценивают роль инноваций, что ограничивает способности предпринимателя адекватно измерять сильные и слабые стороны, распознавать возможности и угрозы, а также тренды в развитии технологии и рынка.

3. Инновационная рента может возникнуть в виде шумпетерской и кирцнерианской ренты. Шумпетерская рента является результатом работы предпринимателя по разрушению рыночного равновесия на основе осуществления нововведений, новых комбинаций и последующей рекомбинации

ресурсов. Основными видами новых комбинаций являются: 1) производство новых благ; 2) применение новых способов производства и коммерческого использования существующих благ; 3) освоение новых рынков сбыта; 4) освоение новых источников сырья; 5) изменение отраслевой структуры (образование монополии или ее подрыв) [4, с. 159, 169-170]. Кирцнерианская рента связана с использованием инноваций, способствующих возвращению к рыночному равновесию на основе имитации и тиражирования новшеств.

4. В современных условиях усиливается роль процессов сетевизации экономики и расширяются возможности формирования механизмов присвоения в различных формах предпринимательской ренты. Так, кооперационно-координационная рента образуется в результате установления координационных связей, обусловленных снижением трансакционных издержек. Кооперационно-комплементарная рента связана с улучшением использования ресурсов взаимодействующих субъектов за счет эффекта возрастающей отдачи.

Кооперационно-инновационная рента связана с включением малого предпринимательства в инновационную цепочку создания добавленной стоимости на основе использования выгод комбинации комплементарных активов и/или инноваций, получения доступа к технологиям, разработанным другими и их последующей интеграции в рамках распределенной модели инноваций (модели открытых инноваций Г. Чесбора).

5. Коспециализационная рента возникает у динамически конкурентных предприятий, которые формируют окружающую среду и рыночные результаты на основе развития предпринимательства, новаций и создание не копируемых конкурентных преимуществ. Она связана с получением выгоды от коспециализации и основывается на умении предпринимателя распознавать и использовать возможности, ориентироваться в угрозах и комбинировать специализированные и коспециализированные активы, которые удовлетворяют меняющимся потребностям клиентов, создавая долгосрочную ценность. Таким образом, малое предприятие должно не только обладать ресурсами и компетенциями, но и иметь динамические способности.

Чем лучше предпринимательская структура развивает качественные (неимитируемые) динамические способности, тем больше она создает высококачественные нематериальные активы и тем большую экономическую прибыль она сможет зарабатывать [5]. При этом коспециализированные активы являются особым классом комплементарных активов, где ценность актива выступает функцией его использования совместно с другими активами. Если активы коспециализированы, то их совместное использование увеличивает создаваемую им ценность. Коспециализация приводит к тому, что называется «узким рынком» (*thin market*), т.е. специфичности активов, которые не могут быть легко куплены или проданы на рынке.

Коспециализация позволяет предложить дифференцированные продукты и уникальные условия по выгодной цене; конкуренты не смогут легко собрать такой же комплект активов путем простого приобретения на рынке и предложить такой же продукт или услугу по конкурентной цене. Полная коспециализация является особым случаем экономии от разнообразия (economies of scope), где комплементарные активы не только обладают большей ценностью при совместном использовании, но и, более того, вообще не обладают ценностью при использовании по отдельности. Коспециализация может проистекать от экономии от разнообразия, а также опираться на увеличение выручки благодаря предложению клиенту интегрированных решений и выборов продуктов. Использование выгод коспециализации может потребовать интеграции деятельности независимых предприятий, что способствует появлению отношенческой ренты благодаря применению специфичных для конкретных партнеров активов, процедур совместного использования знаний, комплементарных ресурсов и способностей, а также эффективного управления межфирменными взаимодействиями.

Важным направлением модернизации деловой среды в стране является формирование условий, благоприятных для развития самозанятости. Положение этой группы в хозяйственной структуре противоречиво. С одной стороны, самозанятые владеют средствами производства. Как предприниматели они самостоятельно организуют свой труд и принимают решения по широкому кругу вопросов, выходят на рынки и не имеют фиксированного дохода. С другой стороны, они работают индивидуально, не создавая организаций и не привлекая наемного персонала, и в этом смысле они – трудящиеся [6]. Процессы формирования индустриальной экономики сопровождались сокращением самозанятости, однако в конце XX в. заговорили об ее ренессансе. Ряд футурологов (Ч. Хэнди, Л. Пинк, Т. Малоун) высказывают положение, что со временем она сможет потеснить наемный труд. Но опубликованные в последние годы данные официальной статистики и эмпирических исследований указывают не на повышение, а скорее на некоторое снижение самозанятости в развитых странах. Вместе с тем в постиндустриальной экономике происходит изменение содержания, сфер и видов трудовой деятельности, формирование гибких трудовых практик, появление новых рынков. Хотя значительная часть самозанятых по-прежнему сосредоточена в традиционных сферах сельского хозяйства, торговли и строительства, основная масса рабочих мест для них в развитых странах появляется сегодня в быстрорастущих отраслях с высокой долей квалифицированного труда, в частности, в секторе деловых и социальных услуг.

В постиндустриальной экономике возрастает роль знаний и информации, происходит перемещение сферы применения человеческого труда из материального производства в нематериальное. Вместе с тем рост благосостояния и широкое распространение образования способствуют повыше-

нию уровня самосознания людей и их требований к работе – характеру и содержанию труда, уровню автономии в трудовом процессе, возможностям принимать решения и более активно управлять своей жизнью. Многие профессионалы самостоятельно выходят на рынок, избегая отношений найма. В этом случае своим заказчикам они продают не способность к труду (рабочее время), а готовую услугу – разработка программного продукта, интернет-сайта, проекта здания и т.п.

Информатизация экономики приводит к появлению нового высококвалифицированного сегмента самозанятости – независимые профессионалы, или фрилансеры. Раньше фрилансерами называли представителей «свободных профессий» (журналисты, художники, фотографы, архитекторы и др.), сегодня профессиональная палитра активно расширяется за счет работников, связанных с информационными технологиями (программисты, веб-дизайнеры, специалисты по интернет-рекламе и управлению виртуальными проектами и др.). Возможности удаленных коммуникаций порождают новые организационные формы. В виртуальное пространство погружаются не только отдельные бизнес-процессы (например, реклама и сбыт материальных товаров), но и хозяйственная деятельность индивидов и фирм целиком. В этом случае контакты контрагентов в реальном мире отсутствуют, а предметом сделок становится нематериальные блага, передаваемые в качестве информации по компьютерным сетям. В результате формируются сети виртуальных (осуществляемых через Интернет) взаимодействий между пространственно рассредоточенными агентами [7].

Развитие малого предпринимательства определяется дуальной природой инновационных процессов, включающих в себя, с одной стороны, имитационные инновации, с другой – комплементарные инновации. На первый тип инноваций обратил внимание еще Й. Шумпетер, который указывал, что новаторам и предпринимателям постоянно угрожают толпы имитаторов, жаждущих выпустить аналогичные («me-too») продукты. Инновации «не являются, как следует из общего принципа вероятности, равномерно распределенными во времени ... а возникают, что тоже происходит не всегда, группой или роєм». Это происходит «исключительно потому, что появление одного или нескольких предпринимателей облегчает появление других предпринимателей, а это, в свою очередь, – других во все большем и большем количестве» [4, с. 159]. Как и Й. Шумпетер, многие современные исследования также полагают, что инновации скорее выступают в роли заменителей, а не дополняют друг друга. Вместе с тем в настоящее время ряд ученых отмечают, что комплементарные инновации и комплементарные активы приобретают огромную важность, особенно в отраслях, где инновации носят кумулятивный характер и/или где необходимы (или существуют) отраслевые «платформы» [3]. Например, на рынке программного обеспечения для бизнеса продукты становятся особенно ценными, если они могут каким-либо образом быть интегрированы

в единое решение или в хорошо продуманный пакет программ. Совершенствование гироскопических стабилизаторов облегчило использование таких устройств, как видеокамеры или бинокли.

Предпринимательская деятельность осуществляется в условиях неопределенности, неустойчивости и риска. Неопределенность имеет место не в результате незнания предпринимателем того, к чему он стремится, или плохого ориентирования в деловой среде, а потому, что постоянно меняются условия его деятельности, меняется поведение субъектов рынка, а это заставляет проводить быструю переориентацию производства и сбыта. Неустойчивость проистекает из того, что ни одна тенденция не продолжается слишком долго. В условиях рынка нет ничего постоянного – все циклично: за взлетом следует замедление или падение деловой активности, затем вновь начинается оживление и подъем.

При анализе деловой среды важно исходить из того, что реальность находится в непрерывной динамике. Изменения в социально-экономических процессах порождают противоречивые явления, взаимодействие которых по мере развития производительных сил усложняются, распространяя свое влияние на все новые сферы деятельности, а функционирование структурных составляющих хозяйственной системы переходит от плоского двухмерного действия к трехмерному взаимодействию [8, с. 32]. Органам государственного управления требуется сформировать институциональные барьеры и механизмы, блокирующие деструктивные виды предпринимательства, связанные с получением псевдоренты и препятствующие осуществлению системной модернизации экономики; необходимо активно поддерживать эффективные формы развития малого предпринимательства в реальном секторе экономики, а также в отраслях, где имеется большой инновационный потенциал. Именно здесь может быть создана база для преодоления кризисных явлений в российской экономике.

### Выводы

Выполняя системорегулирующую роль в формировании деловой среды развития малого предпринимательства, государство должно способствовать ускоренному развитию наиболее перспективных направлений предпринимательской деятельности, обеспечивать комплекс мер организационного, правового, социально-психологического и экономического характера, содействующих адаптации субъектов малого предпринимательства к меняющимся условиям деловой среды и способствующих получению различных форм инновационной ренты.

### Библиографический список

1. Романенко Е.В. Малое предпринимательство и инновационный характер развития экономики России: монография [Текст] / Е.В. Романенко. – М.: ООО Издательство «Креативная экономика», 2010. – 252 с.
2. Плосконосова В.П. Человеческий капитал и активизация предпринимательства в инновационной

экономике [Текст] / В.П. Плосконосова // Вестник СибАДИ. – 2011. – № 4(22). – С. 78-81.

3. Дайер Дж. Х. Отношенческий подход: кооперационная стратегия и источники межорганизационных конкурентных преимуществ [Текст] / Дж. Х. Дайер, Х. Сингл Х. // Российский журнал менеджмента. – 2009. – Т. 7. – № 3. – С. 37-58.

4. Шумпетер Й. Теория экономического развития [Текст] / Й. Шумпетер. – М.: Прогресс, 1982. – 455 с.

5. Тис Д. Дж. Выявление динамических способностей: природа и микрооснования (устойчивых) результатов компаний [Текст] / Д. Дж. Тис // Российский журнал менеджмента. – 2009. – Т. 7. – № 4. – С. 59-108.

6. Романенко Е.В. Особенности развития и взаимодействия малого, среднего и крупного предпринимательства [Текст] / Е.В. Романенко // Вестник СибАДИ. – 2011. – № 3(21). – С. 65-68.

7. Стребков Д. Электронная самозанятость в России [Текст] / Д. Стребков, А. Шевчук // Вопросы экономики. – 2011. – № 10. – С. 91-112.

8. Романенко Е.В. Формирование благоприятной институциональной среды для развития малого предпринимательства в России [Текст] / Е.В. Романенко // Региональная экономика: теория и практика. – 2008. – № 32 (89). – С. 28-33.

### THE BUSINESS ENVIRONMENT OF THE SMALL BUSINESS DEVELOPMENT AND THE FORMATION OF THE ENTERPRISE RENT SOURCES

V.P. Ploskonosova, E.V. Romanenko

Problems of formation of the business environment of small business development are considered. Formation features of the enterprise rent sources in the conditions of postindustrial economy are investigated. Conclusions of necessity of the accelerated development of the most perspective directions of enterprise activity, assistance of adaptation of small business subjects to the changing business environment conditions are drawn.

*Плосконосова Вера Петровна - доктор философских наук, кандидат экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Философия» ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основные направления научной деятельности: демографическая политика в России, предпринимательство в российской экономике, взаимодействие правящей элиты в обществе. Общее количество опубликованных работ – 131.*

*Романенко Елена Васильевна - кандидат экономических наук, доцент кафедры «Общая экономика и право», ФГБОУ ВПО «СибАДИ». Основные направления научной деятельности: современные механизмы взаимодействия государства и малого предпринимательства в условиях модернизации российской экономики. Общее количество опубликованных работ – 98.*

## АВС-АНАЛИЗ В ПРОИЗВОДСТВЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

А.Ю. Рыманов, Т.В. Титова

**Аннотация.** В статье рассмотрено применение методик АВС-анализа в оценке эффективности производства сухих строительных смесей. С помощью АВС-анализа можно оценить вклад различных видов продукции предприятия в достижение прибыльности компании. В статье представлены оценки отклика рекламных расходов по ассортиментным группам на увеличение объема продаж.

**Ключевые слова:** АВС-анализ; производство сухих строительных смесей.

### Введение

Изменения в современной экономике требуют нового подхода к системе принятия решений для оценки и анализа деятельности. При этом конкурентные преимущества в современных рыночных условиях можно достичь путем создания бизнес-моделей, базирующихся на уникальном удовлетворении потребностей, которые должны определять формирование социально-экономических стратегий предприятия, после чего можно приступать к формированию структурных связей предприятия путем отбора и концентрации соответствующих управленческих ресурсов и соизмерения их с планируемыми целевыми результатами.

Рассмотрим деятельность крупного регионального игрока в секторе производства сухих строительных смесей - предприятия ООО «Геркулес - Сибирь», связанных с мероприятиями, способными длительное время удерживать покупателей, предлагая систему ценностей, связанных со стимулированием сбыта, наружной рекламой, рекламой в СМИ и т.д. Завод «Геркулес-Сибирь» был создан в 1997 году. Основным направлением деятельности компании является производство и торговля профессиональными сухими строительными смесями (ССС) для внутренней и наружной отделки. «Геркулес-Сибирь» располагает самым большим выбором передовых строительных материалов: строительные клеи различного назначения, расшивочные смеси широкой цветовой гаммы, штукатурные смеси, шпатлёвки, специальные и уникальные, гидроизолирующие цементные смеси, наливные полы на минеральной основе.

### Основная часть

Повышение потребительского уровня материалов – один из ведущих принципов завода «Геркулес-Сибирь». Целью компании является реализация функционального, эффективного, конкурентоспособного бизнеса, ориентированного на клиента, учитывающего и знающего потребности своих партнеров и сотрудников, занятие лидирующих позиций на рынке строительных материалов. В работе задействованы самые современные наукоемкие и дорогостоящие технологии по производству сухих строительных смесей. Это осложняет возможность конкурировать с заводом,

так как он уже прочно занял свою позицию на рынке и является лидером. Огромные масштабы производства позволяют удерживать цены на уровне доступном каждому покупателю и труднодоступном для конкурентов.

Предоставление клиентам широкого ассортимента продуктов высокого качества по ценам ниже среднерыночных при максимально широком наборе сопутствующих услуг, а так же создание системы наилучшего предложения - основа стратегии ООО «Геркулес-Сибирь».

Основными направлениями деятельности являются:

- производство строительных материалов и отдельных компонентов;
- реализация готовой продукции компании через собственную сеть магазинов, а так же оптовикам с завода;
- покупка и продажа промышленного оборудования.

В 2008 году было принято решение о строительстве новой линии получения клинкера сухим способом. В целом на рынке представлены как крупные компании, так и мелкие с низкой ценой и качеством продукции. Основные конкуренты завода ООО «Геркулес - Сибирь»: ООО «ПРОМЭКСТЭК», ООО «ТЕКС», ООО «Хенкель Баутехник», ООО «Технология и Материалы», ООО «Старатели», ООО «Маска», ООО «Диола».

Рынок сухих строительных смесей города Новосибирска можно считать очень насыщенным, а конкуренцию - жёсткой; в целом - ситуацию, не располагающей в ближайшее время к появлению новых крупных игроков на этом рынке. Входные барьеры не высоки, но трудно преодолимы и поэтому на данном рынке почти нет мелких фирм.

Сухие строительные смеси - достаточно легко возимый товар, однако и у этого рынка существует своя география - не более 500 км. Связано это, прежде всего с тем, что сухие смеси - продукт, как правило, крупнотоннажный и имеет не очень большую стоимость, логистические расходы при перевозке на более дальние расстояния увеличивают цену продукта на 30-40%.

Специфика рынка сухих строительных смесей такова, что порядка 60-80% продукции реализует-

ся через дилеров, региональных представителей, посредников.

Для реализации ССС компания «Геркулес-Сибирь» выделила 2 сегмента:

- оптовая торговля (посредники);
- розничная продажа ССС (магазины, строительные супермаркеты).

В основном компания «Геркулес-Сибирь» использует косвенный канал сбыта, когда продукция распространяется через сеть магазинов, входящих в холдинг «Ковровый дворь». Помимо этого продукцию можно купить через отдел сбыта непосредственно с завода, этим преимуществом пользуются частники и частные компании, занимающиеся ремонтом на профессиональной основе.

В других городах продукцию можно приобрести через развитую сеть распределения. Сухие смеси "Геркулес" продаются по всей России. Практически все производители отмечают высокий уровень конкуренции на рынке. Причем конкуренция носит ярко выраженный ценовой характер. Но на данном этапе развития рынка каждый находит своего потребителя, поскольку спрос на ССС постоянно растет и потенциал его еще огромен.

В целом можно сделать вывод, что рынок ССС г. Новосибирска находится на этапе роста, а, следовательно, главная задача отдела маркетинга завода сделать так, чтобы потребитель смог выделить продукцию ООО «Геркулес-Сибирь» среди товаров, выпускаемых конкурентами. Поэтому на этапе роста в стратегии продвижения необходимо сделать акцент на убеждение потребителей предпочесть товар завода «Геркулес-Сибирь».

Содействие покупке определяется как уверенность покупателя в том, что такие факторы маркетинга, как наличие продукта и способ оплаты не затруднят и не задержат покупку. Для 93% потребителей продукции торговой марки «Геркулес» содействует покупке такой фактор как консультация специалиста, и обязательная доставка при больших объемах закупки.

Другие факторы маркетинга, способные препятствовать совершению покупки, например, место, в своем большинстве не является препятствием для потребителей, 55% готовы ехать в другое место продаж.

В настоящее время практически все производители поставляют свои материалы, упакованные в бумажные мешки по 20-50 кг. Такой способ фасовки ССС при больших объемах отделочных работ требует значительных человеческих ресурсов для разгрузки, складирования, распределения по территории строительного объекта сухих смесей и утилизации их упаковки. Потери материала, связанные с его хранением в бумажных мешках, подверженных воздействию погодных условий, перемещением по территории строительной площадки,

хищениями составляют ощутимую затратную часть.

Все эти факторы определяют высокую долю накладных расходов в стоимости отделочных работ. В этом ООО «Геркулес-Сибирь» выигрывает у других производителей, изготавливая свою упаковку в австрийской фирме «MondiPacking» различным весом.

Основным фактором, обеспечивающим конкурентоспособность продукции местных производителей, является цена. Предоставление клиентам широкого ассортимента продуктов высокого качества по ценам ниже среднерыночных при максимально широком наборе сопутствующих услуг, а также создание системы наилучшего предложения - основа стратегии ООО «Геркулес-Сибирь».

Анализ и оценка маркетинговой деятельности ООО «Геркулес-Сибирь» проводились на основе информации об ежемесячных объемах продаж и расходах на продвижение в г.Новосибирске. Можно говорить о присутствии сезонности. Всплеск продаж приходится на лето - сезон ремонтов и строительства, с пиком в августе, а также на новогодние праздники.

Для каждого производственного предприятия важной является периодическая оценка положения с объемом продаж. Для этой цели в маркетинговой практике широко применяется ABC-анализ. С его помощью можно оценить вклад различных видов продукции предприятия в достижение общей прибыльности компании (или вклада сегментов рынка).

Оценку маркетинговой деятельности предприятия, производящего сухие смеси, начнем с ABC - анализа всех производимых на предприятии единиц продукции. ABC-анализ продаж представляет инструмент оперативного управления, используемый для определения ключевых клиентов, поставщиков, товаров, товарных групп и т.д. с целью дальнейшего экономического анализа, мониторинга и разработки эффективных экономических решений. Группа А – ключевые товары (обычно 5-20% ассортимента), на долю которых приходится более половины продаж и почти вся прибыль. Группа В – товары, на долю которых приходится от четверти до трети продаж, но обслуживание которых практически не приносит прибыли, могут составлять от 25 до 60% ассортиментного ряда. Группа С – товары, на долю которых приходится незначительная часть продаж и обслуживание которых приносит фирме убыток, могут составлять от 20 до 60% всех товаров компании.

В целом ABC – анализ был проведен по 217 наименованиям товаров и показал, что в группу А входит 5 товаров, в группу В входит 23 товара и в группу С входит 189 товаров. Номенклатура продукции и результаты ABC - анализа представлены в таблице (Таблица 1).

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Таблица 1 - АБС анализ продукции ООО «Геркулес-Сибирь»

Номенклатура	%	накоп.%	группа
Клей Универсальный 25 кг	19,090	19,090	А
Клей Суперполимер 25кг	13,961	33,051	А
Грубый пол 25 кг	6,630	39,680	А
Штукатурная смесь 25кг	5,288	44,968	А
Шпатлевка Безусадочная 20 кг	3,233	48,200	А
Клей Универсальный 12 кг	2,646	50,847	А
Самовыравнивающийся пол 25 кг	2,521	53,368	В
Расшивка белая 25 кг	2,340	55,708	В
Клей Суперполимер 12кг	2,224	57,932	В
Клей Термостойкий 25кг	2,123	60,055	В
Клей Универсальный 5 кг	2,028	62,083	В
Расшивка белая 1 кг	2,011	64,094	В
Клей Термостойкий 12кг	1,451	65,545	В
Клей Суперполимер 5 кг	1,384	66,929	В
Клей для Ячеистого ябетона 25 кг	1,284	68,212	В
Шпатлевка Безусадочная 7 кг	1,259	69,471	В
Клей Гранит 25 кг	1,227	70,698	В
Шпатлевка Шинишная 20кг	1,181	71,878	В
Шпатлевка Гипсовая 20 кг	1,152	73,030	В
Шпатлевка Безусадочная 3 кг	1,062	74,091	В
Шпатлевка Гипсовая 25 кг	1,017	75,108	В
Шпатлевка п-ц Безусадочная 20 кг	0,995	76,103	В
Стяжка для пола 25 кг	0,786	76,889	В
Шпатлевка Гипсовая 7 кг	0,638	77,527	В
Шпатлевка п-ц Безусадочная 8 кг	0,623	78,150	В
Клей Сильный 25 кг	0,606	78,757	В
Шпатлевка Гипсовая Ротгер 30 кг	0,598	79,355	В
Шпатлевка Гипсовая 3 кг	0,597	79,952	В
Шпатлевка финишная 7 кг	0,593	80,545	С
Шпатлевка п-ц Безусадочная 3 кг	0,586	81,131	С
Цемент серый 10 кг	0,525	81,656	С
Гипс 3 кг	0,523	82,180	С
Расшивка Белая 5 кг	0,519	82,698	С
Пол Стандарт 25 кг	0,518	83,216	С
Штукатурка ИЦ 25 кг	0,511	83,728	С
Шпатлевка финишная 3 кг	0,476	84,203	С
Клей Базовый 25кг	0,471	84,674	С
Цемент Серый 5 кг	0,436	85,110	С
Гипс 5 кг	0,428	85,538	С
Расшивка Серая 2 кг	0,418	85,957	С
Гипс 1 кг	0,407	86,364	С
Расшивка Белая Элит 2 кг	0,393	86,757	С
Расшивка для пола Серая 2 кг	0,388	87,145	С
Пропитка Акриловая Универсальная 5 кг	0,381	87,525	С
Песок 25 кг	0,372	87,898	С
Цемент Серый 3 кг	0,358	88,255	С
Расшивка Голубая 2 кг	0,358	88,613	С
Расшивка Орех 2 кг	0,291	88,904	С
Цемент Серый 1 кг	0,287	89,191	С
Клей для Ячеистого бетона Зимний 25 кг	0,271	89,462	С
Расшивка Розовая 2 кг	0,269	89,731	С
Расшивка Кремовая 2 кг	0,265	89,996	С
Штукатурка ИЦ 10 кг	0,256	90,252	С
Пропитка Акриловая Универсальная 2 кг	0,254	90,506	С
Расшивка Зеленая 2 кг	0,251	90,757	С
Клей ПП Сильный 1,5 кг	0,240	90,998	С

Номенклатура	%	накоп.%	группа
Шпатлевка Суперполимер Гипсовая 10 кг	0,237	91,235	С
Шпатлевка Гипс-Профи 5 кг	0,235	91,469	С
Гипс 10 кг	0,233	91,702	С
ШД Кор Белый 25 кг	0,231	91,933	С
Пескобетон 40 кг	0,229	92,162	С
Клей Универсальный 6 кг	0,215	92,377	С
Кладочная смесь 25 кг	0,186	92,563	С
Расшивка Синяя 2 кг	0,172	92,735	С
Клей А-Стоп 25 кг	0,172	92,907	С
Расшивка Персик 2 кг	0,168	93,074	С
Расшивка для пола Темно-коричневая 2 кг	0,167	93,241	С
Клей Мастика 1,5 кг	0,163	93,404	С
Расшивка для пола Орех Темный 2 кг	0,163	93,567	С
Пропитка 2 в 1 10 кг	0,162	93,729	С
Клей Мастика 3 кг	0,156	93,885	С
Клей ПП Сильный 3 кг	0,155	94,040	С
Расшивка Бирюзовая 2 кг	0,145	94,185	С
Клей ПП Белый 1,5 кг	0,143	94,327	С
Пропитка 2 в 1 15 кг	0,138	94,465	С
Расшивка светло-серая 2 кг	0,132	94,597	С

С помощью ABC – анализа было выделено 5 товарных наименований, а именно:

- клей «Универсальный», 25кг;
- клей «Суперполимер», 25кг;
- Смесь для грубого пола, 25 кг;
- штукатурная смесь, 25кг;
- шпатлевка «Безусадочная», 20кг;
- клей «Универсальный», 12кг.

Таким образом, была определена стратегическая группа товаров предприятия - группа А. Работе с этими товарами предприятие должно уделять особое внимание, постоянно использовать процедуры контроля (мониторинга) и планирования продвижения. Небольшие изменения показателей рентабельности, оборачиваемости, изменение условий оплаты для этой группы могут привести к значимым изменениям в финансовом результате предприятия.

Сбыт данных товаров составляет 2,3 % от всех товаров представленных предприятием и приносит более 50 % продаж. Это наиболее важная для предприятия группа товаров, поэтому в дальнейшем анализе будем учитывать влияние рекламы на данные временные ряды товаров, которые приносят наибольшую прибыль предприятию.

Группа В – товары предприятия, которые характеризуются средними показателями продаж. Лидеры в этой группе, в зависимости от оборота и по степени важности для предприятия, могут быть определены как возможные кандидаты в группу А, с соответствующими условиями контроля. Остальные товары этой группы можно отнести к товарам "среднего" класса с обычными процедурами контроля.

Группа С – обычно самая многочисленная группа товаров предприятия, которая характеризуется небольшими объемами продаж. При невысокой рентабельности продаж, операционные затраты по некоторым товарам в этой группе могут оказаться слишком высокими. Для этой группы важными пока-

зателями являются средние и минимальные продажи. Используются упрощенные процедуры контроля.

На рынке строительной продукции большую роль играет реклама, способствующая повышению объема продаж. Поэтому, проанализируем исходные данные по расходам на рекламу в целом по предприятию. Для этого разделим общие расходы на рекламу по статьям затрат, а именно:

- статьи в специализированных изданиях типа журнал «Стройка», «Ремонт», «Коммерческие предприятия», в справочнике «Сибирский строитель»;
- наружная реклама: баннеры, реклама на автомобилях и на поверхности метропоезда;
- участие в выставках «Сибирская ярмарка», «Весенней строительной ярмарке» и организация презентаций и семинаров;
- изготовление образцов продукции, муляжей и каталогов продукции;
- разработка и прокат рекламных роликов на ТВ для видеокаталога «Промышленный потенциал НСО» и радио «Шансон», «Юнитон», «Радио Сибири», «Автордио», «Русское радио»;
- распространение листовок и других POS и рекламных материалов.

На реальный объем продаж анализируемой продукции предприятия ООО «Геркулес - Сибирь» влияют такие факторы, как сезонность, индекс потребительских цен, реклама и другие. Предполагается, что для рекламы используются следующие средства массовой информации: телевидение, газеты, журналы и радио. Эффективность рекламы в каждом случае различна, и возникает вопрос о количественных зависимостях между объемом продаж и расходами на рекламу в каждом средстве массовой информации, используемом предприятием.

В ходе анализа было обнаружено, что присутствуют циклические и сезонные колебания, а также трендовая компонента. Для определения постоянной компоненты данных рядов исключим из них сезонность.

Проанализируем, влияет ли на изменение объемов продаж изменение расходов на рекламу, т.е. охарактеризуем тесноту связи объемов продаж и расходов на рекламу. Для этого рассчитаем временные ряды отклонений от трендов, которые можно использовать для получения количественной характеристики тесноты связи исходных временных рядов согласно следующей модели взаимосвязи:

$$Q_t = a_0 + a_1 X_t + u_t$$

где  $Q_t$  - объемы продаж продукции «Геркулес-Сибирь»,

$X_t$  - расходы на рекламу,

$u_t$  - случайная компонента.

Проведем анализ временных рядов продаж и расходов на рекламу по остаткам для выяснения взаимосвязи объемов продаж и цен на продукцию. Результаты анализа взаимосвязи представлены в таблице (Таблица 2).

Выделим вид рекламы на каждый вид продукции, где значимость F-статистики по коэффициентам детерминации не превышает 0,05. Таким образом, можно говорить о наличии зависимости между участием в специализированных выставках и презентациях, а так же о влиянии печатной рекламы в форме статей в журналах «Стройка», «Ремонт» др. на рост продаж клеевых составов, особенно клея «Универсального» объемом 25кг.

Выставки влияют на увеличение продаж клеев, скорее всего вследствие того, что клеи у предприятия ООО «Геркулес-Сибирь» достаточно уникальны по своим свойствам и почти не имеют аналогов на рынке, а проведение презентаций и участие в выставках способствует донесению информации об этих свойствах целевой аудитории, присутствующей на таких выставках. Можно сказать, что статьи в специализированных изданиях тоже влияют на продажи клеевых составов, так как такая информация востребована непосредственно целевым сегментом.

Также прослеживается влияние ТВ- и радиорекламы на штукатурные смеси, в частности на штукатурную смесь объемом 25 кг. Рекламная компания на радио проводилась 4 раза за анализируемый период и была направлена на продвижение гипсовых составов: штукатурок и шпатлевок предприятия.

Оценки параметров полученных по моделям взаимосвязи, представлены в таблице (Таблица 3).

Исходя из данных оценок, можно сделать вывод, что величина параметра  $a_0$ , показывающая значение соответствующего объема продаж при расходах на рекламу равных нулю, во всех моделях не имеет экономического содержания, так как R-значения по всем параметрам превышают 0,05. Следовательно, можно утверждать, что с вероятностью больше 0,95 все параметры являются не значимыми и ими можно пренебречь. Что касается величины параметра  $a_1$ , то он показывает среднее изменение отклика с изменением регрессора на одну единицу. То есть, увеличение расходов на участие в выставках и презентациях на 1000 рублей, вызовет увеличение объема продаж клея «Универсального» объемом 25 кг на 40 штук. Увеличение затрат на размещение рекламных роликов на ТВ и радио на 1000 рублей, вызвало увеличение объема продаж штукатурных смесей объемом 25 кг на 20 штук. Статьи в специализированных изданиях, вызвали увеличение объемов продаж клея «Суперполимер» (25 кг) и клея «Универсальный» (12 кг) на 8 и 1 соответственно, при увеличении затрат на 1000 рублей.

Среднее изменение отклика с изменением регрессора на одну единицу. То есть, при увеличении расходов на участие в выставках и презентациях на 1000 рублей, вызовет увеличение объема продаж клея Универсального объемом 25кг на 40 штук. Увеличение затрат на размещение рекламных роликов на ТВ и радио на 1000 рублей, вызовет увеличение объема продаж штукатурных смесей объемом 25кг на 20 штук.

Таблица 2 - Влияние на изменение объемов продаж изменения расходов на рекламу (значимость F-статистики по коэффициентам детерминации)

Номенклатура/значимость F моделей	Статьи в специализированных изданиях	Наружная реклама	Участие в выставках и презентациях	Изготовление муляжей и каталогов продукции	Рекламные ролики на ТВ и радио	Распространение листовок и др. Рекламных материалов
Клей «Универсальный», 25 кг	0,08	0,06	0,005	0,27	0,83	0,39
Клей «Суперполимер», 25кг	0,05	0,73	0,13	0,08	0,96	0,46
Смесь для грубого пола, 25кг	0,85	0,49	0,33	0,24	0,19	0,70
Штукат. смесь, 25 кг	0,65	0,38	0,16	0,56	0,01	0,87
Шпатлевка «Безусадочная», 20кг	0,26	0,92	0,14	0,13	0,14	0,16
Клей «Универсальный», 12 кг	0,05	0,10	0,63	0,29	0,49	0,94

Таблица 3 - Влияние ТВ- и радио-рекламы на продажи штукатурных смесей (оценки параметров моделей взаимосвязи)

Показатель	Клей «Универсальный» (25 кг) и участие в выставках и презентациях	Штукатурная смесь (25 кг) и рекламные ролики на ТВ и радио	Клей «Суперполимер» (25 кг) и статьи в специализированных изданиях	Клей «Универсальный» (12 кг) и статьи в специализированных изданиях
$a_0$	21,36	-146,71	136,88	-27,41
$a_1$	0,04	0,02	0,008	0,001
P-значение $X_0$	0,97	0,65	0,79	0,792
P-значение $X_1$	0,004	0,01	0,05	0,052

Статьи в специализированных изданиях, вызвали увеличение объемов продаж клея «Суперполимер» объемом 25 кг и клея «Универсальный» объемом 12кг на 8 и 1 соответственно, при увеличении затрат на 1000 рублей.

Далее выясним, через какое время происходит отклик на увеличение расходов на рекламу. Для этого построим модель с распределенными лагами и оценим параметры модели. Построим модель с распределенными лагами, имеющую вид:

$$y_t = c_0 + \sum_{k=0}^T X_k x_{t-k} + u_t$$

где  $T = 2$  - максимальная величина лага;  
 $c_0$  - оценка параметра с помощью метода наименьших квадратов;  
 $u_t$  - случайная ошибка.

Оценим параметры по формуле:

$$Xk = \Theta(k, a) = a_0 + a_1k + a_2k^2$$

где:  $a_0, a_1, a_2$  - оценки параметров, полученные методом наименьших квадратов.

**Заключение.** Таким образом, выяснилось, что отклик на увеличение расходов на участие в выставках и презентациях, вызовет отклик продаж клей «Универсальный» объемом 25 кг в среднем через 1,06 месяца. Отклик на увеличение расходов на рекламные ролики на ТВ и радио, вызвал незначительный отклик продаж штукатурных смесей объемом 25 кг. Так как все P-значения больше 0,05, то гипотеза  $H_0$  отвергается на 95%-ном уровне значимости, то есть все параметры, являются незначимыми, ими можно пренебречь, таким образом, соответствующие регрессоры в модели не оказывают влияния на отклик.

Статьи в специализированных изданиях вызвали отклик на увеличение продаж клея «Суперполимер» объемом 25 кг и клея «Универсальный» объемом 12 кг через 2,1 и 1,9 месяца соответственно.

На рынке ССС необходимо учитывать некоторые нюансы. Рынок ССС является индустриальным более чем на 75%, а это значит, что основным мотивом потреблении сухих строительных смесей высту-

пает выгода. Поэтому элементы, эффективные на потребительском рынке, здесь не всегда уместны. И наоборот, более действенно работают рекламные сообщения, указывающие на функциональные достоинства продукта.

Для успешного развития продаж основным рынком сбыта является развитие дистрибьюторской сети. Основными методами стимулирования сбыта могут служить скидки, роз-материалы, уровень квалификации продавца. Большую помощь в продвижении товаров может оказать грамотно спланированная и проведенная демонстрация преимуществ товара.

#### Библиографический список

1. Кошечкин С.А. Алгоритм прогнозирования объема продаж в MS Excel // Маркетинг в России и за рубежом. 2001.№5. –С.34-42.
2. Хруцкий В.Е., Корнеева И.В. Современный маркетинг: Настольная книга по исследованию рынка. — М.: Финансы и статистика, 1999.
3. Хэмел Г., Прахалад К., Томас Г., О. Нил Д. Стратегическая гибкость / Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2005. – 384 с.

#### ABC-ANALYSIS FOR A DRY MIX PRODUCTION

A.Yu. Rymanov, T.V. Titova

The study covers ABC-analysis techniques for the efficiency estimation in a dry mix production. The contribution of different types of products for the total profitability of a company estimated with the ABC-analysis techniques. The estimates of the response of advertising costs of product groups presented in the article.

*Рыманов Александр Юрьевич - доктор экономических наук, заведующий кафедрой, факультет бизнеса, Новосибирский государственный технический университет, около 90 публикаций в сфере экономики и финансов фирмы*

*Титова Татьяна Владимировна - кандидат экономических наук, доцент, факультет бизнеса, Новосибирский государственный технический университет, около 30 публикаций в сфере экономики и маркетинга.*

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

С.А. Теслова

**Аннотация.** В статье рассматривается методика, позволяющая определить конкурентное положение грузовых автотранспортных предприятий на основе оценки ключевых показателей конкурентоспособности.

**Ключевые слова.** Конкурентоспособность, автомобильный транспорт, система сбалансированных показателей, кластерный анализ.

**Введение.** Оценка уровня конкурентоспособности является одним из важнейших этапов процесса формирования конкурентных преимуществ грузовых автотранспортных предприятий и в значительной степени определяет их стратегические действия.

**Основная часть.** Задача оценки конкурентоспособности обладает особой сложностью грузовых автотранспортных предприятий в силу специфических отличий их деятельности от материального производства, на которое ориентировано большинство существующих методов оценки. При этом необходимо учитывать, что возможность предприятия конкурировать на рынке зависит не только от конкурентоспособности транспортных услуг, но и от качества организации всех хозяйственных процессов в целом на предприятии, обеспечивающих его конкурентный статус.

В связи с этим возникает проблема выбора из множества показателей, характеризующих ту или иную сторону деятельности ГАТП, тех, которые в наибольшей степени будут отражать эффективность использования всех видов ресурсов, положение предприятия на рынке и соответствующий ему уровень конкурентоспособности.

Конкурентоспособность грузового автотранспортного предприятия можно рассматривать как совокупность социально-экономических параметров: определенные условия хозяйствования, материальные, трудовые ресурсы, технологии, необходимые для осуществления транспортной деятельности. Поэтому в качестве основы можно использовать систему сбалансированных показателей (BSC – Balanced Scorecard), подразумевающей увязку стратегического и оперативного управления, финансовых, материальных и неосязаемых ресурсов, основанных на знаниях и инновациях, и включающей следующие категории: клиенты, процессы, финансы, персонал, каждой из которых соответствует определенное количество показателей, отобранных таким образом, чтобы соблюдались условия:

- простоты расчета и сбора информации, учитывающей использование текущей отчетности предприятия для самостоятельной оценки руководством уровня конкурентоспособности;

- компактности для исключения ошибок и громоздкости системы;

- сопоставимости единиц измерения показателей для исключения необходимости перевода к равноценному виду и возможности интегрирования в обобщающий показатель;

- комплексности для учета всех ресурсов и направлений деятельности ГАТП, а также элементов внешнего окружения.

Проблема выбора из множества показателей наиболее значимых для оценки конкурентоспособности решается с помощью методики экспертных оценок путем анкетного опроса представителей административно-управленческого персонала ГАТП, в чьей компетенции находится принятие стратегических управленческих решений. Значимость каждого показателя для определения результата отражается весовыми коэффициентами, определенными методом двойного попарного сравнения, посредством которого удается исключить случайные ошибки.

Значения весовых коэффициентов получены методом последовательного приближения, с каждым последующим расчетом весовые коэффициенты каждого объекта экспертизы уточняются, стремясь к некоторым постоянным значениям и строго отражая соотношения между ними. Совокупная система показателей и их характеристики представлены в табл. 1.

Для расчета интегрального показателя конкурентоспособности целесообразно использовать смешанный метод, позволяющий учесть и значимость каждого показателя, и направление его влияния, и представляющий собой комплексный количественный показатель в следующем виде:

$$K = \sum_{i=1}^n d_i \cdot (K_i)^{\beta_j} \quad (1)$$

где  $d_i$  - удельный вес (коэффициент весомости)  $i$ -того показателя;  $K_i$  - значение  $i$ -того показателя конкурентоспособности;  $\beta_j$  - коэффициент, учитывающий направление влияния  $i$ -того показателя на результат.  $\beta_j = 1$ , если увеличение показателя приводит к росту результирующего,  $\beta_j = -1$ , если увеличение показателя приводит к уменьшению результирующего.

Таблица 1 – Система показателей конкурентоспособности ГАТП

BSC	Показатель	Средний ранг	Коэффициент конкордации Кендала	Весовой коэффициент, $d_i$
Клиенты	Доля постоянных клиентов	2,958	0,795486	0,036184
	Доля рынка	2,042		0,200658
	Коэффициент цены	1,125		0,759868
	Степень годности подвижного состава	3,792		0,003289
Процессы	Коэффициент выпуска автомобилей на линию (показатель неорганизованности производства)	4,375	0,91125	0,011168
	Фондоотдача	4,708		0,001015
	Рентабельность затрат	1,375		0,691371
	Прирост объема перевозок	1,708		0,234518
	Показатель обновления парка транспортных средств	3,001		0,061929
Финансы	Коэффициент автономии	4,458	0,86958	0,011168
	Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	3,125		0,061929
	Коэффициент маневренности собственных оборотных средств	4,5		0,001015
	Коэффициент текущей ликвидности	1,708		0,234518
	Запас финансовой прочности	1,375		0,691371
Персонал	Прирост выработки	1,333	0,802083	0,759868
	Коэффициент штатности	3,708		0,003289
	Коэффициент текучести кадров	1,708		0,200658
	Относительный показатель заработной платы	3,250		0,036184

Расчет интегрального показателя позволяет провести оценку конкурентоспособности в рамках самого ГАТП, установить конкурентную позицию, ее характер и изменение, получить информацию о сильных и слабых сторонах деятельности, а также выбрать возможные направления для дальнейшего развития и адаптации к динамичным рыночным условиям.

Количество возможных уровней конкурентоспособности может быть определено исходя из жизненного цикла предприятий. Кризисное конкурентное положение соответствует этапу становления, который характеризуется неустойчивыми и неопределенными целями, нехваткой опыта. На стадии роста предприятие все больше набирает силу, постепенно приближается к позиции основных конкурентов, но при этом все еще неустойчиво, конкурентную позицию можно определить как слабую. Стадия зрелости характеризуется стабильностью, управляемостью, квалификацией персонала, результаты деятельности подразделений измеряются полученной прибылью. Предприятие достигает уровня ведущих участников рынка (*конкурентный паритет*), а компетентность и опыт руководства позволяют наработать определенный имидж предприятия и образовать определенный круг клиентов, тем самым обеспечить сбалансированный рост (*конкурентное превосходство и устойчивое конкурентное положение*). [2, 7] Установленное количество возможных уровней конкурентоспособностей подтверждается результатами

кластерного анализа, выполненного при помощи программного пакета STATISTICA. [3] Иерархический анализ показал наличие пяти естественных кластеров в совокупности типичных грузовых автотранспортных предприятий, а метод k-средних позволил определить их количественные границы (таблица 2).

Предложенная методика характеризуется невысокой трудоемкостью и простотой расчета, что позволяет избежать дополнительных затрат, связанных со сбором информации, расчетами, обработкой результатов и с привлечением специальных работников.

Ориентируясь на полученные данные, предприятие может самостоятельно и оперативно определить конкурентные позиции в целом, а также выявить недостатки по отдельным составляющим конкурентоспособности, произвести их детальный анализ и определить те из них, которые требуют разработки соответствующих действий по развитию и улучшению. Данная система оценки достаточно универсальна, и с небольшими изменениями, учитывая специфику деятельности предприятия, может применяться в других отраслях экономики.

Выбор направлений повышения конкурентоспособности осуществляется на основе анализа отклонений фактических значений показателей от целевых, в качестве которых предлагается принять средние (типичные) значения показателей по каждому конкурентному уровню.

Таблица 2 – Классификация предприятий по количественному значению уровня конкурентоспособности

Группа показателей конкурентоспособности		Кластеры				
		Кризисное конкурентное состояние	Конкурентная способность	Конкурентный паритет	Конкурентное превосходство	Устойчивое конкурентное положение
Клиенты Общее среднее 0,6289 Среднепрогрессивное значение 0,6723	Нижняя граница	-	0,5458	0,6012	0,6566	>0,7172
	Верхняя граница	<0,5458	0,6012	0,6566	0,7172	-
	Среднее значение в кластере	-	0,5808	0,6053	0,6644	-
Финансы Общее среднее 0,6112 Среднепрогрессивное значение 0,7281	Нижняя граница	-	0,342	0,5218	0,7016	>0,8814
	Верхняя граница	<0,342	0,5218	0,7016	0,8814	-
	Среднее значение в кластере	-	0,3795	0,5901	0,7906	-
Процессы Общее среднее 0,1743 Среднепрогрессивное значение 0,2872	Нижняя граница	-	0,0392	0,1062	0,1873	>0,3271
	Верхняя граница	<0,0392	0,1062	0,1873	0,3271	-
	Среднее значение в кластере	-	0,0609	0,1526	0,3204	-
Персонал Общее среднее 1,1271 Среднепрогрессивное значение 1,4175	Нижняя граница	-	0,7077	0,8284	1,1384	>1,2651
	Верхняя граница	<0,7077	0,8284	1,1384	1,2651	-
	Среднее значение в кластере	-	0,9411	1,0166	1,1801	-
Общий показатель Общее среднее 2,5421 Среднепрогрессивное значение 2,8343	Нижняя граница	-	2,2518	2,480	2,5662	>2,7729
	Верхняя граница	<2,2518	2,480	2,5662	2,7729	-
	Среднее значение в кластере	-	2,3469	2,5231	2,6960	-

Их выбор зависит от возможностей предприятия, его ресурсов и потенциала, которые могут способствовать переходу предприятия на последующий конкурентный уровень, постепенно улучшать конкурентное положение, либо дать возможность достичь показателей ведущих, более успешных предприятий, имеющих конкурентные преимущества над остальными участниками или находящиеся в устойчивом положении, которое характеризуется так называемым среднепрогрессивным значением того или иного показателя.

Подбор значений показателей для достижения целевого результата решается с помощью линейной задачи оптимизации. Экономическая целесообразность применения таких методов обусловлена получением в результате решения многокритериальной оптимизационной задачи синергетического эффекта, учитывающего вклад каждого элемента в общий результат. [6, с. 275] В качестве ограничений для переменных использованы значения, установленные в научных трудах Матанцевой О.Ю., Кононовой Г.А., Фасхиева Х.А., Бачурина А.А. и других, и характеризующие их оптимальный уровень для обеспечения нормальных условий функционирования ГАТП. Решение данной задачи может быть осуществлено при помощи современного и доступного программного средства Microsoft Excel и функции поиска решений. [1, 3, 5, 8, 9]

**Заключение**

Использование полученных данных при наличии оценок конкурентоспособности за ряд периодов позволяет отследить динамику конкурентного положения, ее характер, а также определить прогнозные значения изменения показателей конкурентоспособности. Ориентирование на заданный уровень интегрального показателя по определенной составляющей конкурентоспособности позволяет предприятиям получить инструменты для регулирования своей деятельности и самостоятельно выбрать мероприятия по улучшению конкурентного положения с учетом условий их деятельности. Конкретная, количественно определенная цель в виде заданных темпов прироста показателей и прогнозных значений служит основой для дальнейших действий и разработки стратегических планов.

**Библиографический список**

1. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных организаций: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Бачурин; под. ред. З.И. Аксеновой. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 320 с.
2. Бельх В.И. Теория организации: учеб. пособие для студ. специальности 080505 «Управление персоналом» / В.И. Бельх, С.Г. Полковникова, Г.А. Гайнуллина. – Омск: Изд-во АНО ВПО «Омский экономический институт». 2010.

– 320 с.

3. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФОРУМ. – 2008. – 464 с. – (Высшее образование).

4. Ляско В.И. Конкурентоспособность автотранспортного предприятия // Автотранспортное предприятие. – 2004 г. - № 8;

5. Организационно-экономические аспекты развития транспортных систем и предприятий автотранспорта в современных условиях [Текст] : монография / В. В. Бирюков, Л. В. Эйхлер ; СибАДИ. – Омск : СибАДИ, 2008. – 330 с. : ил., табл.;

6. Оценка конкурентоспособности предприятий (организаций). Теория и методология: Учебное пособие / В.В. Царев, А.А. Кантарович, В.В. Черныш. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 799 с.: табл.;

7. Сарычев А.Е. Оценка ресурсов и способностей компаний в условиях динамизма внешней среды и глобализации // Российское предпринимательство. – 2008. - №7 (2). – с.44 - 49;

8. Фасхиев Х.А., Шигапова З.Ф. Как управлять конкурентоспособностью грузового автопредприятия. // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2008. – №2;

9. Экономика автомобильного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / [А.Г. Будрин, Е.В. Будрина, М.Г. Григорян и др.];

под ред. Г.А. Кононовой. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 320 с.

### METHODOLOGY OF ASSESSMENT COMPETITIVE POSITION OF TRANSPORT ENTERPRISES

S.A. Teslova

The article reviews the methodology, which allows to determine competitive position of transport enterprises based on key indicators assessment.

*Теслова Светлана Анатольевна – старший преподаватель кафедры «Экономика и управление предприятиями» Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. Основное направление научных исследований – конкурентоспособность грузовых автотранспортных предприятий в современных условиях. Общее количество публикаций – 19.*

УДК 656.1

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СУБЪЕКТОВ ГАТК В СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ

Л.В. Эйхлер, А.А. Демиденко

**Аннотация.** *Статья посвящена изучению формирования экономического взаимодействия грузовых автотранспортных предприятий, функционирующих в рамках профессиональных форм самоорганизации бизнеса в сфере грузовых автомобильных перевозок.*

**Ключевые слова:** *грузовой автотранспортный комплекс, система управления, экономическое взаимодействие, самоорганизация, интеграция.*

### Введение

С переходом от административно-командных методов управления народным хозяйством к рыночным отношениям экономика потребовала совершенно нового подхода к управлению рынком транспортных услуг. Потеря прямых рычагов воздействия на бизнес в системе отраслевого управления и неспособность государства должным образом контролировать автотранспортную отрасль

подстегнули автотранспортное сообщество к активной позиции в отношении формирования рынка грузовых автомобильных перевозок. Со стороны грузовых автотранспортных предприятий (ГАТП) начали наблюдаться активные действия в отношении экономического взаимодействия и формирования качественного рынка автотранспортных услуг.

**Экономическая основа процессов самоорганизации на автомобильном транспорте**

Одним из ярких прямых рычагов государственного регулирования автотранспортной деятельности выступала лицензирование услуг. Государственная политика лицензирования была призвана помочь и структурировать протекающие на автотранспортном рынке процессы и организовать контроль деятельности активно появляющихся грузовых автотранспортных предприятий (ГАТП) и предпринимателей. Первое время система лицензирования действительно упорядочивала рыночные отношения, способствовала установлению порядка. В силу того, что рынок постоянно перестраивался и трансформировался, регулирование отношений внутри него также требовали параллельных изменений и нового понимания со стороны государственных органов власти значимости в выстраивании и поддержании порядка. К сожалению государственный метод воздействия со временем перестал оказывать должные и возложенные на него обязательства. Этому способствовали многочисленные факторы, главными из которых стали бюрократические и часто нелегальные формы допуска на рынок автотранспортных услуг. Вместо ужесточения порядка на рынке перевозок и отслеживания попыток нелегального лицензирования, данный метод государственного регулирования стал постепенно самоустраняться и в 2005 г. полностью покинул сферу грузового автомобильного транспорта. Грузовые автоперевозки вышли из сферы государственного регулирования.

По оценкам специалистов, удельный вес услуг по перевозке грузов, предоставляемых малым бизнесом, составляет по РФ более 67 %, при этом более 70 % субъектов предпринимательской деятельности являются собственниками не более четырех транспортных средств. В предпринимательскую деятельность на автомобильном транспорте вовлечено свыше одного миллиона человек [1]. В то же время, по официальным данным, списание устаревшего парка подвижного состава составляет ежегодно не более 11% от общего количества автомобилей, а темп обновления техники не превышает четырех процентов. При этом в абсолютном выражении парк грузовых автомобилей по РФ ежегодно увеличивается на 800 тыс. ед., при поступлении новых автомобилей на уровне 200 тыс. ед., а списывается с баланса крупных предприятий не менее 539 тыс. автотранспортных средств [2]. Следовательно, устаревшая техника перетекает в сектор малого бизнеса.

Для восстановления утраченных свойств и укрепления своих позиций в новых экономических условиях ГАТП стремятся к экономической интеграции. Причем интеграционные процессы, происходящие в рыночно-ориентированной экономике транспорта, отражают современные тенденции экономического развития, иницилирующие организационную активность со стороны ГАТП в направлении повышения роли корпоративного звена.

Цель интеграции как инструмента институциональных преобразований в системе хозяйственных связей рассматривается с позиции получения максимального синергетического эффекта. В данном контексте понятие «синергия» - преимущество от

совместной деятельности или от объединения каких-либо элементов (функций финансов, организационных структур и т.п.), достигаемое в том случае, если результативность (эффективность) образовавшегося цельного превышает результативность всех элементов по отдельности [6, с.95]. Всеобщий характер интеграционных процессов, происходящих в экономике, связан, прежде всего, с тем, что в философском плане интеграция – это одна из сторон любого процесса развития, заключающаяся в объединении в целое ранее разнородных частей и элементов. Процессы интеграции проявляются как в рамках уже сложившейся системы (в этом случае ведут к повышению ее целостности и организованности), так и при формировании новой системы из ранее не связанных элементов. В ходе процессов интеграции в системе увеличивается объем взаимосвязей и взаимодействий между ее элементами, в частности, надстраиваются новые уровни управления [7, с.195].

Синергетический подход к исследованию интеграционных процессов является наиболее актуальным, поскольку хозяйственные, финансовые и информационные взаимодействия автотранспортных предприятий имеют свои особенности и требуют развития нового методологического подхода к решению проблемы рационального управления на уровне конкретного бизнеса и на уровне формирующейся интегрированной системы в целом. Синергетический подход выявляет условия, при которых системы становятся способными к самоорганизации [132].

Объединения самоорганизации характеризуются сложными взаимосвязями как внутри, так и за своими пределами, позволяющими адаптироваться к изменяющимся условиям существования. Благодаря этим взаимосвязям, являющимися результатом согласованного действия самоорганизующихся предприятий, объединения могут выполнять определенные функции, благодаря которым новая организационная форма взаимодействия способна настраиваться на реализацию определенных задач.

Таким образом, объединения самоорганизации следует рассматривать как совокупность хозяйствующих субъектов в сфере грузовых автомобильных перевозках, взаимодействие которых вызывает появление новых интегрированных возможностей, отсутствующих у отдельно взятых АТП, позволяющих им адаптироваться к изменяющимся условиям и настраиваться на достижение заданных целей.

Объединение перевозчиков в России и их интеграционное взаимодействие на современном этапе находятся в процессе становления, понимания своего места и роли в современной экономике, определения значимости для рынка грузовых автомобильных перевозок и функций по отношению к перевозчикам и потребителям автотранспортных услуг. Существующие объединения самоорганизации составляют небольшой процент от общего количества грузовых перевозчиков на рынке автотранспортных услуг и охватывают небольшое количество ГАТП и предпринимателей, в связи с чем их влияние на

общественные институты, в том числе и властные, пока довольно слабо. Причина такого положения дел состоит в том, что автотранспортный бизнес только начинает становиться цивилизованным, постепенно выходя из тени. Пока предприниматели боятся вступать в какие-либо объединения, опасаясь, что их деятельность должна будет стать более прозрачной [6, с.92].

Несмотря на данный факт, профессиональные объединения самоорганизации продолжают формироваться на рынке грузовых автомобильных перевозок, что, соответственно, активно привлекает внимание экономистов-транспортников и специалистов в области экономики и управления автомобильным транспортом в сфере интеграционных процессов на автомобильном транспорте и формирования взаимодействия на уровне хозяйствующих субъектов ГАТК.

Изучение интеграционных процессов экономики транспорта в России позволили Беляевой Ю. В. [1, с.10-11] выделить основные предпосылки формирования интеграционных структур грузовых автотранспортных предприятий, а именно: процесс глобализации экономики транспорта; создание новых информационных технологий, управление транспортным производством на основе глобальных и локальных информационных сетей; распространение на российский рынок транспортных услуг современных принципов логистики; интенсификация международных перевозок грузов на автомобильном транспорте между Россией и другими странами; формирование сети транспортных посреднических организаций России; либерализация отечественного рынка транспортных услуг.

Институциональные преобразования на основе интеграции на грузовом автомобильном транспорте исследовались также в работе Хмельницкого А. Д. [4, стр.203]. По мнению исследователя, процессы самоорганизации на автомобильном транспорте обусловлены такими факторами, как: недобросовестная конкуренция на рынке автотранспортных услуг; инфраструктурный характер деятельности автотранспортных предприятий; высокий уровень затрат на автотранспортное производство; низкий уровень акционерного капитала ГАТП для осуществления крупномасштабных инвестиционных проектов.

В исследовании Цаплинко Д.А. место объединений в системе макроэкономических взаимодействий определяется, прежде всего, их функциями самоподдержания и самоорганизации объектов, целью функционирования которых является создание наиболее благоприятных условий функционирования для каждого из участников и стремление к снижению затрат при осуществлении своей деятельности [5, с.72].

Предпосылками интеграционных процессов на ГАТК можно считать, прежде всего, высокую затратность автотранспортного бизнеса, высокую степень износа подвижного состава, несоответствие его структуры рыночным предпочтениям и недостаток финансовых ресурсов автотранспортных организаций для проведения широкомасштабных инновационных проектов по

обновлению парка подвижного состава и совершенствованию технологии перевозок [7, с.149].

Экономическая интеграция перевозчиков, прежде всего, предполагает снижение транзакционных издержек за счет эффективной деятельности интегрированных структур, экономии от эффекта масштаба, и, как следствие, укрепление конкурентных преимуществ на рынке, усиление кредитоспособности укрупненной автотранспортной организации как за счет увеличения имущественной базы как гаранта возврата обязательств. При этом интеграционные процессы, происходящие в рыночно-ориентированной экономике не должны ограничивать степень финансово-хозяйственной самостоятельности субъектов, должны быть инициированы снизу, но при регулирующей роли государствам [5, с.110].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что экономические интересы выступают первоначальным импульсом и катализатором процессов самоорганизации среди перевозчиков. Экономические интересы обуславливают динамику, задают вектор и определяют интенсивность процессов самоорганизации в ГАТК. Систематизация экономических интересов, реализуемых в процессе интеграционного взаимодействия ГАТП представлена в табл.1

Экономические интересы прямого характера отражаются в прямом сокращении основных и накладных затрат. Интересы косвенного характера проявляются опосредованно, через качественные характеристики функционирования объединения самоорганизации, поэтому их определение возможно только после непосредственного функционирования объединения.

При формировании условий для развития объединений самоорганизации целесообразно придерживаться следующих принципов:

- принцип системности, за счет которого происходит обеспечение функциональной взаимосвязи всех элементов системы управления (ГАТП, объединений самоорганизации, потребителей автотранспортных услуг, государственных органов власти);

- принцип комплексности, благодаря которому создаются благоприятные условия для развития объединений самоорганизации с учетом всего спектра государственной поддержки;

- принцип прозрачности, посредством которого обеспечивается открытый доступ к информации о деятельности объединений самоорганизации;

- принцип согласованности, благодаря которому происходит гармонизация правил осуществления деятельности объединений самоорганизации с федеральными нормативно-правовыми документами.

При этом условиями эффективного развития объединений являются: поддержание высоких стандартов функционирования грузовых автопервозок (т.е. наличие разработанного свода правил, системы контроля за соблюдением этих правил и применения санкций); объединения не должны

создавать препятствия эффективной конкуренции на рынке и не должны обеспечивать соблюдение

интересов только своих членов в ущерб общественным интересам [2, стр.13].

Таблица 1 - Экономические интересы ГАТП, выраженные через наиболее значимые направления деятельности объединений самоорганизации

Направление деятельности	Отражение в деятельности ГАТП		Экономические интересы
Эффективное вертикальное взаимодействие	Сокращение ресурсных затрат	основные затраты	
Отбор, переподготовка и повышение квалификации кадров	Сокращение трудовых затрат	накладные затраты	
Информационная интеграция	Сокращение информационных затрат		
Обмен передовым опытом	Сокращение коммуникационных затрат		
Консультационное сопровождение деятельности	Сокращение консультационных затрат	прямого характера	
Представление и защита прав и интересов	Сокращение транзакционных издержек		
Создание благоприятного общественного имиджа	Снижение предпринимательского риска		
		косвенного характера	

Самоорганизацию следует рассматривать как разновидность экономического регулирования и как дискретную институциональную альтернативу государственному регулированию в решении определенного круга вопросов (рисунок 1.). Самоорганизация открывает возможность повышать адаптационную эффективность деятельности экономических субъектов за счет того, что участники грузового ав-

тотранспортного рынка самостоятельно устанавливают формальные правила, регулирующие бизнес, обладая при этом доступом к локальным информационным ресурсам. Но поскольку самоорганизация пока не носит всеобщего характера, она должно дополняться государственным регулированием и управлением.



Рис. 1. Место объединений самоорганизации в системе управления ГАТК

Понимание и осмысление на уровне государственных органов власти интеграционных процессов и тенденций к самоорганизации проявляется в проводимой государством политике по дерегулированию полномочий, выработке и принятии правовых норм, регулирующих данную сферу деятельности хозяйствующих субъектов ГАТК, постепенное закрепление права ГАТП на самоорганизацию.

В общем виде взаимоотношения объединений самоорганизации и государственных органов власти выглядит как трехзвенная система, где сами объединения занимают промежуточное положение между органами государственного регулирования и объ-

ектами регулирования (перевозчиками), а динамическую часть этой системы составляют взаимные права и обязанности объединений самоорганизации и государственных органов власти с одной стороны, и профессиональных объединений и ее членов с другой.

Именно поэтому дальнейшее рассмотрение формирования и функционирования процессов самоорганизации и интеграции в сфере грузовых автомобильных перевозок необходимо рассматривать как инструмент реализации экономической политики РФ в сфере формирования цивилизованного рынка автотранспортных услуг.

### Библиографический список:

1. Шваргерус С.Е. Саморегулирование авто-транспортной деятельности в Российской Федерации: проблемы и перспективы. // Транспорт Российской Федерации, 2010 г. №4 (29), с. 8-10
2. Доклад о результатах и основных направлениях деятельности Министерства транспорта Российской Федерации на 2009–2011 годы. // www.mintrans.ru
3. Беляева Ю.В. Организационно-экономические формы интеграции грузовых автотранспортных предприятий : дис. ... канд. экон. наук : 06.08.00 / Ю.В. Беляева ; С.-Петерб. гос. инженер.-эконом. ун-т. - СПб., 2004. - 150 с.
4. Крючкова П. В. Саморегулирование хозяйственной деятельности: институциональный анализ / П. В. Крючкова. - М. : ТЕИС, 2005. - 346 с.
5. Правдина Н.В. Управление и самоорганизация в производственной интеграции : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Н.В. Правдина ; Ульян. гос. ун-т. - Ульяновск, 2006. - 192 с.
6. Хмельницкий А.Д. Организационно-экономические методы управления хозяйственными связями субъектов на рынке грузовых автотранспортных услуг: дис. ... докт. экон. наук : 12.00.05 / А. Д. Хмельницкий ; ГТУ МАДИ. - М., 2006. - 332с.
7. Цаплиенко Д.А. Формы экономического взаимодействия организаций автотранспортного бизнеса : дис. канд. экон. наук : 08.00.05 / Д.А. Цаплиенко ; Гос. ун-т упр. - М., 2006. - 170 с.
8. Эйхлер Л.В. Методологические основы интеграции на автомобильном транспорте / Л.В. Эйхлер

// Монография. – Омск : СибАДИ, 2008.– 192 с.

9. Эйхлер Л.В. Структурирование функций управления интеграционными процессами с учетом теории самоорганизации / Л.В. Эйхлер // Актуальные вопросы экономики и управления российскими предприятиями: сборник науч. трудов. – Омск : СибАДИ, 2009. – Вып.4 – 220 с. – С. 194-198.

### ECONOMIC INTERACTION OF ECONOMIC SUBJECTS OF THE GACC IN THE MODERN SYSTEM OF MANAGEMENT

L.V. Echiler, A.A. Demidenko

The article is devoted to studying the formation of economic interaction between freight trucking companies that operate in the form of self-organization of professional business in the area of freight transport.

*Эйхлер Лариса Васильевна - кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедрой Экономики и управления предприятиями СибАДИ. Основные направления научной деятельности Экономика и управление на транспорте. Общее количество опубликованных работ: 110.*

*Демиденко Анастасия Анатольевна - аспирантка. Основные направления научной деятельности грузовые автотранспортные предприятия, система управления на автомобильном транспорте, самоорганизация и интеграция на автомобильном транспорте, экономическое взаимодействие автотранспортных предприятий. Общее количество опубликованных работ: 9.*

УДК.338.47:656

## АВТОТРАНСПОРТНЫЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИЕ СТРУКТУРЫ В ФОРМИРОВАНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОЙ ЦЕПИ ПОСТАВОК

С.М. Хаирова

**Аннотация.** Утвердившиеся на практике стратегии автотранспортных предпринимательских структур не всегда конкурентоспособны. Конкурентоспособность автотранспортных предприятий существенным образом предопределена качеством логистического обеспечения и участием их в ассоциативной цепи поставок.

**Ключевые слова:** автотранспортные предпринимательские структуры, логистика, цель поставок, концепции управления запасами.

### Введение

В современной рыночной экономике, характеризующейся напряженной конкурентной борьбой на рынке, предпринимательские автотранспортные предприятия должны самостоятельно решать вопросы не только внутренней организации, но и формирования всей совокупности связей с внешней средой. Все процессы обеспечения конкурентоспособности автотранспортных предприятий региона должны быть

объединены сквозной методологией, которая может быть обеспечена использованием логистического подхода, позволяющего комплексно с системных позиций охватить все процессы как единое целое.

Формирование деловой стратегии предполагает обеспечение ее соответствия конкурентной ситуации и потенциалу предприятия и может происходить путем подбора того или иного вида при возникновении реальной ситуации. Альтернативные стратегии изме-

нений отличаются друг от друга. Реализация деловой стратегии обычно предполагает осуществление различных нововведений, которые носят противоречивый характер, что обуславливает необходимость своевременного выявления и устранения причин противодействия на каждой стадии инновационных процессов, поэтому важно разрабатывать адекватные механизмы и методы управления этими процессами, минимизировать риски в случае неправильного выбора управляющих воздействий, обеспечивая полномасштабное внедрение нововведений.

Вместе с тем, утвердившиеся на практике подходы и методы принятия стратегических решений не позволяют удовлетворительно решать проблемы повышения конкурентоспособности автотранспортных предприятий, не учитывают должным образом особенности их деятельности в современных условиях, что нередко приводит к стратегическим просчетам и негативно сказывается на результатах предпринимательской деятельности.

### Основная часть

Есть все основания считать, что конкурентоспособность автотранспортных предприятий существенно предопределена качеством логистического обеспечения его деятельности, обуславливающей формирование и движение экономических потоков – материальных, финансовых, информационных. Поскольку автотранспортное предприятие в этом аспекте представляет пункт на траекториях экономических потоков, целесообразной следует считать оценку их рациональности и последующие действия по оптимизации материальных потоков.

В этой связи необходимо осуществлять постоянный анализ текущего состояния транспортного предприятия и выявлять направления развития, обеспечивающие его конкурентоспособность; изменять принципы функционирования предприятия и обеспечивать их ориентацию на рыночные условия; разрабатывать и реализовывать мероприятия по обеспечению конкурентоспособности транспортного предприятия в формах организационной, экономической и технологической реструктуризации; совершенствовать систему управления предприятия на основе логистической поддержки, адекватной современным условиям хозяйствования за счет оптимизации материальных, информационных и финансовых потоков.

Однако, могут сложиться противоречия между участниками хозяйственных связей - транспортным предприятием и организацией потребителем транспортных услуг.

Необходимо признать, что решение данного противоречия возможно при идентификации транспортной логистики в двухкомпонентном составе:

- одна часть - логистика транспорта, присутствие на транспорте основных разделов логистики (снабжение, складирования, сбыта и т.д.);

- другая часть - транспортное обеспечение логистики (выбор транспортного средства/перевозчика, организация перевозок и т.п.) [1]. Непротиворечивость приведенных выше формализованных представлений о логистике, как сфере деятельности, а также представление о транспортной логистике как инструмента управления позволяет утверждать о необходимости применения логистических принципов

и технологий в деятельности автотранспортных предпринимательских структур. Традиционные технологии управления цепями поставок типа VMI, ECR, CPRF служат достижению координированных и кооперированных отношений в цепях поставок. Их целенаправленное использование позволяет достичь интеграционных результатов на определенных отрезках логистической цепи. Классическая модель цепи поставки с её однонаправленным перемещением объектов в ходе поступательного наращивания стоимости осталась в прошлом, следовательно, задачи интеграции выходят далеко за рамки совместного управления запасами и прогнозирования спроса или достижения прозрачности движения товаров. Современная цепочка поставки, сориентированная на запросы клиентов и внедрение инноваций, включает в себя межорганизационные производственно-логистические процессы [2].

Таким образом, понятие интеграции – шире, чем физическая состыковка внутренней и внешней коммерческой деятельности компаний. Интеграция в смысле соединения и объединения элементов в систему, с целью достижения оптимального на определенный момент времени состояния системы, – это связка воедино новых или ранее разделенных процессов и структур. Так, выбор стратегии организации транспортировки должен соответствовать выбранной концепции управления запасами на предприятии – потребителе.

К настоящему времени сформировались три концепции управления запасами. Концепция максимизации запасов ставит целью – повышение эффективности производства, обеспечение обслуживания потребителей, страхование сбоев поставок, защита от повышения закупочных цен, экономия на оптовых скидках, экономия на транспортировке, что определяет положительное отношение к запасам.

Концепция оптимизации запасов заключается в признании целесообразности содержания запаса, но в оптимальном (чаще всего по критерию минимума совокупных затрат на создание и содержание запаса) размере.

Концепция минимизации запасов абсолютизировала негативные последствия высокого уровня запасов: низкое качество, неспособность производить продукцию мелкими партиями, неумение правильно планировать, неумение правильно приобретать нужный товар, сбой в производстве, сбой в поставках продукции. Усиление конкуренции на рынке транспортно-логистического сервиса и потребность повышения качества обслуживания клиентов требует от участников интеграционной цепи поставок согласованных стратегий транспортировки продукции и концепций управления запасами. Таким образом, повышаются требования к услугам автотранспортных предпринимательских структур: выбор вида транспорта доставки, длину и выбор маршрутов при транспортировке на дальние расстояния большими партиями грузов для организаций потребителей, применяющих в своей деятельности концепцию максимизации запасов и кардинально противоположное – транспортировка малыми партиями часто на небольшие расстояния при выборе концепции минимизации запасов.

С одной стороны, транспортные предприятия, перевозящие грузы с более высокой скоростью устанавливают повышенные тарифы на свои услуги, с другой – чем медленнее производится транспортировка, тем больше времени запасы находятся в пути и являются недоступными для использования. При выборе наиболее оптимального метода и варианта транспортировки необходимо соблюдение баланса между скоростью и издержками. Как правило, закупка организацией большей партии продукции приводит к снижению тарифов на перевозку, но при этом неизбежно создание значительных складских запасов. Желание минимизировать запасы приводит к увеличению потерь от упущенных продаж, увеличению риска, связанного с транспортировкой, росту совокупных затрат на транспортировку при традиционной модели управления предприятием, в основе которой заложена концепция максимизации запасов.

Основное требование к оптимизации отдельных бизнес-процессов, накладываемое логистикой, заключается в том, чтобы оптимизация каждого бизнес-процесса проводилась с учетом последствий принятия этого оптимального решения в смежном бизнес-процессе (принцип Белмана).

Для большинства участников российского рынка наиболее характерной и типичной будет комбинация неявно выраженных (недостаточно сильных) рыночных стимулов к интеграции и неадекватной структуры поддерживающих факторов (несимметричная структура бизнеса и его ценностей, разные «весовые категории» партнеров с точки зрения масштабов бизнеса или качества менеджмента). Для такого соотношения системообразующих факторов целесообразно установление отношений ассоциативного типа, основанных на взаимных обязательствах [3].

Процесс проектирования партнерских отношений в рамках цепи поставок (рис.1) включает в себя ряд этапов:

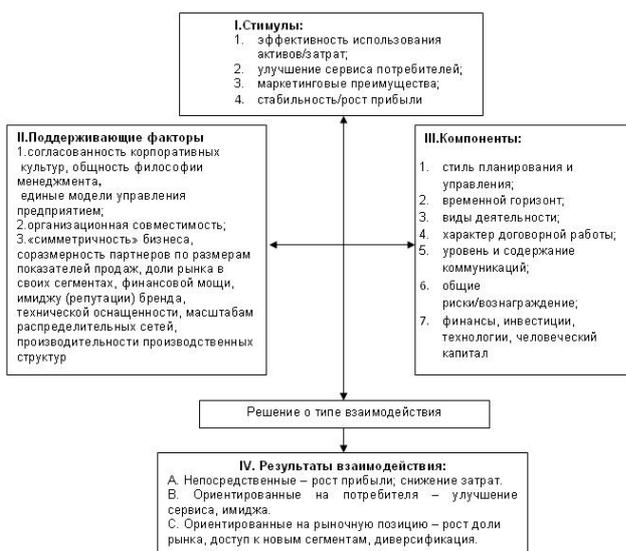


Рис. 1. Процесс выбора модели взаимодействия субъектов предпринимательской деятельности в цепи поставок

-определить цели и задачи проектирования модели взаимодействия (партнерство, ассоциативное взаимодействие);

-установить размерность цепи поставок, ее целесообразную зону охвата и конфигурацию;

-выбрать альтернативные варианты структур цепи поставок и их оценку; определить возможности аутсорсинга;

-осуществить выбор потенциальных партнеров (из числа поставщиков, потребителей и посредников – транспортных предприятий);

-предусмотреть альтернативные варианты для отдельных участников цепи поставок;

-определить число ключевых бизнес-процессов, подлежащих интеграции;

-установить текущее состояние логистического развития (потенциала) каждого участника и цепи поставок в целом;

-определить желаемое состояние развития цепи поставок, произвести измерение показателей функционирования цепи поставок и их оценку;

-осуществить моделирование вариантов и выбор системы требований для достижения желаемого состояния отдельных микрологистических систем и цепи поставок в целом;

-определить бюджет, сроки, ресурсы, персонал, риски и составить план-график реализации проекта;

-реализовать проект изменения логистическая система – цепь поставок;

-сравнить полученный результат с желаемым и определить направления нового развития цепи поставок.

Разработанная модель формирования цепи поставок, включающая в себя последовательность этапов создания и принципы функционирования логистической системы в составе нескольких участников, позволяет:

- выявить уровень организационно-экономического развития каждого потенциального участника цепи поставок, в том числе автотранспортных предприятий, с точки зрения стартовых условий логистического взаимодействия;

- определить тип и характер взаимодействия (интенсивность хозяйственных связей, выбор временных горизонтов взаимодействия, выбор функциональных сфер и числа бизнес-процессов, по которым высока вероятность и существует целесообразность интеграции, степень координации по выбранным бизнес-процессам) в рамках логистической системы;

- осуществить проектирование цепи поставок – логистической системы с учетом состояния внутренней среды входящих в нее элементов – хозяйственных структур – и их готовности к логистической координации;

- разработать систему требований к партнерам, критерии эффективности логистической системы и процедуры интегральной оценки развития логистической системы таким образом, чтобы смежные подсистемы предприятий – участников цепи поставок (закупки, производство, распределение, транспортировка, складирование) интегрировались в единое целое;

- сформировать систему требований для реинжиниринга и моделирования вариантов развития логистической системы в рамках задачи унификации бизнес-процессов, дальнейшего сближения уровней организационно-экономического развития всех входящих в цепь поставок предприятий (с целью выхода в перспективе на новый уровень интеграции и координации в цепи поставок).

### Выводы

В условиях российского рынка в ряде случаев многоуровневая, многозвенная ассоциативная система, ориентированная на выполнение обоснованных, реально достижимых взаимных обязательств, имеет определенные преимущества перед традиционной металлургической системой с высокой степенью интеграции ее участников и значительной кодификацией договорных условий поставки. Такая логистическая система ассоциативного типа обеспечивает достаточный уровень работоспособности и гибкости логистической системы, отсутствие высоких «барьеров входа» в проектируемую цепь поставок, возможность поэтапной адаптации ее участников - транспортных предприятий, к возрастающим требованиям цепи поставок и эволюции самой логистической системы «снизу», с учетом готовности отдельных ее звеньев и органичной гармонизации их бизнес-процессов.

Одним из способов повышения конкурентоспособности региональных транспортных предпринимательских структур является их реструктуризация. Разработка программы реструктуризации предполагает поиск слабых сторон, которые мешают транспортному предприятию занять достойное положение на рынке транспортных услуг. Это отвечает требованиям интегральной парадигмы логистики, исходящей из необходимости рационализации всех входящих и выходящих потоков. Итак, можно сделать следующие основные выводы:

1. Существенным моментом, определяющим степень конкурентоспособности любого автотранспортного предприятия, являются параметры его логистических потоков и методы управления ими.

2. Анализ существующих подходов к обеспечению конкурентоспособности транспортного предприятия показывает, что они могут дать должный эффект только в случае их реализации в рамках как минимум маркетинговой, а лучше интегральной парадигмы логистики.

3. Транспортные услуги, оказываемые предпринимательскими транспортными субъектами, как на региональном рынке, так и вне его, должны учитывать не только текущие интересы транспортного предприятия, но и его стратегические перспективы. Это обуславливает целесообразность оценки конкурентоспособности любого хозяйствующего субъекта цепи поставок.

4. Обеспечение конкурентоспособности транспортного предприятия в регионе на практике должно осуществляться в форме реструктуризации, в ходе которой целесообразно формирование специализированной логистической инфраструктуры, обеспечивающей синхронизацию материальных потоков с их информационным и финансовым сопровождением.

5. Представляется целесообразным заключить, что в основе организации программ по реструктури-

зации транспортных предприятий должна находиться интегральная парадигма логистики.

6. При программировании работ по обеспечению конкурентоспособности целесообразно применить логистическую поддержку, ориентированную на формирование рациональных входящих от организаций-поставщиков и выходящих к организациям - потребителям потоков при одновременной минимизации логистических издержек, связанных с перемещением материальных, информационных и финансовых носителей и формированием материально-технических запасов у потребителя.

7. В рамках логистической поддержки обеспечения конкурентоспособности целесообразно предусмотреть и реализовать в практической деятельности:

-мониторинг окружающей среды в сфере сопряжения интересов участников цепи поставок;

-рационализацию транспортных( на предприятии посредника) и складских операций (на предприятии заказчика);

-формирование дистрибутивной сети, обеспечивающей возможности принятия оперативных мер при изменении окружающей среды;

-страхование от коммерческих рисков, в том числе на основе дальнейшей диверсификации предлагаемых услуг транспортными предпринимательскими структурами региона и оперативного маневрирования ресурсами в соответствии с выбранными моделями управления запасами поставщиками и заказчиками.

### Библиографический список

1. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов. / Сергеев В.И. и др. // М.: ИНФРА-М, 2004.

2. Хаирова, С.М. Логистический сервис в глобальной экономике. - М.: МЕЛАН, 2004: ил. - Библиогр. 81 назв. - 12,5 печ. л.

3. Хаирова, С.М. Использование концепции логистики и инновационного подхода в управлении при формировании региональной транспортно-логистической системы. - Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. - Омск: СибАДИ. - №4 (22). - 2011. - 100 с.

### MOTOR BUSINESS STRUCTURES IN THE FORMATION OF COMPETITIVE SUPPLY CHAIN

S.M. Khairova

Firmly established in practice, the strategy of motor business structures are not always competitive. The competitiveness of trucking companies essentially predetermined by the quality of logistics and their participation in the associative chain of supply.

*Хаирова Саида Миндуалиевна - доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры «Маркетинг» СибАДИ. Основное направление научных исследований – логистика, маркетинг, сервис, инновации. Общее количество публикаций – 111;*

УДК 338.47

## ПЛАНИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ СТРУКТУРЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ

Д.Н. Коротаев

**Аннотация:** В работе рассмотрены особенности бизнес-процессов планирования деятельности предпринимательскими структурами строительной отрасли в рыночных условиях. Представлена функциональная модель планирования деятельности строительной компании по типу AS-IS (как есть) в нотации IDEF0. Анализ функциональной модели позволяет выявить эффективные каналы управления бизнес-процессами планирования и разработать модель типа TO BE (как должно быть).

**Ключевые слова:** планирование, предпринимательская структура, функциональное моделирование, бизнес-процессы.

**Введение.** Современная строительная компания вынуждена работать в условиях конкуренции и постоянно изменяющейся экономической ситуации. В связи с этим, одной из главных задач предпринимательских структур строительной сферы является планирование деятельности с учетом рыночного пространства деловой активности на основе формирования логической последовательности отдельных шагов, определение целей и разработка планов для достижения этих целей [1]. Целями строительной компании являются реализация строительной продукции (строительных объектов, материалов, конструкций), выполнение строительных работ и оказание строительных услуг с обеспечением качества и в установленные сроки. При этом план маркетинга раскрывает возможности, которые позволяют предпринимателю выиграть конкурентную борьбу, адаптироваться на рынке, достичь финансовой устойчивости и стабильной прибыльности.

**Основная часть.** Планирование деятельности предпринимательскими структурами строительной отрасли в условиях рыночной конкуренции можно представить в виде функциональной модели на примере маркетинговой деятельности, методика построения которой описана в работе [2], используя при этом инструментарий VRwin,

Модель в VRwin выступает как совокупность работ, каждая из которых оперирует некоторым набором данных. Работа изображается в виде прямоугольников, данные – в виде стрелок. Работы обозначают именованные процессы, функции или задачи которые происходят в течение определенного времени и имеют распознаваемые результаты.

При создании функциональной модели первым шагом является разработка контекстной диаграммы с единственной работой, изображающей систему в целом (рис. 1). Рыночная ориентация строительного производства может быть представлена как совокупность мер и усилий руководства предприятия по управлению материальными и информационными потоками. В этой связи стрелки входа в левую грань работы символизируют указанные потоки. Кроме того, строительство - одна из самых

материалоемких отраслей народного хозяйства. В некоторых случаях затраты на материальные ресурсы составляют 70 % и более от сметной стоимости объекта, поэтому необходим тщательный анализ и учет материальных потоков при планировании предпринимательской деятельности.

После разработки контекстной диаграммы создаются диаграммы декомпозиции (рис. 2). Работы на диаграммах декомпозиции располагаются по диагонали от левого верхнего угла к правому нижнему. Такой порядок называется порядком доминирования. В левом верхнем углу располагается самая важная работа или работа, выполняемая по времени первой. В дальнейшем вправо и вниз располагаются менее важные или выполняемые позже работы. Такое расположение облегчает чтение диаграмм, кроме того, возникает возможность анализа взаимосвязей работ, выполняемых строительной предпринимательской структурой.

Согласно функциональной модели и диаграммы декомпозиции А0 при составлении плана выполнения работ строительной компанией предусматриваются следующие этапы:

1. Анализ ситуации на рынке, после чего определяются требования потребителей и запросы заказчиков.
2. Анализ предложений строительной предпринимательской структуры на рынке и установление возможностей подрядчика.
3. Установление цели, определяющей рыночные ориентиры предпринимательской деятельности.
4. Определение стратегии маркетинга строительной предпринимательской структуры.
5. Разработка плана маркетинга строительного предприятия.

На первом этапе анализируют ситуацию на рынке (см. рис. 2, блок 1). В этом разделе плана приводятся данные об активности на рынке заказчиков и подрядчиков. При этом учитывается следующая информация:

- а) *анализ рынка:* рассматриваются все части рынка и основные целевые рынки для строительной компании, дается общая характеристика заказчиков и факторы, определяющие их платежеспособность;

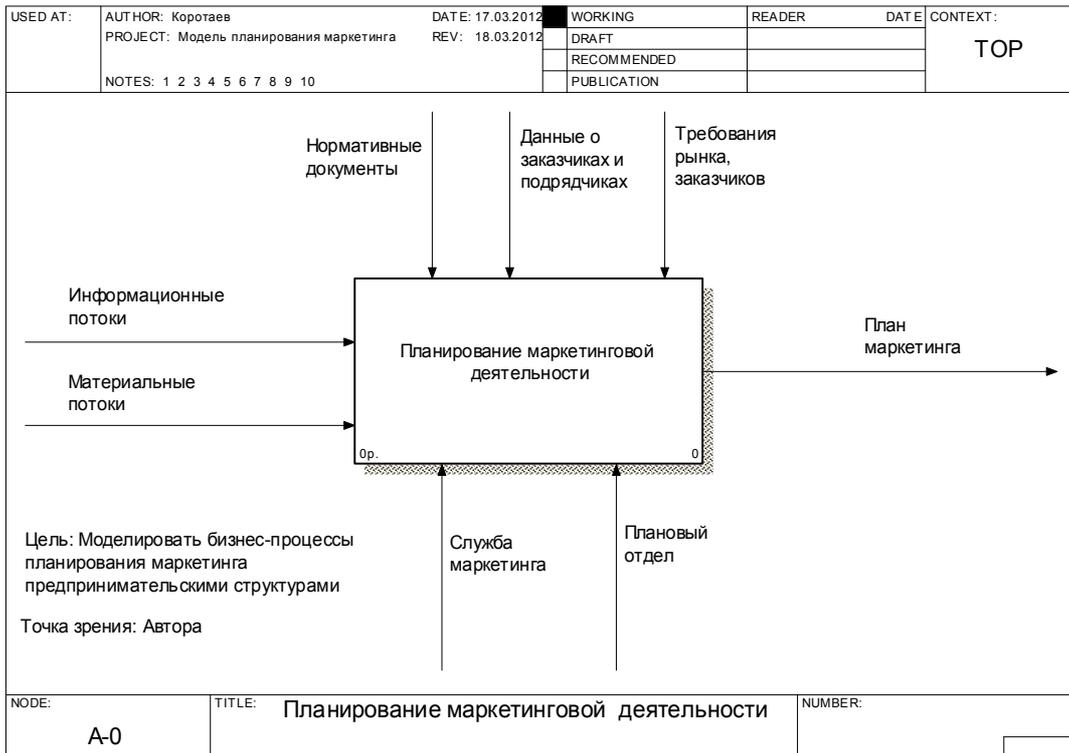


Рис. 1. Контекстная диаграмма планирования маркетинговой деятельности строительной предпринимательской структуры

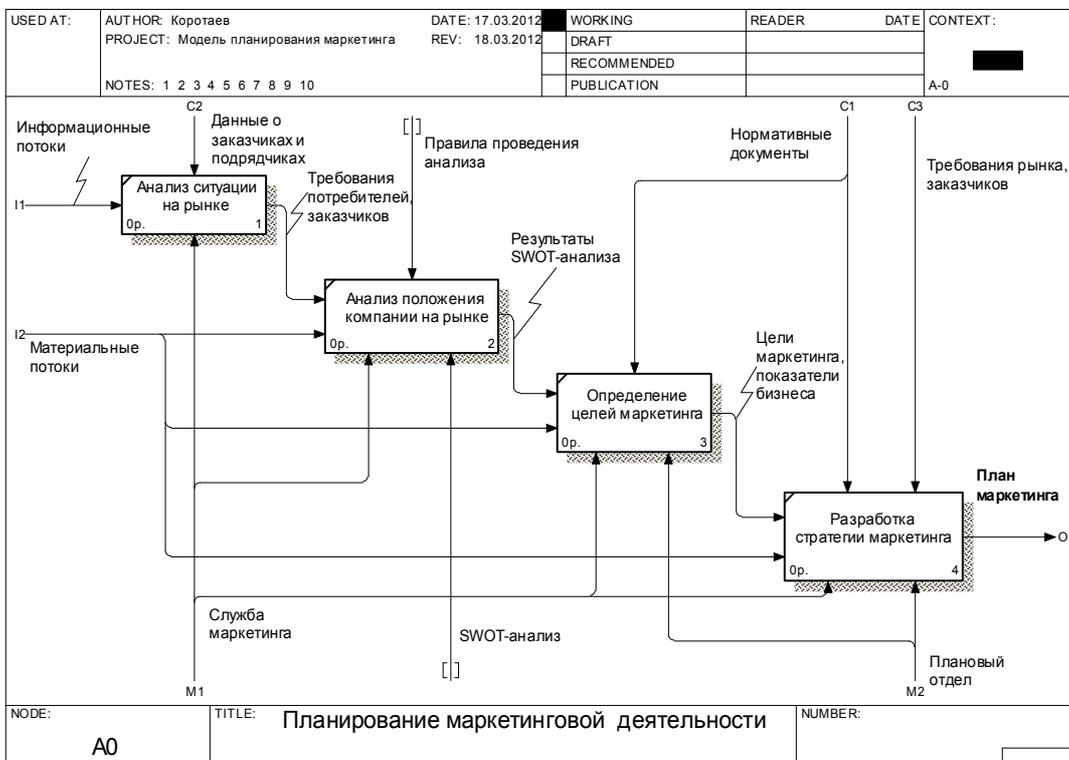


Рис. 2. Диаграмма декомпозиции планирования маркетинговой деятельности строительной предпринимательской структуры

б) *анализ товаров, услуг, работ*: указываются объем реализации строительной продукции, объем строительно-монтажных работ по каждому строительному объекту;

в) *анализ конкурентов*: собирается информация об основных конкурентах и их производственных программах, ценах на строительную продукцию;

г) *анализ сбыта и реализации продукции, работ и услуг*: указываются используемые каналы сбыта строительной продукции, реализации работ и услуг, способы стимулирования заказчиков и посредников (субподрядных строительных предприятий);

д) *анализ факторов внешней среды*: приводятся основные факторы внешней среды, которые влияют на стабильность деятельности строительного предприятия, а также на финансовое состояние заказчиков.

На втором этапе разработки плана реализации строительной продукции, выполнения работ и услуг (блок 2) устанавливаются положение строительного предприятия на рынке, выясняются его сильные и слабые стороны, а также возможности, которые у него могут быть, и угрозы, исходящие из внешней среды, то есть выполняются SWOT-анализ.

На третьем этапе разработки плана определяют цели маркетинга (блок 3). Цель маркетинга — это то, что может получить предприятие в результате маркетинговой деятельности за период, установленный планом. Цели рассматривают в трех направлениях:

- 1) в отношении видов деятельности строительного предприятия, видов объектов;
- 2) в отношении заказчиков;
- 3) в отношении рынков.

Кроме цели, в плане маркетинга устанавливают некоторые показатели деятельности строительного предприятия: увеличение объема реализации, строительно-монтажных работ, услуг, оказываемых предприятиям, увеличение прибыли — валовой (балансовой) и чистой, остающейся в распоряжении предприятия, рентабельность, налоговое бремя, качество строительной продукции и др. Все эти показатели могут планироваться и оптимизироваться для достижения более устойчивого финансового состояния строительной предпринимательской структуры на рынке.

На четвертом этапе разрабатывается маркетинговая стратегия (блок 4), которая устанавливает способы достижения целей и требует принятия решений в отношении рынка, заказчиков и производственной программы строительной предпринимательской структуры. Среди направлений данной стратегии можно выделить оптимизацию цели, сроков возведения объектов и выполнения работ, работу с заказчиками и субподрядными предприятиями.

В дальнейшем составляется производственная программа строительного предприятия с учетом маркетинговой стратегии, разрабатываются бюджет и мероприятия по планированию качества строительно-монтажных работ, а, следовательно, и качества объекта. В конечном итоге осуществляется контроль за реализацией плана маркетинга, который включает в себя оценку результатов реализации

маркетингового плана и принятие необходимых мер по исправлению нежелательных последствий.

**Заключение.** Представленная функциональная модель иллюстрирует основные бизнес-процессы планирования деятельности предпринимательскими структурами в состоянии AS-IS («как есть»). Разработка функциональной модели производилась на глубину двух иерархических уровней: A-0 (ТОР-диаграмма) и A0 (первая декомпозиция).

Результаты моделирования позволяют оценить:

- степень охвата всех бизнес-процессов планирования маркетинговой деятельности строительной предпринимательской структуры;
- связность между собой рассматриваемых работ по планированию (диаграмма A0);
- состав объектов реализации планирования маркетинговой деятельности (нормативной документации, фондов, ресурсов, персонала и др.);
- выяснить управляемость отдельных работ и деятельности строительной предпринимательской структуры в целом;
- проанализировать внутренние связи между работами по планированию маркетинга.

В дальнейшем, в рамках проведения реинжиниринга бизнес-процессов планирования маркетинговой деятельности, существует возможность на основе анализа модели AS-IS разработать функциональную модель в режиме TO BE («как должно быть»), что позволит повысить эффективность управления предпринимательской деятельностью в строительной сфере.

### Библиографический список

1. Степанов И.С. Маркетинг в строительстве / И.С. Степанов, В.Я. Шайтанов. — М.: Юрайт, 2003. — 344 с.
2. Коротаев Д.Н. Функциональное моделирование бизнес-процессов предпринимательской деятельности / Д.Н. Коротаев // Вестник СибАДИ, 2011. - №4. — С. 82-86.

### PLANNING OF ACTIVITY OF ENTERPRISE STRUCTURE OF A BUILD SPHERE IN THE CONDITIONS OF COMPETITION ENVIRONMENT

D.N. Korotaev

The features of business-processes of planning of activity enterprise structures are in-process considered, to a build industry in market conditions. The functional model of planning of marketing of a build company is presented on the type of AS-IS (as is) in notation of Idef0. The analysis of functional model allows to expose the effective ductings of management planning business-processes and develop the model of type of TO BE (as must be).

*Коротаев Дмитрий Николаевич - доктор технических наук, доцент кафедры «Экономика и управление дорожным хозяйством» СибАДИ. Основные направления научной деятельности: материаловедение, трибология, стандартизация, управление качеством, моделирование бизнес-процессов. Общее количество опубликованных работ: 80.*

## РАЗДЕЛ VI

# ВУЗОВСКОЕ И ПОСЛЕВУЗОВСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

---

УДК 378.091

### О ФОРМИРОВАНИИ В ВУЗЕ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ИНЖЕНЕРОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Г.С.Жукова, Е.В.Минаева

**Аннотация.** В статье обосновывается сущность и структура формируемой в процессе вузовской подготовки системы профессиональных компетенций будущего инженера по безопасности технологических процессов и производств; приведена характеристика различных групп профессиональных компетенций и профессионально важных качеств инженера.

**Ключевые слова:** профессиональные компетенции, безопасность жизнедеятельности, инженер, профессионально важные качества.

В настоящее время значение безопасности как глобальной ценности человеческой жизнедеятельности постоянно возрастает, поскольку на современном этапе развития цивилизации очевидно отсутствие равновесия в сложной системе «человек – природа – общество». Научно-технический прогресс не только способствует повышению производительности труда, росту материального благосостояния и интеллектуального потенциала общества, но и приводит к возрастанию числа техногенных аварий и катастроф. В большинстве стран мира расширяется система учреждений, занятых профессиональной подготовкой специалистов в области защиты окружающей среды, безопасности техносферы, технологических процессов и производств.

Масштабность влияния чрезвычайных ситуаций (ЧС) на социальные, экономические, политические и другие процессы современного общества уже давно превысила тот уровень, который позволял бы относиться к ним как к локальным сбоям в размеренном функционировании общественных структур. Увеличение числа промышленных аварий и катастроф, частоты проявления разрушительных сил природы, диверсий и террористических актов, опасных ситуаций социального характера объективно требуют сформированности у населения, и в первую очередь у молодежи, умений безопасного поведения как в повседневной жизни, так и в профессиональной деятельности.

Деятельность человека в производственной сфере практически всегда связана с наличием техногенного риска, опасности для его здоровья и окружающей среды. Проблема предотвращения аварий на производствах является актуальной и требует скорейшего решения как в научном, так и в профессионально-образовательном плане — в плане подготовки в вузе будущих инженеров по безопасности технологических процессов и произ-

водств.

Согласно документам Европейской федерации национальных инженерных организаций (Federation Europeenne d'Associations Nationales d'Ingenieurs, FEANI), представляющей интересы инженерной профессии в Европе более 80 национальных инженерных ассоциаций из 27 европейских стран, итоговая оценка уровня профессиональной компетентности специалиста инженерного профиля (выпускника вуза) включает профессионально-когнитивный, профессионально-функциональный, профессионально-личностный и профессионально-этический аспекты. В условиях России последние два аспекта особенно актуальны, так как Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 г. №184-ФЗ выделяет регламенты и стандарты обеспечения безопасности жизнедеятельности, которые работодатели и производители добровольно устанавливают для себя и гарантируют их соблюдение с учетом минимальной степени риска причинения вреда человеку.

На современном этапе развития отечественной системы профессионального образования направления ее модернизации во многом определяются Болонским соглашением, обусловившим переход российского образования к компетентностной модели выпускника. Вопросы профессиональной компетентности специалиста активно исследуются современными отечественными и зарубежными учеными. К началу XXI века в научной литературе представлено более тридцати видов компетентности специалистов различных профилей, в их числе: коммуникативная, правовая, психологическая, управленческая, экстремальная компетентность и т.д. Из приведенного перечня становится очевидной связь компетентностей: а) с областями профессионального функционирования и жизнедеятельности людей; б) с возможностями и способностями личности специалиста. Таким образом, ком-

петентность коррелирует с профессионализмом в той или иной области, причем, является одновременно и условием, и показателем его достижения.

Компетентностный подход (А.А.Деркач, Э.Ф.Зеер, И.А.Зимняя, А.К.Маркова и др.) является продуктивным для оценки профессионального развития современного специалиста-инженера. В компетентностном подходе акцент делается на ценностно-смысловых и профессионально-прикладных ориентациях специалиста, что позволяет более полно реализовать его потенциал за счет понимания социальной значимости своей профессии, развития необходимых трудовых навыков, определяющих профессиональную устойчивость. Для анализа качества профессиональной подготовки инженеров в условиях высшей школы выбирают категорию «компетентность» во многом потому, что эта категория допускает структуризацию, трактуемую как совокупность взаимосвязанных компетенций, с возможностью последующего количественно-качественного анализа и оценки сформированности каждой из компетенций для определения направлений профессионально-личностного развития (саморазвития) инженера.

Профессиональная компетентность инженера представляет собой интегрированную характеристику деловых и личностных качеств специалиста, отражающую уровень системного овладения фундаментально-теоретическими и профессионально-прикладными знаниями, умениями, необходимыми и достаточными для достижения целей трудовой деятельности, а также наличие позитивного опыта по решению производственных задач. Профессиональная компетентность выпускника вуза (специалиста-инженера) отражает интегративный результат взаимосвязи когнитивно-эвристической, экспериментально-исследовательской и деятельностно-поведенческой сторон инженерного труда, проявляется в результативности решения конкретных профессионально-прикладных задач.

Инвариантными компонентами профессиональной компетентности инженера являются: владение профессионально-этическими ценностями и нравственными приоритетами (высокая ответственность за результаты своего труда; экологически ориентированное мировоззрение специалиста); сформированность профессионально-личностных качеств (способность к системному видению последствий профессионально-инженерной деятельности для человека и окружающей среды; способность находить оптимальные решения, обеспечивающие безопасность жизнедеятельности; мотивированное стремление к профессионально-личностному самосовершенствованию, склонность к профессиональной рефлексии).

Сложные и противоречивые изменения, происшедшие в нашей стране за последние годы, серьезно повлияли на все институты жизни общества, потребовали переосмысления качества профессиональной подготовки, в том числе и инженеров по безопасности технологических процессов и производств. В Федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования по направлениям «Техно-

сферная безопасность», «Безопасность технологических процессов и производств» подчеркивается, что выпускник вуза должен уметь анализировать безопасность ведения технологического процесса, прогнозировать аварийную ситуацию, анализировать и оценивать степень опасности воздействия опасных и вредных производственных факторов, прогнозировать различные экологические явления и процессы. В решении данных задач важную роль играет сформированная у выпускника вуза система профессиональных компетенций.

Система формируемых в процессе вузовской подготовки профессиональных компетенций инженера безопасности технологических процессов и производств включает в себя следующие группы компетенций: *проектно-конструкторские* (способности и умения использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности; разрабатывать и использовать графическую документацию; оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники; ориентироваться в перспективах развития техники и технологии защиты человека и природной среды от опасностей техногенного и природного характера); *сервисно-эксплуатационные* (способность принимать оптимальные решения в сфере проведения технического обслуживания средств защиты, наличие специализированных умений по установке, монтажу, эксплуатации средств защиты); *экспертно-надзорные* (способность использовать методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду; проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации; определять зоны приемлемого риска, опасные и чрезвычайно опасные зоны; контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене средства защиты); *профессионально-валеологические* (сформированность умений по профилактике профессиональных заболеваний, профессиональной деформации личности специалиста, владение техниками самооздоровления и сохранения здоровья, владение культурой безопасности и риск-ориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности); *организационно-управленческие* (умения ориентироваться в основных нормативно-правовых актах в области обеспечения безопасности; пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека; готовность и способность использовать знания по организации охраны труда, охраны окружающей среды и безопасности в чрезвычайных ситуациях на объектах экономики, способность использовать системные знания организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях); *научно-исследовательские* (способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач; принимать уча-

стие в научно-исследовательских разработках по профилю; систематизировать информацию по теме исследований; принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные; проводить исследования в области разработки новых технологий и оборудования, средств защиты от опасных и вредных факторов; способность к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов; способность к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций, осуществлять развитие новых методов повышения надежности и устойчивости технических объектов, локализации и ликвидации последствий аварий и катастроф).

Основное преимущество системы компетенций инженера состоит в том, что в ней учитываются не только показатели качества выполнения функционала и профессиональных задач, но и поведенческие требования, необходимые для обеспечения нормального функционирования и развития производственной организации.

Процесс формирования в условиях вуза совокупности профессиональных компетенций инженера безопасности техносферы базируется на развитии системного мировоззрения специалиста, которое позволяет инженеру выявлять причинно-следственные связи исследуемого явления, формулировать противоречия и проблемы, осуществлять поиск адекватных средств их решения. Системное мировоззрение конкретизируется в модельном мышлении как совокупности когнитивных способностей, обеспечивающих процесс построения моделей проблемных ситуаций путем выделения всех факторов, существенных для их формулирования, фиксации и решения, а также организацию их в иерархическую целостность.

Процесс формирования в условиях вуза профессиональных компетенций будущего инженера строится на основе структурно-логических межпредметных связей учебных дисциплин, способствующих интеграции знаний, направленных на осознание общественно-государственной значимости профессиональной деятельности специалиста по безопасности техносферы; воспитание чувства ответственности за выполнение предписаний правовых норм санитарно-гигиенического обеспечения жизнедеятельности человека и природопользования; овладение системой профессионально-прикладных знаний и умений.

Модель процесса формирования в вузе системы профессиональных компетенций инженера включает следующие взаимосвязанные модули: *функционально-целевой* (приоритетные ориентиры, цели и задачи фундаментально-теоретической и профессионально-прикладной подготовки будущих специалистов и др.); *содержательно-проблемный* (синтез в содержании учебных дисциплин достижений современной науки и производственной инженерной практики; обеспечение профессионально-прикладного и практико-ориентированного характера элективных курсов, факультативов по проблемам безопасной жизнедеятельности и др.); *организационно-*

*технологический* (реализация совокупности профессионально-образовательных технологий, обеспечивающих качественное формирование различных видов профессиональных компетенций будущего инженера; обеспечение взаимосвязи аудиторной и внеаудиторной учебно-практической деятельности студентов и др.); *критериально-оценочный* (мониторинг и оценка результативности формирования системы профессиональных компетенций будущего инженера).

Организационно-технологический модуль модели включает реализацию в учебном процессе вуза совокупности следующих профессионально-образовательных технологий: интегративно-модульных (обеспечивают межпредметные связи, формирование и развитие системы междисциплинарных профессиональных знаний, умений, компетенций будущего инженера); контекстно-прикладных (формируют определенные умения и навыки трудовой деятельности инженера на основе освоения алгоритмов решения конкретных типовых профессиональных задач); интерактивные (обеспечивают диалогическую основу учебно-профессионального взаимодействия студентов и преподавателей); проектные (стимулируют учебно-познавательную активность, формируют культуру самообразовательной деятельности; навыки работы в команде и др.). Внеаудиторная работа по формированию системы профессиональных компетенций будущего инженера предполагала проведение различных олимпиад, конкурсов, научно-практических конференций, встреч с инженерами-практиками, а также выпускниками вуза, трудоустроившимися по специальности. Хорошо организованная и удачно проведенная олимпиада, конкурс, конференция по безопасности жизнедеятельности в техносфере, по социальной экологии раскрывают ценность знаний по безопасности в техносфере в практической жизни каждого человека с одной стороны и являются мощным стимулом для ее дальнейшего изучения, т.е. предполагают самообразовательную деятельность студентов в сфере культуры безопасности жизнедеятельности в техносфере для нужд профессиональной инженерно-производственной деятельности. Также для студентов первого и второго курсов чрезвычайно важны различные виды учебно-профессиональных экскурсий как на конкретные производства химического, технического профиля, так и в научно-исследовательские институты, экологические службы муниципального, регионального, федерального уровней, где студенты имеют возможность получить дополнительную информацию по специфике проведения специализированных инженерно-проектных, экомониторинговых исследований.

Основными *принципами* реализации модели являются: принцип *единства и преемственности* естественнонаучной, социогуманитарной, психолого-педагогической, нормативно-правовой и специализированной подготовки бакалавра; принцип *функциональности* формирующей систему профессионально-прикладных компетенций в соответствии с квалификационными требованиями, функ-

ционалом специалиста; принцип *прогностичности*, опережающего характера профессиональной подготовки бакалавра в контексте эволюции института социальной экологии и природоохранной деятельности в постиндустриальном обществе; принцип *расширения социального партнерства* университета для обеспечения использования результатов экологоквалиметрических проектов, исследований студентов и преподавателей в различных сферах природоохранной деятельности и жизни общества.

Сформированность у инженера системы профессиональных компетенций обеспечивает успешное решение задач в соответствии с целями, стоящими перед обществом по обеспечению безопасности жизнедеятельности в современной техносфере.

Профессиональная компетентность инженера характеризует, с одной стороны, результат системной профессионально-прикладной подготовки специалиста, а с другой – развитые профессионально-важные качества, обеспечивающие эффективность реализации профессиональных функций специалиста в соответствии с нормами производственной деятельности. На основе анализа профессионаграмм, специфики профессиональной деятельности инженеров по безопасности технологических процессов и производств были выделены следующие группы профессионально-важных качеств специалиста: социально-значимые (инициативность, гражданственность, гуманистическая направленность личности, нравственность, ответственность и др.); профессионально-интеллектуальные (эрудированность, сформированность профессионального интеллекта, экоцентричность мировоззрения, и др.); профессионально-поведенческие (дисциплинированность, самостоятельность, социально-профессиональная мобильность, аргументированность, смелость в отстаивании своего мнения и др.); информационно-познавательные (информационная и самообразовательная культура личности; способность к анализу, систематизации, оценке социальной, экологической, научной информации и др.); профессионально-акмеологические (способность на основе профессиональной рефлексии систематически разрабатывать и реализовывать программы профессионально-личностного саморазвития).

Комплекс организационно-педагогических условий, обеспечивающих эффективность формирования в высшей школе системы профессиональных компетенций включает в себя: приоритетность проблемно-деятельностных, проектно-исследовательских, интегративно-модульных профессионально-образовательных технологий формирования компетенций будущего специалиста по безопасности технологических процессов и производств; компетентность профессорско-преподавательского состава вуза в области безопасной жизнедеятельности и его готовность к сотрудничеству в процессе формирования системы профессиональных компетенций будущих инженеров; структурно-логические межпредметные связи, обеспечивающие интегративность нормативно-

правовой, физико-математической, химико-технологической, природоохранной, экологоквалиметрической, социально-экономической, специально-экологической, инженерно-технической подготовки; самообразовательная деятельность студентов в сфере безопасной жизнедеятельности; взаимодействие вариативных форм внеаудиторной учебной профессионально-практической и научно-исследовательской работы по обеспечению безопасной жизнедеятельности в техносфере; активное включение студентов в экомониторинговые, экологоквалиметрические исследования, проекты в период учебно-производственной практики и волонтерской деятельности; педагогический мониторинг личностного продвижения студентов в процессе формирования у них системы профессиональных компетенций инженера по безопасности технологических процессов и производств.

Резюмируя вышесказанное, можно констатировать, что сформированность у выпускников вуза по специальностям «Техносферная безопасность», «Безопасность технологических процессов и производств» система профессиональных компетенций является одним из важных условий успешной адаптации специалиста-инженера в профессии, а также фактором высокой результативности его труда в рамках нормативно-правовых требований производственной деятельности. Эффективность процесса формирования в вузе у студентов инженерных специальностей системы профессиональных компетенций может быть существенно повышена, если: а) реализованы механизмы интеграции естественнонаучной, нормативно-правовой, физико-математической, специально-экологической, инженерно-технической подготовки студентов, направленные на формирование различных компонентов профессиональной компетентности; б) содержательно-технологическое обеспечение специально-профессиональной подготовки будущих инженеров отражает требования квалификационных характеристик и региональной специфики работы специалиста; в) обеспечено единство теории и практики формирования системы профессиональных компетенций, реализуемое в вариативных формах учебной и внеучебной деятельности студентов в период производственной практики, деятельности научного студенческого общества.

Вузовский этап формирования системы профессиональных компетенций инженера создает фундамент для дальнейшей систематической работы специалиста по ее саморазвитию в процессе самостоятельной трудовой деятельности.

Таким образом, целью современного инженерного образования в вузе должно стать формирование системы профессиональных компетенций посредством разнообразной учебной деятельности, продуктивного участия в социальной практике, развития профессионально важных качеств будущего специалиста, готовности студентов не только к освоению определенных знаний, умений, компетенций, но и к их постоянному совершенствованию, развитию творческих потенциалов.

### Библиографический список

1. Байденко В.И. Болонский процесс: структурная реформа высшего образования Европы. - М.: Высшая школа, 2003.
2. Вольхин С.Н. Безопасность жизнедеятельности. - М.: Академия, 2005.
3. Зеер Э.Ф., Павлова А.М., Сыманюк Э.Э. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход. - М.: Флинта, 2005.
4. Зимняя И.А. Культура. Образованность. Профессионализм специалиста // Проблемы качества, его нормирование и стандарты в образовании. - М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1998. - С. 31 - 37.
5. Маркова А.К. Психология профессионализма. - М.: Сфера, 1998.

### OF THE FORMATION OF THE UNIVERSITY SYSTEM OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE ENGINEERS ON SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND PRODUCTIONS

G.S. Zhukova, E.V. Minaeva

The article deals with the essence and structure formed in the process of university training system of professional competence of the future engineer for safety of technological processes and manufactures; the characteristic of different groups of professional

efforts of competences and professionally important qualities of the engineer.

*Жукова Галина Севастьяновна, доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области образования, заведующая кафедрой высшей математики и информатики Российского государственного социального университета. Основные направления научных исследований – профессиональная подготовка в высшей школе кадров социальной сферы; качество высшего образования. Общее количество публикаций - 538. E-mail: [rgsukvm@mail.ru](mailto:rgsukvm@mail.ru)*

*Минаева Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры защиты окружающей среды и промышленной безопасности, аспирантка кафедры социальной и семейной педагогики Российского государственного социального университета. Основное направление научных исследований – профессиональная подготовка в высшей школе специалистов по защите окружающей среды и безопасности в техносфере. Общее количество публикаций - 8. E-mail: [prom\\_ecology@mail.ru](mailto:prom_ecology@mail.ru)*

УДК 378.016

### ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ И МОТИВАЦИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА КАК УСЛОВИЯ СОВМЕСТНОЙ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

М.А. Федорова, А.М. Завьялов

**Аннотация.** В настоящей статье авторы анализируют влияние психологической компетентности научного руководителя на формирование мотивации научной деятельности у студента и, в конечном счёте, на результаты их совместной научной деятельности. По мнению авторов, залогом формирования и успешного развития научных школ является процесс приобщения студентов к коллективной научной работе.

**Ключевые слова:** психологическая компетентность, научный руководитель, мотивация научной деятельности студентов.

**Введение.** Нужно отметить, что в отечественной литературе, посвященной тематике проведения научного исследования, подготовке научной работы студентом или аспирантом, в основном акцентируется внимание на технологической стороне научного руководства – инструктированию по поводу методологии проведения исследования, формальных и неформальных аспектов подготовки и оформления текста, а также, если речь идёт об аспирантах, представлению его в диссертационный совет. В этих публикациях (см., например, работы А.М. Новикова, В.В. Кукушкиной, Т.Н. Алаевой), как правило, оста-

ются в тени весьма сложные взаимоотношения научного руководителя и студента, аспиранта, а также анализ влияния этих взаимоотношений на эффективность выполнения научной работы и процесс формирования научно-исследовательских компетенций реципиента.

**Основная часть.** В настоящей статье авторы попытались проанализировать потенциальное влияние личности научного руководителя, его психологической компетентности на формирование мотивации научной деятельности у студента в процессе обучения в вузе и, в конечном счёте, на результаты их

совместной научной деятельности. Поскольку, по мнению авторов, залогом формирования и успешного развития научных школ является процесс приобщения студентов к коллективной научной работе [1, 2].

В свете сказанного выше актуальным представляются работы, в которых представлены результаты эмпирического исследования типов мотивации научной деятельности (НД) студентов вуза. В них отмечается, что интерес к научно-исследовательской работе (НИР) значительно выше у студентов старших курсов по сравнению со студентами младших курсов. Так, по результатам опроса, проведенного в Белгосуниверситете, студенты старших курсов в полной мере осознают общественно-личностную значимость НИР: 58,3% пятикурсников полагают, что необходимо искать новые пути повышения эффективности НИР в вузе; 75% пятикурсников считают, что больших успехов достигают те студенты, которые начинают заниматься НИР с первого курса; 58,3% пятикурсников видят необходимость в обновлении форм и видов НИР; 66,7% пятикурсников считают, что привлечение студентов к серьезным исследованиям, их участие в научных конференциях разного уровня весьма важно [3].

Эти данные подтверждаются результатами анализа факторной структуры мотивации научной деятельности студентов, представленного в работе [4]. Автор выделяет и подробно характеризует шесть типов мотивации научной деятельности: ситуативный, формально-символический, славы, службистский, ценностный и идентификационный. При этом факторный анализ выявил три самостоятельных фактора для каждого курса обучающихся. Как отмечается в статье, для студентов первого курса характерны такие мотивационные факторы, как «идеалистический» (вера в абсолютную истинность получаемых в вузе знаний), службистский (обучение ради диплома), формально-символический (сознательность выбора, ориентация на престижность высшего образования). На втором курсе наблюдается некоторая противоречивость, которая характеризуется тем, что внутренняя мотивация к научной деятельности только начинает формироваться, а факторная структура сводится к двум факторам. На третьем курсе заканчивается формирование социального «Я», стабилизируется система ценностей и мотиваций: внутренняя мотивация НД преобладает над внешней. Факторная структура стабилизируется и остается неизменной на четвертом курсе [4, с. 90-95].

Таким образом, результаты работы [4] подтверждают, что самые важные изменения в структуре научной деятельности происходят именно на втором курсе, хотя представления о НД у студентов младших курсов еще не совсем полные и верные. Тем более важно формирование представления о НД начиная с первого курса обучения.

По результатам поведенных исследований даются некоторые рекомендации по улучшению организации НИРС и формированию когнитивной базы – представлению студентов о науке, особенностях научной деятельности, выдающихся ученых и их роли в развитии общества. Они включают в себя формирование образа вуза как крупного научного центра, введение в качестве дисциплин по выбору

курсов, формирующих системные представления о науке, и изменение традиционной роли научного руководителя.

Кроме того, как справедливо отмечается в некоторых работах, «уже сегодня имеются все условия для переноса процесса освоения принципов научно-исследовательской работы на более ранние этапы обучения в вуз, например, за счет изменения направленности курсовых работ... В последующем – на этапах подготовки диплома – необходим переход уже к анализу потенциала отрасли или конкретной проблематики данных собственных исследований» [5]. Это, в свою очередь, предполагает несколько иные квалификационные требования к профессорско-преподавательскому коллективу вуза в сфере подготовки к научно-исследовательской работе.

На основе вышеизложенного можно выделить следующие базовые аспекты моделирования технологий развития научно-исследовательской деятельности и становления научных школ в вузе:

1. Когнитивный: передача знаний о научной деятельности.
2. Коммуникативный: роль научного руководителя и научной коммуникации в целом.
3. Операциональный: создание условий для развития научно-исследовательских и сопутствующих им навыков (компетенций).

Эти рекомендации соответствуют психологическому принципу единства способностей и условий деятельности, который гласит, что успешность любой деятельности зависит от системы «способности личности – условия деятельности» [6, с.21-22], то есть насколько бы развиты ни были способности обучающегося, возможности их применения в первую очередь определяются тем, насколько педагог, в нашем случае – научный руководитель, способен обеспечить процесс такого самовыражения.

В свою очередь система «способности – условия деятельности» может быть сведена к пяти мотивационным компонентам, предложенным в работе К. Уильямс: студент (способности деятельности), преподаватель, методы обучения, содержание обучения, образовательная среда (в совокупности – условия деятельности) [7]. Если говорить о НД, то эти компоненты реализуются в содержании таких понятий, как студент-исследователь, научный руководитель, когнитивные представления о науке, методы научного руководства и формирования представления о НД, научная среда.

Научной среде посвящены отдельные работы авторов [1, 2]. Главным же в научной деятельности, на наш взгляд, является фактор отношений научного руководителя и аспиранта (студента), так как успешная коммуникация влечет за собой повышение мотивации реципиентов и, следовательно, результативности научных исследований. В реализуемой ФГОС компетентностной модели выпускника преподавателю отводится несколько иная роль, чем предполагалась в учебно-дисциплинарной модели. Если раньше основной его функцией была передача знаний, то сегодня он становится наставником и коллегой по исследовательской деятельности, умеющим формировать отношение студентов к самостоятельной работе, управлять процессом формирования у

студентов профессиональных навыков и работать со студентами индивидуально или в творческом коллективе [8].

Существует относительно небольшое количество отечественных исследований, посвященных способам научного руководства и характеристике личности научного руководителя [9]. В работах зарубежных авторов этот вопрос рассматривается более подробно и характеризуется такими понятиями, как тьюторство (tutoring), наставничество (supervising) или менторство (mentoring) [10, 11]. Авторы данных исследований подчеркивают, что характер взаимодействия научного руководителя и аспиранта (студента), основан на понятии прагматики коммуникации, то есть побуждающих коммуникацию мотивах. При этом постулируется, что межличностный стиль общения, во-первых, зависит от второго участника коммуникации (реципиента), а во-вторых, меняется в зависимости от ситуации [9, с.72].

Универсальными дескрипторами межличностного взаимодействия признаны две шкалы: «доминирование – подчинение» и «дружелюбие – агрессивность». На их основе выделяют следующие типы научного руководства: тип невмешательства, пастырский, договорный и режиссерский типы [10]. По другой классификации, количество типов научного руководства увеличивается до восьми: выделяют лидерский, помогающий (дружественный), понимающий, предоставляющий свободу и ответственность, неопределенный, недовольный, упрекающий, строгий [12]. При этом каждый из типов занимает свое место на двух осях координат: Схожесть/Близость мнений (с полюсами «оппозиция» – «кооперация») и Влияние (с полюсами «подчинение» – «доминирование») (рис.1). Данная модель позволяет отразить и степень выраженности определенного типа поведения.

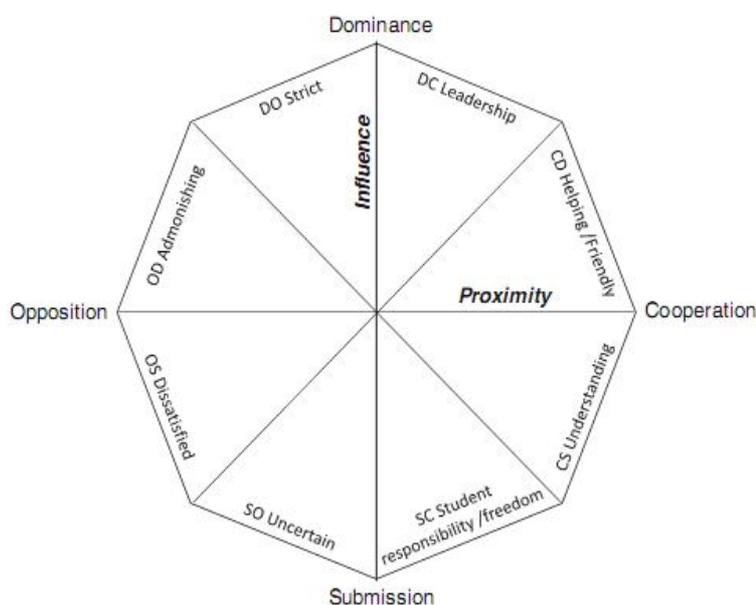


Рис. 1. Модель межличностного взаимодействия научного руководителя (по Мэйнхарду).

Не умаляя и не превознося достоинства того или иного типа поведения, которые в принципе являются идеализированными, можно говорить, что некоторые из них будут нести большую эмоциональную нагрузку и положительно влиять на продуктивность научной работы, а другие, напротив, снижать ее. Поэтому, возможно, следует, с одной стороны, пропагандировать определенные типы научного руководства, с другой, повышать общую психологическую грамотность научных руководителей.

Психологическая компетентность (в других работах – социально-психологическая или психолого-педагогическая компетентность, а также психологическая культура) является значимой составляющей общей профессиональной компетентности педагога, в том числе научного руководителя и научного консультанта. В широком смысле она предполагает умение адекватной самооценки, выбор правильного варианта поведения в той или иной ситуации и умение регулировать собственные состояния.

Безусловно, для научного руководителя (консультанта) важна профессиональная (отраслевая) компетентность, то есть компетентность в той области науки, которую он представляет. И этот вид компетентности, в ряде случаев, компенсирует недостаточную психологическую компетентность. Можно назвать таких выдающихся ученых, как Н.Е. Жуковский, Л.Д. Ландау, однако примеры этих ярких личностей все-таки исключение, они только подтверждают общее правило.

В данное время нет единого мнения о содержании понятия «психологическая компетентность». При этом большее количество исследований посвящено психологической компетенции школьного учителя. По мнению И.С. Якиманской, психологическая компетентность – это совокупность знаний, умений и навыков по психологии; четкость позиции в отношении роли психологии в профессиональной деятельности педагога; умение использовать педагогические знания в работе; уровень развития по-

знавательных процессов, эмоционально-волевой сферы, черт характера, способность ориентироваться, оценивать психологическую ситуацию в отношениях с ребенком и коллективом детей и избирать рациональный способ общения [13]. При переносе данного определения на сферу высшего образования, можно добавить, что в него входит умение учитывать возрастные особенности студентов/ аспирантов/ докторантов, их принадлежность к тому или иному типу поколений, а, следовательно, определенные социально-психологические характеристики.

Исследователи считают, что, несмотря на многоплановость данного выше определения, оно характеризует скорее психологическую грамотность, а психологическая компетентность «учитывает способности педагога принимать психологическую информацию, осмысливать ее, включать в мотивационно-личностный план, строить на ее основе систему отношений, принимать адекватные психологические решения» [14, с. 68]. Кроме того, высшим уровнем развития психологической компетентности считают психологическую культуру как развитый механизм личностной саморегуляции [15, с. 90].

В психологических исследованиях рассматривается следующая структура психолого-педагогической компетентности:

- коммуникативная компетентность как способность общаться, обмениваться информацией и на этой основе устанавливать и поддерживать педагогически целесообразные отношения с участниками педагогического процесса;

- интеллектуальная (когнитивная) компетентность как особый тип организации знаний, обеспечивающий возможность принятия эффективных решений в определенной предметной области деятельности, знания о психологическом развитии учащихся, их возрастных особенностях и умение это реализовать в педагогической практике;

- социально-психологическая компетентность, проявляющаяся в умении строить перспективные и организаторские планы самостоятельной и совместной деятельности (учебной, образовательной, воспитательной, исследовательской, экспериментальной и т.д.); разрабатывать технологию; выбирать оптимальные методы и средства их реализации. Организовывать эффективную систему контроля, самоконтроля, обратной связи субъектами образования.

Выделяют также рефлексивный, эмоционально-чувственный и ценностно-смысловой компоненты психологической компетентности, при этом последний называют интегрирующим компонентом [15, с. 91-92]. М.И. Лукьянова говорит о таких профессионально значимых качествах педагога, определяющих уровень развития психолого-педагогической компетентности, как рефлексивность, гибкость, эмпатичность и общительность [16, с. 58-61].

Подчеркивается, что психолого-педагогическая компетентность, во-первых, во многом зависит от личностных факторов (природных способностей, базового образования, ценностных ориентаций), а во-вторых, представляет собой динамическую компоненту в структуре личности педагога. При этом компетентность может совершенствоваться по мере роста профессионального стажа (в идеале), а может

наблюдаться и обратный процесс, «когда преподаватель не учитывает изменившиеся требования социально-экономической ситуации, новый заказ на подготовку специалистов и продолжает действовать в соответствии с усвоенными ранее шаблонами деятельности» [17, с. 1210-1211].

Особенно остро данная проблема стоит в технических вузах, т.к. преподаватели не имеют специальной психолого-педагогической подготовки и настороженно относятся к инновациям в сфере профессионально образования. Кроме того, наблюдается недооценка психологических, и прежде всего коммуникативных аспектов и, наоборот, повышенное внимание к внешней, технологической стороне учебно-воспитательного процесса со стороны преподавателей инженерных дисциплин [17, с. 1213-1214].

Показатели и параметры психолого-педагогической компетентности можно измерить с помощью методик диагностики деятельности преподавателя и научного руководителя [18]. Основными объектами педагогической диагностики следует назвать: педагогическую деятельность; активность как показатель профессионализма; мотивационные побуждения; деформации личности в процессе педагогической деятельности; социально-психологическую компетентность; коммуникативную компетентность; природные предпосылки педагогической профессии и др.

**Заключение.** Анализ потенциального влияния психологической компетентности научного руководителя на формирование мотивации научной деятельности студента показал, что для реализации результативной совместной деятельности психологическая компетентность научного руководителя должна включать:

1. Владение информацией о: типах мотивации студентов к НД и их развитии при переходе на старшие курсы; возрастных особенностях реципиентов (субъектов НД) и их принадлежностью к тому или иному «поколению»; особенностях социального заказа на выпускников современного вуза; новых педагогических методиках и технологиях.

2. Умение с помощью методик педагогической диагностики определить свой тип поведения в качестве научного руководителя, его положение на шкале межличностного взаимодействия.

3. Готовность корректировать свое поведение в зависимости от параметров, перечисленных в пп.1 и 2, посредством участия в специальных тренингах и курсах повышения квалификации [19] либо при помощи саморефлексии и саморегуляции.

### Библиографический список

1. Завьялов, А.М. Условия жизнедеятельности научных школ: энтропия социума [Текст] / А. М. Завьялов, М. А. Федорова // Вестник СибАДИ: Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. – № 2 (20). – 2011 – 100 с. – ISSN 2071-7296. – С. 88-92.

2. Федорова, М.А. Создание реферативной среды как условие развития научной коммуникации [Текст] / М. А. Федорова // Вестник СибАДИ: Научный

рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. – № 1 (19). – 2011 – N 1 - 100 с. - ISSN 2071-7296. – С. 96-99.

3. Суходольская, А.В. Особенности мотивации НИРС классическом университете [Текст] / А. В. Суходольская // Коллекция научно-исследовательских работ. – Режим доступа: <http://collection-a.ru/osobennosti-motivacii-nirs.html>. – Дата обр. 21.12.2011.

4. Разина, Т.В. Факторная структура мотивации научной деятельности студентов [Текст] / Т. в. Разина // Психология обучения. – № 10. – октябрь 2011. – С. 88-99.

5. Корневский, С.А. Научно-образовательный трансфер в системе совершенствования подготовки кадров в вузах физкультурного профиля [Текст] / С. А. Корневский // Теория и практика физической культуры. Научно-теоретический журнал. – № 12. – 2003. – Режим доступа: <http://lib.sportedu.ru/press/tpfk/2003N12/p17-22.htm>. – Дата обр. 15.01.2011 г.

6. Шадриков, В. Д. Профессиональные способности [Текст] / В. Д. Шадриков. – М.: Университетская книга, 2010. – 320 с.

7. Williams, Kaylene C. Five key ingredients for improving student motivation [Текст] / Kaylene C. Williams, Caroline C. Williams // Research in Higher Education Journal. – Vol.12, August, 2011. – Режим доступа: <http://www.aabri.com/rhej.html>. – Дата обр.: 10.11.2011 г.

8. Шарф, И.В. Реализация самостоятельной работы студентов в компетентностной модели [Текст] / И. В. Шарф // Высшее образование в России. – № 6. – 2011. – С. 98-103.

9. Грибанькова, А.А. Научное руководство аспирантами: социально-психологические аспекты [Текст] / А. А. Грибанькова // Высшее образование в России. – № 7. – 2011. – С. 70-74.

10. Gatfield, T. An investigation into PhD supervisory management styles: Development of a dynamic conceptual model and its managerial implications [Текст] / T. Gatfield // Journal of Higher Education Policy and Management. 2005. – № 27 (3) – P. 311-325.

11. Fedynich, La Vonne. Mentoring the successful graduate student of tomorrow [Текст] / La Vonne Fedynich, Steve F. Bain // Research in Higher Education Journal. – Vol.12, August, 2011. – Режим доступа: <http://www.aabri.com/rhej.html>. – Дата обр.: 15.12.2011 г.

12. Mainhard, T. A model for the supervisor-doctoral student relationship [Текст] / T. Mainhard, R. van der Rijst, J. van Tartwijk, T. Wubbels // Higher Education. – 2009. – № 58 (3). – P. 359-373.

13. Якиманская, И.С. Развивающее обучение [Текст] / И. С. Якиманская. – М., 1979. – 144 с.

14. Лазаренко, И.А. Психологическая компетентность педагога как фактор профессионализации [Текст] / И. А. Лазаренко // Современные наукоемкие технологии. – № 1, 2008. – С. 67-68.

15. Семикин, В.В. Психологическая культура в образовании человека [Текст] / В. В. Семикин // Монография, – Спб, 2002. – Режим доступа: <http://www.pokrov->

[forum.ru/science/prav\\_psycholog/simikin/index.ph](http://forum.ru/science/prav_psycholog/simikin/index.ph). – Дата обр.: 19.12.2011 г.

16. Лукьянова, М.И. Психолого-педагогическая компетентность учителя. Диагностика развития [Текст] / М. И. Лукьянова. – М. 2004. – Режим доступа: [http://www.portalus.ru/modules/shkola/rus\\_show\\_archives.php?subaction=showfull&id=1192628719&archive=1196815384&start\\_from=&ucat=&](http://www.portalus.ru/modules/shkola/rus_show_archives.php?subaction=showfull&id=1192628719&archive=1196815384&start_from=&ucat=&) – Дата обр.: 20.12.2011.

17. Красинская, Л.Ф. Психолого-педагогическая компетентность как условие профессиональной самореализации преподавателя технического вуза [Текст] / Л. Ф. Красинская // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 11, 4 (5), 2009. – С. 1210-1216.

18. Графская, Т.А. Психолого-педагогическая компетентность учителя [Текст] / Т. А. Графская. // Режим доступа: <http://nytvasc7.narod.ru/DswMedia/grafskayapsichologo-pedagogicheskayakompetentnost-.doc>. – Дата обр.: 16.12.2011 г.

19. Красинская, Л.Ф. Повышение квалификации преподавателей: моделирование на основе компетентностного подхода [Текст] / Л. Ф. Красинская // Высшее образование в России. – № 7. – 2011. – С. 75-80.

#### SUPERVISOR PSYCHOLOGICAL COMPETENCE AND STUDENT RESEARCH MOTIVATION AS FACTORS OF JOINT SCIENTIFIC RESEARCH

M. A. Fedorova, A. M. Zavyalov

In the given article the authors analyze the influence of a supervisor psychological competence on the student research motivation development and, as a result, on the results of their joint research.

*Федорова Мария Александровна - кандидат филологических наук, доцент кафедры «Иностранные языки», СибАДИ. Основные направления научной деятельности: подготовка педагогических и научных кадров, международная деятельность вуза, методика преподавания иностранных языков, прагматика и стилистика русского языка. Общее количество опубликованных работ: 56.*

*Звялов Александр Михайлович - заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Высшая математика». Основное направление научных исследований: математическое моделирование динамики взаимодействий рабочих органов дорожных и строительных машин с контактной средой и геокриологических процессов в грунтах. Имеет 267 опубликованных научных работ.*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)

**Вестник СибАДИ:** Научный рецензируемый журнал. – Омск: СибАДИ. - № 1 (23). - 2012. - 150 с.  
*Учредитель – ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)"*  
*Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-46612 от 16 сентября 2011 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия.*

Научный рецензируемый журнал «**Вестник СибАДИ**» входит в **перечень ведущих периодических изданий рекомендованных ВАК** решением президиума ВАК от 25.02.2011  
Входит в международный каталог Ulrich's International Periodicals Directory.

*Редакционная коллегия:*

**Главный редактор** – Кирничный В. Ю. д-р экон. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Зам. главного редактора** – Бирюков В. В. д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Зам. главного редактора** – Завьялов А. М. д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Исполнительный редактор** – Архипенко М. Ю. канд. техн. наук, доц. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";  
**Выпускающий редактор** – Новикова Е. 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>Певнев Н. Г.</b>	д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Плосконосова В. П.</b>	д-р филос. наук, проф. ФГБОУ ВПО "СибАДИ";
<b>Пonomаренко 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>Щербakov 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>Zavyalov A.</b>	Doctor of Technical Science, Professor SibADI, Deputy editor-in-chief
<b>Arkhipenko M.</b>	Candidate of Technical Science, SibADI, Executive Editor
<b>Novikova E.</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>Pevnev N.</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, комн. 3232.

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

**Издательство ФГБОУ ВПО "Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)"**

Подписной индекс 66000 в каталоге агентства "РОСПЕЧАТЬ"

Издается с 2004 г.

С 01.01.2008 – издается ежеквартально

Омск 2012

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

## Требования к оформлению научных статей, направляемых в “Вестник СибАДИ”

**О рассмотрении** поступивших материалов. В редакции все поступившие статьи направляются на рецензирование. Высказанные замечания передаются автору по электронной почте. После переработки материалы вновь рассматривает рецензент, после чего принимается решение о возможности публикации. **Решение о публикации статей** принимается редколлегией, в состав которой входят ведущие ученые ГОУ ВПО СибАДИ.

**Об оформлении.** Материалы необходимо предоставить по электронной почте и на бумаге форматом А4, ориентация листа - книжная. Оригинал должен быть чистым, не согнутым, без ручных правок. Нумерация страниц выполняется с обратной стороны листа карандашом. Объем статьи не должен превышать **8 страниц**.

Статья представляется в редакторе Microsoft Office Word 2003 – шрифт "Arial", отступ первой строки 0,6 см., межстрочный интервал одинарный.

**Поля:** верхнее – 3,5 см, нижнее, левое и правое – по 2,5; **переплет** - 0 см; **колоннотитул от края:** верхний - 2,0 см; нижний - 2,0 см.

**Заголовок.** В верхнем левом углу листа проставляется УДК (размер шрифта 10 пт.). Далее по центру полужирным шрифтом (Ж) размером 12 пт. прописными буквами печатается название статьи, ниже обычным шрифтом (12 пт.) – инициалы, фамилия автора. Через строку помещается текст аннотации на русском языке, ещё через строку – ключевые слова.

**Аннотация** (на русском языке). Начинается словом «**Аннотация**» с прописной буквы (шрифт полужирный, курсив, 10 пт.); точка; затем с прописной буквы текст (курсив, 10 пт.), выравнивание по ширине. Отступ абзаца справа и слева – 0,6 см.

**Ключевые слова:** помещаются после слов **ключевые слова** (ж, размер шрифта 10 пт), (двоеточие) и должны содержать не более 5 семантических единиц.

**Основной текст статьи** набирается шрифтом 10 пт. и включает в себя введение, основную часть и заключение. Части статьи озаглавливаются (шрифт полужирный, 10 пт.).

**Ссылки на литературные источники** оформляются числами, заключенными в квадратные скобки ([1]). Ссылки должны быть последовательно пронумерованы.

Ниже основного текста (или текстов примечаний) печатается по центру жирным шрифтом заглавие “**Библиографический список**” и помещается пронумерованный перечень источников (шрифт 9 пт) в соответствии с действующими требованиями к библиографическому описанию (ГОСТ 7.05-2008).

В конце публикации, после списка литературы, размещается **Аннотация** на английском языке. Название статьи (шрифт полужирный, 10 пт.) и авторы - инициалы, фамилия (шрифт обычный, 10 пт.), выравниваются по центру. Текст аннотации (шрифт 10 пт.) выравнивается по ширине.

После аннотации размещают **информацию об авторе** (шрифт 9 пт. курсив): фамилия, имя, отчество – ученая степень и звание, должность и место работы. Основное направление научных исследований, общее количество публикаций, а также адрес электронной почты.

**Примечания** оформляются числами в виде верхнего индекса. Примечания должны быть последовательно пронумерованы. Тексты примечаний помещаются после основного текста перед библиографическим списком.

**Тексты примечаний.** Если в тексте есть примечания, ниже основного текста набирается по центру жирным шрифтом заглавие “Примечания” и через строку помещаются тексты примечаний, пронумерованные числом в виде верхнего индекса (например, 1).

**Формулы.** Простые внутрострочные и однострочные формулы могут быть набраны без использования специальных редакторов – символами (допускается использование специальных символов из шрифтов Symbol, Greek Math Symbols, Math-PS Mathematica BTT). Сложные и многострочные формулы должны быть набраны в редакторе формул Microsoft Equation. Смещение символов из текстовых редакторов с символами из редактора формул не допускается. Интервал в абзаце до и после формулы – 6 пт.

Если в тексте статьи содержатся **таблицы и иллюстрации**, то они должны быть пронумерованы (“Таблица 1 – Заголовок”, “Рис. 1. Наименование”), озаглавлены (таблицы должны иметь заглавие, выравнивание по левому краю, а иллюстрации – подрисуночные подписи, выравнивание по центру) и помещены в конце статьи, после информации об авторе, или в отдельных файлах. В основном тексте должны содержаться лишь ссылки на них: “на рисунке 1.....”, “в таблице 3.....”. До и после таблицы и рисунка интервал в абзаце 6 пт.

**Таблицы** помещаются на новой странице после списка литературы последовательно, согласно нумерации. Если таблица имеет большой объем, она может быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией.

**Иллюстрации** размещаются на новой странице после таблиц (или списка литературы) последовательно, согласно нумерации. Если иллюстрация имеет большой формат, она должна быть помещена на отдельной странице, а в том случае, когда она имеет значительную ширину – на странице с альбомной ориентацией. **Иллюстрации могут быть сканированными с оригинала или выполнены средствами компьютерной графики (с расширением JPEG, GIF, BMP).** Допускается размещение иллюстраций в отдельном файле электронной версии. Подписи к иллюстрациям могут прилагаться на отдельных страницах.

**Материалы не соответствующие вышеуказанным требованиям не рассматриваются.**

Поступившие в редакцию материалы не возвращаются. Гонорары не выплачиваются.

Публикация платная. Статьи аспирантов публикуются бесплатно.

# **ВЕСТНИК СИБАДИ**

**Выпуск 1 (23) - 2012**

## **Главный редактор**

В.Ю. Кирничный  
Ректор СИБАДИ

## **Заместитель главного редактора**

В.В. Бирюков  
Проректор по научной работе СИБАДИ

## **Заместитель главного редактора**

А.М. Завьялов

Информация о научном рецензируемом журнале  
«Вестник СИБАДИ» размещена на сайте:  
**<http://vestnik.sibadi.org>**

**Контактная информация:** e-mail: **[Vestnik\\_Sibadi@sibadi.org](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 – комн. 3232. тел. (3812) 65-98-33.

Компьютерная верстка  
Новикова Е.В.

Ответственный за выпуск  
Новикова Е.В.

Печать статей произведена с оригиналов,  
подготовленных авторами.

Подписано в печать 21.04.2012  
Формат 60×84 1/8. Гарнитура Arial  
Печать оперативная. Бумага офсетная  
Усл. печ. л. 12,75. Тираж 500 экз.

Отпечатано в полиграфическом отделе УМУ СИБАДИ  
Россия, 644080, г. Омск,  
пр. Мира, 5